

Проблемная комиссия «Эпилепсия. Пароксизмальные состояния»
и Министерства здравоохранения Российской Федерации
Российская Противозпилептическая Лига

РАН

РАН

ЭПИЛЕПСИЯ и пароксизмальные состояния

2017 Том 9 №2



EPILEPSY AND PAROXYZMAL CONDITIONS

ISSN 2077-8333

2017 Vol. 9 №2

www.epilepsia.su

Включен в перечень ведущих
рецензируемых журналов и изданий ВАК

Данная интернет-версия статьи была скачана с сайта www.epilepsia.su. Не предназначено для использования в коммерческих целях. Информацию о репринтах можно получить в редакции. Тел.: +7 (495) 649-54-35; эл. почта: info@irbis-1.ru. Copyright © 2017 Издательство ИРБИС. Все права охраняются.

ВЫЗВАННЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ДЕТЕЙ С ПАРОКСИЗМАЛЬНЫМИ СОСТОЯНИЯМИ

Войтенков В. Б., Горелик Е. Ю., Скрипченко Н. В., Клишкин А. В.

ФГБУ «Детский научно-клинический центр инфекционных болезней
Федерального медико-биологического агентства», Санкт-Петербург

Резюме

В обзоре литературных данных рассматривается клиническое применение вызванных потенциалов различных модальностей при пароксизмальных нарушениях у детей. Показано, что вызванные потенциалы различных модальностей широко применяются в детской эпилептологии. Чаще всего данные методики применяются для нейрофизиологического мониторинга противосудорожного лечения, с оценкой как его эффективности, так и развития побочных эффектов; исследования баланса центрального торможения и возбуждения при различных формах пароксизмальных расстройств; исследования влияния эпилептической активности на функционирование ЦНС и нормальное развитие ее областей; известны дополнительные возможности данных методик в топической диагностике эпилептического очага. С учетом широкого спектра пароксизмальных расстройств у детей и большого набора вызванных потенциалов различных модальностей, их безболезненности, безопасности, отсутствия необходимости в анестезии и возможности применения для целей нейромониторинга целесообразно дальнейшее их внедрение в клиническую практику.

Ключевые слова

Эпилепсия, дети, нейрофизиология, соматосенсорные вызванные потенциалы, зрительные вызванные потенциалы, транскраниальная магнитная стимуляция, акустические стволовые вызванные потенциалы.

Статья поступила: 21.04.2017 г.; в доработанном виде: 30.05.2017 г.; принята к печати: 26.06.2017 г.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии необходимости раскрытия финансовой поддержки или конфликта интересов в отношении данной публикации.

Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Для цитирования

Войтенков В. Б., Горелик Е. Ю., Скрипченко Н. В., Клишкин А. В. Вызванные потенциалы головного мозга у детей с пароксизмальными состояниями. *Эпилепсия и пароксизмальные состояния*. 2017; 9 (2): 67-73. DOI: 10.17749/2077-8333.2017.9.2.067-073.

EVOKED POTENTIALS IN CHILDREN WITH PAROXYSMAL DISORDERS

Voitenkov V. B., Gorelick E. Yu., Skripchenko N. V., Klimkin A. V.

Pediatric Research and Clinical Center for Infectious Diseases, Saint-Petersburg

Summary

In this review we discuss clinical significance of using evoked potentials in children with epilepsy and related disorders. This approach has been commonly adapted for practice in pediatric epileptology. In most cases, it serves a neuromonitoring tool to assess the effectiveness of a therapy program and / or its side-effects. In addition, the method of evoked potentials is helpful in testing the central inhibition and excitation balance in different forms of epilepsy. In this respect, we also take a look at the impact of epileptic activity on the function and development of brain regions. The method of evoked

potentials may be used for localization of epileptic lesions in children suffering from focal epilepsy. Given the variety of existing modalities of evoked potentials, their safety, painlessness and neuromonitoring qualities, we recommend to expand the use of these techniques in pediatric patients with paroxysmal disorders.

Key words

Epilepsy, children, neurophysiology, TMS, VEP, BAEP, SSEP.

Received: 21.04.2017; **in the revised form:** 30.05.2017; **accepted:** 26.06.2017.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests and no need for financial disclosure regarding this manuscript.

All authors contributed equally to this article.

For citation

Voitenkov V. B., Gorelick E. Yu., Skripchenko N. V., Klimkin A. V. Evoked potentials in children with paroxysmal conditions. *Epilepsy and paroxysmal conditions. [Epilepsiya i paroksizmal'nye sostoyaniya].* 2017; 9 (2): 67-73 (in Russian). DOI: 10.17749/2077-8333.2017.9.2.067-073.

Corresponding author

Address: ul. Professora Popova, 9, Saint-Petersburg, Russia, 197022.

E-mail address: vlad203@inbox.ru.

Основной методикой в нейрофизиологическом обследовании детей с пароксизмальными нарушениями была и остается электроэнцефалография. Именно эта методика позволяет оценить биоэлектрическую активность головного мозга в целом и выявить очаговые нарушения [1]. Тем не менее для целей изучения межцентральной интеграции, выявления поражения конкретных проводящих систем, в т.ч. субклинического, оценки возбудимости различных зон коры активно привлекаются вызванные потенциалы различных модальностей. Чаще всего в клинической практике применяются зрительные (ЗВП), соматосенсорные (ССВП), акустические стволовые (АСВП), различные когнитивные (связанные с явлениями) вызванные потенциалы (ВП), а также диагностическая транскраниальная магнитная стимуляция (ТКМС) [2].

Исследование вызванных потенциалов у взрослых с различными пароксизмальными расстройствами ведется уже ряд лет, но у детей нейрофизиологические исследования сопряжены с техническими затруднениями, вследствие чего количество работ, посвященных изучению ВП в этой популяции, значительно меньше [3]. Например, поиск в международной базе биомедицинской литературы PubMed при введении слов “evoked potentials” и “epilepsy” дает 4552 источника, в то время как добавление к данному запросу слова “children” или “pediatric” сокращает количество статей до 1117.

При анализе применения вызванных потенциалов у детей с пароксизмальными нарушениями мы уделяли большее внимание работам, опубликованным в последние 5 лет, а также статьям, не относящимся к интраоперационному мониторингу и предоперационному картированию, так как последние представляют собой узкоспециальную, хотя и чрезвычайно важную, с практической точки зрения, область нейрофизиологии.

Сообщается, что при применении у детей с симптоматической эпилепсией ЗВП на вспышку в 21% случаев отклонений от нормы выявлено не было; у 79% детей выявлено статистически значимое удлинение латентности пика P100 и снижение его амплитуды. В обследованной группе все дети получали длительную терапию противосудорожными препаратами, что могло оказать влияние на активность нейронов зрительного пути [4]. Применение ЗВП у детей с фотосенситивной эпилепсией и сравнение их с данными пациентов с идиопатической эпилепсией и здоровыми детьми показало, что у первых наблюдается нарушение соотношения возбуждения и торможения в зрительной коре. По мнению авторов, это может обуславливать развитие фоточувствительного варианта эпилептических расстройств [5].

Исследование вегетативных вызванных потенциалов при эпилепсии с преимущественной локализацией очагов в лобной и височной областях показало отсутствие симпатической составляющей, что указывало на вегетативную дисрегуляцию у этой группы больных [6]. В этой связи важными представляются данные о том, что при эпилепсии в реализации механизмов целенаправленной деятельности большое значение играет вегетативное обеспечение; авторами показано различие в латентности P300 в зависимости от частоты приступов [7].

При мультимодальном исследовании ВП при хроническом герпесвирусном энцефалите нарушения со стороны ЗВП выявлены в 62,4% случаев при энцефалите с симптоматической с эпилепсией. Нарушения АСВП регистрировались в 26,9% случаев, и изменения P300 зарегистрированы у 53,8% пациентов с эпилепсией на фоне энцефалита [8].

У детей с доброкачественной эпилепсией детства с центротемпоральными спайками (*benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes, BECTS*) при исследовании

довании связанных с событиями потенциалов P300 по сравнению со здоровыми детьми достоверных отличий выявлено не было. У детей с височной эпилепсией были обнаружены достоверные различия с группой контроля в виде удлинения латентности P300 и снижения его амплитуды, что, по мнению авторов работы, может указывать на то, что патологическая биоэлектрическая активность в височных областях может замедлять обработку слуховой информации [9]. Эти данные соотносятся с известным удлинением латентности и снижением амплитуды P300 у взрослых пациентов с эпилепсией [10].

В другой работе у детей с VECTS отличия с группой контроля были выявлены, отмечалось достоверное повышение амплитуды P300 и легкое удлинение латентности [11]. Также сообщается о нарушении нормальной латерализации пиков, связанных с событиями потенциалов в лобных долях при этой форме эпилепсии [12]. Применение связанных с событиями вызванных потенциалов с обработкой зрительной информации у детей с эпилепсией показало изменение амплитуды (ее повышение) по сравнению со здоровыми детьми при решении усложненных задач [13].

Данные о нарушении нормального развития височных долей у младенцев с синдромом Веста получены с помощью исследования связанных с распознаванием слухового стимула вызванных потенциалов (вывод сделан на основании отсутствия развивающегося с нормальным взрослением укорочения латентности и повышения амплитуд, наблюдавшегося у детей с данным синдромом, по сравнению с группой контроля) [14]. Также при синдроме Веста описываются достоверные изменения зрительных вызванных потенциалов [15].

С помощью P300 выявлено, что у детей, перенесших сложные фебрильные судороги, по сравнению с пациентами с однократными фебрильными судорогами и группой контроля регистрировалось удлинение латентности и падение амплитуд, то есть признаки нарушения нормального функционирования системы обработки слуховой информации и когнитивных функций [16]. Также у детей с этим вариантом фебрильных судорог сообщается об изменениях при исследовании устойчивых зрительных вызванных потенциалов (*steady-state visual evoked potentials*) с регистрацией пониженных альфа-и тета-ответов [17].

Интерпретация и в особенности сравнение данных различных работ, применяющих связанные с событиями вызванные потенциалы, в особенности в педиатрической практике, затруднена. Сообщается об отсутствии значимого влияния частоты и выраженности межприступных эпилептиформных разрядов на амплитуду и латентность связанных с событиями вызванных потенциалов; достоверно на них в условиях приводимой работы влиял уровень IQ пациента [18].

Применение другого варианта вызванных потенциалов, связанных с процессингом слуховой информации, MMN (*minimal mismatch negativity*) у детей с доброкачественной эпилепсией детства с центротемпоральными спайками выявило достоверное снижение амплитуды основного пика по сравнению со здоровыми детьми [19]. При височной эпилепсии у детей при проведении MMN латентность основного пика достоверно не отличалась от контрольной группы, в то время как амплитуда коррелировала не только с фактом наличия височной эпилепсии, но также и со степенью выраженности органических изменений височной доли: при вовлечении в патологический процесс гиппокампа амплитуда снижалась в большей степени [20].

При оценке обработки слуховой информации у детей с эпилепсией выявлено, что в то время как обычные АСВП на щелчок не сопровождаются достоверными изменениями, при оценке АСВП на обращенную речь выявляется достоверное удлинение латентности пика V, то есть дисфункция слухового процессинга на уровне таламуса [21]. Также об отсутствии достоверных изменений ранних (стволовых) ответов и удлинении латентностей поздних пиков при проведении АСВП сообщается при синдроме Ландау-Клеффнера [22]. Сообщается о достоверном удлинении латентностей основных пиков АСВП у детей с сочетанием эпилепсии и синдромом дефицита внимания с гиперактивностью [23]. В этой же работе сообщается об удлинении латентностей пиков P100 и P135 ЗВП.

Миоклонус-эпилепсия с кортикальными очагами была связана с возникновением у детей гигантских корковых пиков ССВП в 30% случаев; у пациентов с подкорковой локализацией очагов пики ССВП как по латентностям, так и по амплитудам от контрольных не отклонялись [24]. В другой работе гигантские пики при ССВП при миоклонус-эпилепсии описываются в 7% и при болезни Лафора – в 63% случаев; удлинение латентности P100 – лишь в 2% случаев [25].

Локализация эпилептического очага в затылочной доле облегчается при применении связанного с распознаванием лица вызванного потенциала (пик N170). При локализации эпилептического очага в пределах 3 см от веретенообразной извилины межполушарная асимметрия пика N170 отличалась от таковой в группе контроля [26].

Диагностическая ТКМС при ювенильной миоклонус-эпилепсии выявила отсутствие достоверных изменений по параметрам амплитуды и латентности вызванного моторного ответа (ВМО), равно как и времени центрального моторного проведения (ВЦМП), по сравнению с группой контроля. В то же время у детей с миоклонус-эпилепсией, не получавших АЭП, регистрировались достоверные отличия по продолжительности периода молчания с его удлинением, что, по мнению авторов, отражает нарушенное соотношение центрального торможения и возбуждения

Направление применения	Методики	Полученные результаты
Исследование баланса центрального торможения и возбуждения	ТКМС, ЗВП	Выявлено нарушение баланса торможения и возбуждения мотонейронов при различных формах миоклонус-эпилепсии, зрительных – при фотосенситивной эпилепсии
Исследование влияния эпилептической активности на когнитивные функции	Связанные с событиями вызванные потенциалы, MMN	Выявлено замедление обработки слуховой и зрительной информации при ВЕСТС, височной эпилепсии, синдроме Ландау-Клеффнера и доброкачественной эпилепсии детства
Оценка влияния эпилептической активности на нормальное развитие регионов мозга	Связанные с событиями вызванные потенциалы, устойчивые зрительные вызванные потенциалы	Выявлено нарушение развития височных долей при синдроме Веста, отклонения в работе системы процессинга слуховой информации после перенесенных сложных фебрильных судорог
Топическая локализация эпилептического очага	Связанный с распознаванием лица вызванный потенциал, ТКМС	Облегчение локализации очагов в затылочных долях, идентификация пораженного полушария при фокальной эпилепсии
Нейрофизиологический мониторинг противозэпилептического лечения	ЗВП, ССВП, ТКМС	Оценено влияние приема вигабатрина, карбамазепина, вальпроатов, зонисамида, стимуляции блуждающего нерва на проводящие системы ЦНС

Таблица 1. Основные направления применения нейрофизиологических методик у детей с пароксизмальными состояниями и полученные при этом результаты.

Примечание. ТКМС – транскраниальная магнитная стимуляция; ЗВП – зрительные вызванные потенциалы; ССВП – соматосенсорные вызванные потенциалы; MMN – minimum mismatch-negativity.

Table 1. Major fields of application of neurophysiological techniques and the results obtained in children with paroxysmal disorders.

Note. ТКМС – transcranial magnetic stimulation; ЗВП – visual evoked potentials; ССВП – somatosensory evoked potentials; MMN – minimum mismatch-negativity.

у данной группы пациентов [27]. При рефрактерной фокальной эпилепсии применение диагностической ТКМС показало, что у части пациентов детского возраста активизируется ипсилатеральное моторное проведение, которое коррелирует с ухудшением контроля контралатеральной конечности [28].

Порог вызванного моторного ответа отражает корковую возбудимость. Мета-анализ 12 исследований, в которых этот параметр оценивался у пациентов с различными формами эпилепсии (256 случаев эпилепсии и 456 случаев групп сравнения), показал, что достоверное снижение порога регистрируется при ювенильной миоклонус-эпилепсии. Другие формы не сопровождалась достоверными изменениями порога ВМО; следует отметить, что в данный мета-анализ не вошли пациенты с эпилепсией в возрасте менее 12 лет [29].

Сообщается о том, что кортикальная возбудимость у пациентов с ювенильной и прогрессирующей миоклонус-эпилепсией достоверно различается. При прогрессирующей миоклонус-эпилепсии, по данным ТКМС с парными стимулами, возбудимость мотонейронов значительно выше, чем при ювенильной форме. По мнению авторов, это может отражать особен-

ности функционирования системы ГАМК при разных формах миоклонус-эпилепсии [30]. При оценке продолжительности периода молчания у не получавших терапию пациентов с идиопатической генерализованной эпилепсией не наблюдалось их физиологического различия. При фокальной эпилепсии периоды молчания в ипсилатеральном очагу полушария были достоверно длиннее, чем у здоровых людей. Таким образом, у пациентов с эпилепсией наблюдается латерализованное нарушение центрального торможения, причем исследование продолжительности периода молчания может помочь в выявлении первичного эпилептического очага [31]. Известно, что подобное нарушение физиологического соотношения продолжительности периода молчания наблюдается также у пациентов с крупноочаговыми полушарными процессами, достоверно изменяется период молчания при применении ГАМК-эргических агентов [32].

В ходе нейрофизиологического изучения феномена более частого развития судорожных припадков в утренние часы оценивалась возбудимость моторной коры с помощью ТКМС у детей с ювенильной миоклонус-эпилепсией утром и вечером. Достовер-

ных различий между порогами ВМО утром и вечером в ходе данной работы выявлено не было [33].

Сообщается о показателе повышенной фазности ВМО, как фенотипического признака идиопатической генерализованной эпилепсии, который, возможно, связан с возникновением преходящих патологических внутрикортикальных осцилляций [34]. Учитывая физиологическую полифазность кортикального ВМО у детей в возрасте до 15-17 лет [1], применение этого показателя в педиатрической практике в эпилептологии нуждается в дополнительном изучении.

Применение вызванных потенциалов при пароксизмальных нарушениях у детей возможно также в области контроля безопасности применения противосудорожных препаратов. Так, показано, что применение в младенчестве и раннем детстве вигабатрина сопровождается у детей школьного возраста достоверным снижением амплитуды зрительных вызванных потенциалов по сравнению с детьми, получавшими АЭП других групп и группой контроля [35]. Сообщается также, что монотерапия карбамазепином или вальпроатами в течение 8 мес. не вызывала достоверных изменений латентностей и амплитуд соматосенсорных вызванных потенциалов [36]. Связанные с событиями вызванные потенциалы предлагается применять как методику оценки эффективности стимуляции блуждающего нерва при эпилепсии [37]. С помощью диагностической ТКМС с оценкой продолжительности периода молчания и амплитуды ВМО у пациентов с фокальной эпилепсией, впервые получавших зонисамид, было выявлено достоверное

понижение амплитуд в ипсилатеральном очагу полушария [38].

Обращает на себя внимание характерная для нейрофизиологии проводящих путей «мозаичность» результатов освещенных работ, тем не менее из рассмотренного объема литературы (несомненно, небольшого по сравнению с общим массивом накопленной научной информации) можно сделать некоторые выводы (табл. 1).

Заключение

Вызванные потенциалы различных модальностей достаточно широко применяются в детской эпилептологии. Чаще всего данные методики применяются для нейрофизиологического мониторинга противосудорожного лечения с оценкой как его эффективности, так и развития побочных эффектов; исследования баланса центрального торможения и возбуждения при различных формах пароксизмальных расстройств; исследования влияния эпилептической активности на функционирование ЦНС и нормальное развитие ее областей; известные дополнительные возможности данных методик в топической диагностике эпилептического очага.

С учетом широкого спектра пароксизмальных расстройств у детей и большого набора вызванных потенциалов различных модальностей, их безболезненности, безопасности, отсутствия необходимости в анестезии и возможности применения для целей нейромониторинга целесообразно дальнейшее их внедрение в клиническую практику.

Литература:

1. Aminoff M. J. *Aminoff's Electrodiagnosis in Clinical Neurology, Sixth Edition*. Philadelphia. 2012; 348 p.
2. Гнездицкий В. В., Пирадов М. А. *Нейрофизиология комы и нарушения сознания*. Иваново. 2015; 528 с.
3. Команцев В. Н., Скрипченко Н. В., Войтенков В. Б., Савина М. В., Иванова Г. П. Вызванные потенциалы головного мозга при нейроинфекциях у детей. *Журнал инфектологии*. 2013; 5 (2): 55-62.
4. Зыков В. П., Мосин И. М., Сафронов Д. Л., Изюмова Е. Б., Степанищев И. Л., Вороненко О. А. Зрительные вызванные потенциалы у больных эпилепсией в раннем возрасте. *Эпилепсия и пароксизмальные состояния*. 2009; 1 (1): 14-20.
5. Brazzo D., Di Lorenzo G., Bill P., Fasce M., Papalia G., Veggioni P., Seri S. Abnormal visual habituation in pediatric photosensitive epilepsy. *Clin Neurophysiol*. 2011; 122 (1): 16-20.
6. Деряга И. Н., Гнездицкий В. В., Карлов В. А., Куликова С. Н. Особенности вегетативных вызванных потенциалов при лобно-долевой и височной эпилепсии. *Практическая неврология и нейро-реабилитация*. 2009; 2: 36-41.
7. Зорин Р. А., Жаднов В. А., Лапкин М. М. Клинико-физиологическая характеристика больных эпилепсией с различной результативностью целенаправленной деятельности на основе электрофизиологических показателей. *Российский медико-биологический вестник им. академика И. П. Павлова*. 2015; 4: 68-73.
8. Шнайдер Н. А., Камзалакова Н. И., Крыжановская С. В., Панина Ю. С. Возможные пути оптимизации диагностической помощи больным с симптоматической эпилепсией на фоне хронического герпесвирусного энцефалита. *Эпилепсия и пароксизмальные состояния*. 2015; 7 (2): 6-17.
9. Casali R. L., Amaral M. I., Boscaroli M., Lunardi L. L., Guerreiro M. M., Matas C. G., Colella-Santos M. F. Comparison of auditory event-related potentials between children with benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes and children with temporal lobe epilepsy. *Epilepsy Behav*. 2016; 59: 111-6.
10. Vlasenko A. N., Miroshnikova E. B., Odintsova G. V. Study of cognitive induced potentials p300 in patients with epilepsy. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2009; 3: 222-225.
11. Tomé D., Sampaio M., Mendes-Ribeiro J., Barbosa F., Marques-Teixeira J. Auditory event-related potentials in children with benign epilepsy with centro-temporal spikes. *Epilepsy Res*. 2014; 108 (10): 1945-9.
12. Monjauze C., Broadbent H., Boyd S. G., Neville B. G., Baldeweg T. Language deficits and altered hemispheric lateralization in young people in remission from BECTS. *Epilepsia*. 2011; 52 (8): e79-83.
13. Myatchin I., Lagae L. Impaired spatial working memory in children with well-controlled epilepsy: an event-related potentials study. *Seizure*. 2011; 20 (2): 143-50.
14. Werner K., Fosi T., Boyd S. G., Baldeweg T., Scott R. C., Neville B. G. Temporal lobe impairment in West syndrome: event-related potential evidence. *Ann Neurol*. 2015; 77 (1): 47-57.
15. de Freitas Dotto P., Cavascan N. N., Berezovsky A., Sacai P. Y., Rocha D. M., Pereira J. M., Salomão S. R. Sweep visually evoked potentials and visual findings in children with West syndrome. *Eur J Paediatr Neurol*. 2014; 18 (2): 201-10.

16. Tsai M. L., Hung K. L., Tsan Y. Y., Tung W. T. Long-term neurocognitive outcome and auditory event-related potentials after complex febrile seizures in children. *Epilepsy Behav.* 2015; 47: 55-60.
17. Sheppard E., Birca A., Carmant L., Lortie A., Vannassing P., Lassonde M., Lippé S. Children with a history of atypical febrile seizures show abnormal steady state visual evoked potential brain responses. *Epilepsy Behav.* 2013; 27 (1): 90-4.
18. Japaridze N., Scharf M., von-Ondarza G., Boor R., Muhle H., Gerber W., Stephani U., Siniatchkin M. Altered information processing in children with focal epilepsies with and without intellectual disability. *Funct Neurol.* 2014; 29 (2): 87-97.
19. Filippini M., Boni A., Giannotta M., Pini A., Russo A., Musti M. A., Guerra A., Lassonde M., Gobbi G. Comparing cortical auditory processing in children with typical and atypical benign epilepsy with centrotemporal spikes: Electrophysiologic evidence of the role of non-rapid eye movement sleep abnormalities. *Epilepsia.* 2015; 56 (5): 726-34.
20. Lopes R., Simões M. R., Ferraz L., Leal A. J. The mismatch negativity (MMN) potential as a tool for the functional mapping of temporal lobe epilepsies. *Epilepsy Behav.* 2014; 33: 87-93.
21. Elkabariti R. H., Khalil L. H., Husein R., Talaat H. S. Speech evoked auditory brainstem response findings in children with epilepsy. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2014; 78 (8): 1277-80.
22. Plyler E., Harkrider A. W. Serial auditory-evoked potentials in the diagnosis and monitoring of a child with Landau-Kleffner syndrome. *J Am Acad Audiol.* 2013; 24 (7): 564-71.
23. Major Z. Z. Combined evoked potentials in co-occurring attention deficit hyperactivity disorder and epilepsy. *Idegyogy Sz.* 2011; 64 (7-8): 248-56.
24. Wang B., Cai F. C. Polyneuro-electrophysiological studies of myoclonus in children. *Zhonghua Er Ke Za Zhi.* 2009; 47 (10): 750-6.
25. Sinha S., Satishchandra P., Gayathri N., Yasha T. C., Shankar S. K. Progressive myoclonic epilepsy: A clinical, electrophysiological and pathological study from South India. *J Neurol Sci.* 2007; 252 (1): 16-23.
26. Lopes R., Cabral P., Canas N., Breia P., Foreid J. P., Calado E., Silva R., Leal A. N170 asymmetry as an index of inferior occipital dysfunction in patients with symptomatic occipital lobe epilepsy. *Clin Neurophysiol.* 2011; 122 (1): 9-15.
27. Puri V., Sajjan P. M., Chowdhury V., Chaudhry N. Cortical excitability in drug naive juvenile myoclonic epilepsy. *Seizure.* 2013; 22 (8): 662-9.
28. Koudijs S. M., Leijten F. S., Ramsey N. F., van Nieuwenhuizen O., Braun K. P. Lateralization of motor innervation in children with intractable focal epilepsy – a TMS and fMRI study. *Epilepsy Res.* 2010; 90 (1-2): 140-50.
29. Brigo F., Storti M., Benedetti M. D., Rossini F., Nardone R., Tezzon F., Fiaschi A., Bongiovanni L. G., Manganotti P. Resting motor threshold in idiopathic generalized epilepsies: a systematic review with meta-analysis. *Epilepsy Res.* 2012; 101 (1-2): 3-13.
30. Badawy R. A., Macdonell R. A., Jackson G. D., Berkovic S. F. Can changes in cortical excitability distinguish progressive from juvenile myoclonic epilepsy? *Epilepsia.* 2010; 51 (10): 2084-8.
31. Lee J. H., Joo E. Y., Seo D. W., Hong S. B. Lateralizing Cortical Excitability in Drug Naïve Patients with Generalized or Focal Epilepsy. *J Epilepsy Res.* 2015; 5 (2): 75-83.
32. Войтенков В. Б., Киселева Л. Н., Карташев А. В. Исследование влияния дельта-сон индуцирующего пептида на процессы центрального торможения у человека. *Врач-аспирант.* 2012; 52 (3-2): 290-294.
33. Pfützte M., Reis J., Haag A., John D., Hattemer K., Oertel W. H., Rosenow F., Hamer H. M. Lack of differences of motorcortical excitability in the morning as compared to the evening in juvenile myoclonic epilepsy – a study using transcranial magnetic stimulation. *Epilepsy Res.* 2007; 74 (2-3): 239-42.
34. Chowdhury F. A., Pawley A. D., Ceronie B., Nashef L., Elwes R., Richardson M. P. Motor evoked potential polyphasia: A novel endophenotype of idiopathic generalized epilepsy. *Neurology.* 2015; 84 (13): 1301-1307.
35. Hébert-Lalonde N., Carmant L., Major P., Roy M. S., Lassonde M., Saint-Amour D. Electrophysiological Evidences of Visual Field Alterations in Children Exposed to Vigabatrin Early in Life. *Pediatr Neurol.* 2016. PII: S0887-8994(16)30017-0.
36. Sendrowski K., Sobaniec W., Boćkowski L., Kułak W., Smigielska-Kuzia J. Somatosensory evoked potentials in epileptic children treated with carbamazepine or valproate in monotherapy – a preliminary study. *Adv Med Sci.* 2010; 55 (2): 212-5.
37. Taeye L. D., Vonck K., Bochove M. V., Boon P., et al. The P3 Event-Related Potential is a Biomarker for the Efficacy of Vagus Nerve Stimulation in Patients with Epilepsy. *Neurotherapeutics.* 2014; 11 (3): 612-622.
38. Joo E. Y., Kim H. J., Lim Y. H., Ji K. H., Hong S. B. Zonisamide changes unilateral cortical excitability in focal epilepsy patients. *J Clin Neurol.* 2010; 6 (4): 189-95.

References:

1. Aminoff M. J. *Aminoff's Electrodiagnosis in Clinical Neurology*, Sixth Edition. Philadelphia. 2012; 348 p.
2. Gnezditskii V. V., Piradov M. A. Neurophysiology of coma and consciousness disturbances [*Neirofiziologiya komy i narusheniya soznaniya (In Russian)*]. Ivanovo. 2015; 528 p
3. Komantsev V. N., Skripchenko N. V., Voitenkov V. B., Savina M. V., Ivanova G. P. *Zhurnal infektologii.* 2013; 5 (2): 55-62.
4. Zykov V. P., Mosin I. M., Safronov D. L., Izyumova E. B., Stepanishchev I. L., Voronenko O. A. *Epilepsiya i paroksizmal'nye sostoyaniya / Epilepsy and paroxysmal conditions.* 2009; 1 (1): 14-20.
5. Brazzo D., Di Lorenzo G., Bill P., Fasce M., Papalia G., Veggiotti P., Seri S. Abnormal visual habituation in pediatric photosensitive epilepsy. *Clin Neurophysiol.* 2011; 122 (1): 16-20.
6. Deryaga I. N., Gnezditskii V. V., Karlov V. A., Kulikova S. N. *Prakticheskaya nevrologiya i neiroreabilitatsiya.* 2009; 2: 36-41.
7. Zorin R. A., Zhadnov V. A., Lapkin M. M. *Rossiiskii mediko-biologicheskii vestnik im. akademika I. P. Pavlova.* 2015; 4: 68-73.
8. Shneider N. A., Kamzalakova N. I., Kryzhanovskaya S. V., Panina Yu. S. *Epilepsiya i paroksizmal'nye sostoyaniya / Epilepsy and paroxysmal conditions.* 2015; 7 (2): 6-17.
9. Casali R. L., Amaral M. I., Boscaroli M., Lunardi L. L., Guerreiro M. M., Matas C. G., Colella-Santos M. F. Comparison of auditory event-related potentials between children with benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes and children with temporal lobe epilepsy. *Epilepsy Behav.* 2016; 59: 111-6.
10. Vlasenko A. N., Miroshnikova E. B., Odintsova G. V. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina.* 2009; 3: 222-225.
11. Tomé D., Sampaio M., Mendes-Ribeiro J., Barbosa F., Marques-Teixeira J. Auditory event-related potentials in children with benign epilepsy with centro-temporal spikes. *Epilepsy Res.* 2014; 108 (10): 1945-9.
12. Monjauze C., Broadbent H., Boyd S. G., Neville B. G., Baldeweg T. Language deficits and altered hemispheric lateralization in young people in remission from BECTS. *Epilepsia.* 2011; 52 (8): e79-83.
13. Myatchin I., Lagae L. Impaired spatial working memory in children with well-controlled epilepsy: an event-related potentials study. *Seizure.* 2011; 20 (2): 143-50.
14. Werner K., Fosi T., Boyd S. G., Baldeweg T., Scott R. C., Neville B. G. Temporal lobe impairment in West syndrome: event-related potential evidence. *Ann Neurol.* 2015; 77 (1): 47-57.
15. de Freitas Dotto P., Cavascan N. N., Berezovsky A., Sacai P. Y., Rocha D. M., Pereira J. M., Salomão S. R. Sweep visually evoked potentials and visual findings in children with West syndrome. *Eur J Paediatr Neurol.* 2014; 18 (2): 201-10.

16. Tsai M. L., Hung K. L., Tsan Y. Y., Tung W. T. Long-term neurocognitive outcome and auditory event-related potentials after complex febrile seizures in children. *Epilepsy Behav.* 2015; 47: 55-60.
17. Sheppard E., Birca A., Carmant L., Lortie A., Vannassing P., Lassonde M., Lippé S. Children with a history of atypical febrile seizures show abnormal steady state visual evoked potential brain responses. *Epilepsy Behav.* 2013; 27 (1): 90-4.
18. Japaridze N., Scharck M., von-Ondarza G., Boor R., Muhle H., Gerber W., Stephani U., Siniatchkin M. Altered information processing in children with focal epilepsies with and without intellectual disability. *Funct Neurol.* 2014; 29 (2): 87-97.
19. Filippini M., Boni A., Giannotta M., Pini A., Russo A., Musti M. A., Guerra A., Lassonde M., Gobbi G. Comparing cortical auditory processing in children with typical and atypical benign epilepsy with centrotemporal spikes: Electrophysiologic evidence of the role of non-rapid eye movement sleep abnormalities. *Epilepsia.* 2015; 56 (5): 726-34.
20. Lopes R., Simões M. R., Ferraz L., Leal A. J. The mismatch negativity (MMN) potential as a tool for the functional mapping of temporal lobe epilepsies. *Epilepsy Behav.* 2014; 33: 87-93.
21. Elkabariti R. H., Khalil L. H., Husein R., Talaat H. S. Speech evoked auditory brainstem response findings in children with epilepsy. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2014; 78 (8): 1277-80.
22. Plyler E., Harkrider A. W. Serial auditory-evoked potentials in the diagnosis and monitoring of a child with Landau-Kleffner syndrome. *J Am Acad Audiol.* 2013; 24 (7): 564-71.
23. Major Z. Z. Combined evoked potentials in co-occurring attention deficit hyperactivity disorder and epilepsy. *Ideggyogy Sz.* 2011; 64 (7-8): 248-56.
24. Wang B., Cai F. C. Polyneuro-electrophysiological studies of myoclonus in children. *Zhonghua Er Ke Za Zhi.* 2009; 47 (10): 750-6.
25. Sinha S., Satishchandra P., Gayathri N., Yasha T. C., Shankar S. K. Progressive myoclonic epilepsy: A clinical, electrophysiological and pathological study from South India. *J Neurol Sci.* 2007; 252 (1): 16-23.
26. Lopes R., Cabral P., Canas N., Breia P., Foreid J. P., Calado E., Silva R., Leal A. N170 asymmetry as an index of inferior occipital dysfunction in patients with symptomatic occipital lobe epilepsy. *Clin Neurophysiol.* 2011; 122 (1): 9-15.
27. Puri V., Sajjan P. M., Chowdhury V., Chaudhry N. Cortical excitability in drug naive juvenile myoclonic epilepsy. *Seizure.* 2013; 22 (8): 662-9.
28. Koudijs S. M., Leijten F. S., Ramsey N. F., van Nieuwenhuizen O., Braun K. P. Lateralization of motor innervation in children with intractable focal epilepsy – a TMS and fMRI study. *Epilepsy Res.* 2010; 90 (1-2): 140-50.
29. Brigo F., Storti M., Benedetti M. D., Rossini F., Nardone R., Tezzon F., Fiaschi A., Bongiovanni L. G., Manganotti P. Resting motor threshold in idiopathic generalized epilepsies: a systematic review with meta-analysis. *Epilepsy Res.* 2012; 101 (1-2): 3-13.
30. Badawy R. A., Macdonell R. A., Jackson G. D., Berkovic S. F. Can changes in cortical excitability distinguish progressive from juvenile myoclonic epilepsy? *Epilepsia.* 2010; 51 (10): 2084-8.
31. Lee J. H., Joo E. Y., Seo D. W., Hong S. B. Lateralizing Cortical Excitability in Drug Naïve Patients with Generalized or Focal Epilepsy. *J Epilepsy Res.* 2015; 5 (2): 75-83.
32. Voitenkov V. B., Kiseleva L. N., Kartashev A. V. Issledovanie vliyaniya del'ta-son indutsiruyushchego peptida na protsessy tsentral'nogo tormozheniya u cheloveka. *Vrach-aspirant.* 2012; 52 (3-2): 290-294.
33. Pfütze M., Reis J., Haag A., John D., Hattemer K., Oertel W. H., Rosenow F., Hamer H. M. Lack of differences of motorcortical excitability in the morning as compared to the evening in juvenile myoclonic epilepsy – a study using transcranial magnetic stimulation. *Epilepsy Res.* 2007; 74 (2-3): 239-42.
34. Chowdhury F. A., Pawley A. D., Ceronie B., Nashef L., Elwes R., Richardson M. P. Motor evoked potential polyphasia: A novel endophenotype of idiopathic generalized epilepsy. *Neurology.* 2015; 84 (13): 1301-1307.
35. Hébert-Lalonde N., Carmant L., Major P., Roy M. S., Lassonde M., Saint-Amour D. Electrophysiological Evidences of Visual Field Alterations in Children Exposed to Vigabatrin Early in Life. *Pediatr Neurol.* 2016. PII: S0887-8994(16)30017-0.
36. Sendrowski K., Sobaniec W., Boćkowski L., Kułak W., Smigielska-Kuzia J. Somatosensory evoked potentials in epileptic children treated with carbamazepine or valproate in monotherapy – a preliminary study. *Adv Med Sci.* 2010; 55 (2): 212-5.
37. Taeye L. D., Vonck K., Bochove M. V., Boon P., et al. The P3 Event-Related Potential is a Biomarker for the Efficacy of Vagus Nerve Stimulation in Patients with Epilepsy. *Neurotherapeutics.* 2014; 11 (3): 612-622.
38. Joo E. Y., Kim H. J., Lim Y. H., Ji K. H., Hong S. B. Zonisamide changes unilateral cortical excitability in focal epilepsy patients. *J Clin Neurol.* 2010; 6 (4): 189-95.

Сведения об авторах:

Войтенков Владислав Борисович – к.м.н., научный сотрудник, зав. отделением функциональных методов диагностики ФГБУ «ДНКЦИБ ФМБА» России. Адрес: ул. Профессора Попова, д. 9, Санкт-Петербург, Россия, 197022. Тел.: +7(812)2343823. E-mail: vlad203@inbox.ru.

Климкин Андрей Васильевич – м.н.с. отдела функциональных и лучевых методов диагностики ФГБУ «ДНКЦИБ ФМБА» России. Адрес: ул. Профессора Попова, д. 9, Санкт-Петербург, Россия, 197022.

Скрипченко Наталья Викторовна – д.м.н., з.д.н. РФ, профессор, зам. директора по научной работе ФГБУ «ДНКЦИБ ФМБА» России. Адрес: ул. Профессора Попова, д. 9, Санкт-Петербург, Россия, 197022.

Горелик Евгений Юрьевич – к.м.н., с.н.с. отдела нейроинфекций и органического поражения центральной нервной системы ФГБУ «ДНКЦИБ ФМБА» России. Адрес: ул. Профессора Попова, д. 9, Санкт-Петербург, Россия, 197022.

About the authors:

Voitenkov Vladislav Borisovich – PhD, Head, the Dpt. of functional diagnostics, Pediatric Research and Clinical Center for Infectious Diseases. Address: ul. Professora Popova, 9, Saint-Petersburg, Russia, 197022. Tel.: +7(812)2343823. E-mail: vlad203@inbox.ru.

Klimkin Andrei Vasil'evich – Junior researcher, the Dpt. of functional diagnostics, Pediatric Research and Clinical Center for Infectious Diseases. Address: ul. Professora Popova, 9, Saint-Petersburg, Russia, 197022.

Scripchenko Natal'ya Viktorovna – MD, Honored scientist of the Russian Federation, Professor, Deputy Director, Pediatric Research and Clinical Center for Infectious Diseases. Address: ul. Professora Popova, 9, Saint-Petersburg, Russia, 197022.

Gorelik Evgenii Yur'evich – PhD, Senior research fellow, the Dpt. of neuro-infections and organic lesions of CNS, Pediatric Research and Clinical Center for Infectious Diseases. Address: ul. Professora Popova, 9, Saint-Petersburg, Russia, 197022.