

ПРОГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ БИОМАРКЕРОВ ПРИ ПОСЛЕДСТВИЯХ ЭНЦЕФАЛИТА И ДЕТСКОМ ЦЕРЕБРАЛЬНОМ ПАРАЛИЧЕ ПОСЛЕ НЕЙРОИНФЕКЦИИ



Ниязов Шухрат Тоштемирович, Норова Бахтигул Буриевна

Самаркандский государственный медицинский университет, Республика Узбекистан, г. Самарканд

НЕЙРОИНФЕКЦИЯДАН КЕЙИНГИ ЭНЦЕФАЛИТ ОҚИБАТЛАРИ ВА БОЛАЛАР ЦЕРЕБРАЛ ФАЛАЖИДА НЕЙРОФИЗИОЛОГИК ҲАМДА ЛАБОРАТОР БИОМАРКЕРЛАРНИНГ ПРОГНОСТИК АҲАМИЯТИ

Ниязов Шухрат Тоштемирович, Норова Бахтигул Буриевна

Самарканд Давлат тиббиёт университети, Ўзбекистон Республикаси, Самарканд ш.

PROGNOSTIC VALUE OF NEUROPHYSIOLOGICAL AND LABORATORY BIOMARKERS IN THE SEQUELAE OF ENCEPHALITIS AND CEREBRAL PALSY FOLLOWING NEUROINFECTION

Niyazov Shuhrat Toshtemirovich, Norova Bakhtigul Buriyevna

Samarkand State Medical University, Republic of Uzbekistan, Samarkand

e-mail: info@sammu.uz

Резюме. Долзарблиги. Нейроинфекциядан кейинги энцефалит асоратлари ва болалар церебрал фалажидида касаллик кечишини олдиндан баҳолаш имконини берувчи объектив биомаркерларни аниқлаш замонавий болалар неврологиясининг муҳим йўналишларидан биридир. Нейрофизиологик кўрсаткичлар ва лаборатор биомаркерларни комплекс баҳолаш прогноз аниқлигини ошириш имконини беради. Тадқиқот мақсади. Нейроинфекциядан кейинги энцефалит асоратлари ва болалар церебрал фалажидида нейрофизиологик ҳамда лаборатор биомаркерларнинг прогностик аҳамиятини баҳолаш. Материал ва усуллар. Тадқиқотга 160 нафар бола киритилди: 64 нафари энцефалит асоратлари, 61 нафари нейроинфекциядан кейинги болалар церебрал фалажи билан, 35 нафар соғлом бола назорат гуруҳини ташкил этди. Барча болаларда клиник-неврологик текширув, транскраниал магнит стимуляция, P300 когнитив чақирилган потенциаллари, MBP, NSE, S100B, IL-6 ва CRP кўрсаткичлари аниқланди ҳамда статистик таҳлил ўтказилди. Натижалар. Ҳар иккала клиник гуруҳда транскраниал магнит стимуляция, P300 ва лаборатор биомаркерлар бўйича назорат гуруҳига нисбатан ишончли фарқлар аниқланди ($p < 0,05$). MBP, NSE, S100B, IL-6 даражалари, P300 ва транскраниал магнит стимуляция кўрсаткичлари билан неврологик нуқсон оғирлиги ўртасида ишончли корреляциялар қайд этилди ($r = 0,58 - 0,76$). Энг юқори прогностик қиймат TMS, P300, MBP ва S100B ни ўз ичига олган комплекс моделда кузатилди. Хулоса. Нейрофизиологик ва лаборатор биомаркерларни комплекс баҳолаш неврологик нуқсон оғирлигини аниқроқ прогноз қилиш, хавф гуруҳларини ажратиш ҳамда даволаш ва реабилитация самарадорлигини мониторинг қилиш имконини беради.

Калим сўзлар: энцефалит асоратлари, болалар церебрал фалажи, нейрофизиология, транскраниал магнит стимуляция, P300, биомаркерлар, MBP, NSE, S100B, прогноз.

Abstract. Background. Identification of objective prognostic markers in children with encephalitis sequelae and cerebral palsy following neuroinfection remains an important challenge in pediatric neurology. Combined assessment of neurophysiological parameters and laboratory biomarkers may improve prediction of neurological outcomes. Objective. To evaluate the prognostic value of neurophysiological and laboratory biomarkers in children with encephalitis sequelae and cerebral palsy following neuroinfection. Materials and Methods. A prospective comparative study included 160 children: 64 with encephalitis sequelae, 61 with cerebral palsy following neuroinfection, and 35 healthy controls. All participants underwent neurological examination, transcranial magnetic stimulation, cognitive event-related potential P300 assessment, and measurement of MBP, NSE, S100B, IL-6 and CRP levels followed by statistical analysis. Results. Significant abnormalities of transcranial magnetic stimulation, P300 parameters and laboratory biomarkers were observed in both clinical groups compared with controls ($p < 0.05$). Significant correlations were identified between MBP, NSE, S100B, IL-6, neurophysiological indices and neurological deficit severity ($r = 0.58 - 0.76$). The combined model including transcranial magnetic stimulation, P300, MBP and S100B demonstrated the highest prognostic performance. Conclusions. Integrated

Актуальность. В последние годы одним из наиболее перспективных направлений детской неврологии является поиск объективных биологических и нейрофизиологических маркеров, позволяющих не только диагностировать последствия органического поражения центральной нервной системы, но и прогнозировать дальнейшее течение заболевания, выраженность неврологического дефицита и эффективность проводимой реабилитации. Несмотря на существенный прогресс в области нейровизуализации, клиническая оценка детей с последствиями энцефалита и детским церебральным параличом после перенесённой нейроинфекции по-прежнему во многом основывается на субъективной интерпретации неврологического статуса, что ограничивает возможности раннего прогнозирования исходов заболевания [3, 7, 12, 17]. В настоящее время особое внимание уделяется изучению лабораторных биомаркеров повреждения нервной ткани, нейровоспаления и нейропластичности. Наиболее перспективными считаются основной белок миелина (MBP), интерлейкин-6 (IL-6), С-реактивный белок (CRP), нейроспецифическая энзолаза (NSE), белок S100B и другие маркеры, концентрация которых отражает степень повреждения центральной нервной системы и активность репаративных процессов. Современные исследования показывают, что изменение уровня данных биомаркеров может быть связано с выраженностью неврологических нарушений, когнитивного дефицита и функционального восстановления у детей после перенесённых нейроинфекций [1, 5, 8, 11, 15, 18]. Наряду с лабораторными исследованиями всё большее значение приобретают нейрофизиологические методы диагностики. Транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС) позволяет объективно оценить функциональное состояние кортикоспинального тракта и уровень корковой возбудимости, а когнитивные вызванные потенциалы P300 отражают особенности процессов внимания, памяти и когнитивной обработки информации. Комплексное применение данных методов значительно расширяет возможности оценки функционального состояния головного мозга и раннего выявления неблагоприятных прогностических признаков [4, 9, 13, 16]. Несмотря на большое количество исследований, посвящённых отдельным лабораторным и нейрофизиологическим показателям, их комплексная оценка при последствиях энцефалита и детском церебральном параличе после перенесённой нейроинфекции остаётся не-

достаточно изученной. Большинство опубликованных работ рассматривает диагностическую ценность отдельных биомаркеров или отдельных инструментальных методов, тогда как интеграция клинических, нейрофизиологических и лабораторных данных для прогнозирования тяжести заболевания и функционального исхода изучена недостаточно [4, 6, 10, 12]. Таким образом, поиск объективных прогностических критериев, основанных на комплексной оценке нейрофизиологических показателей и лабораторных биомаркеров, является актуальным направлением современной детской неврологии. Разработка интегрированного подхода к прогнозированию тяжести заболевания позволит повысить точность оценки состояния детей с последствиями энцефалита и детским церебральным параличом после перенесённой нейроинфекции, своевременно выделять пациентов группы высокого риска и оптимизировать лечебно-реабилитационные мероприятия.

Цель исследования. Оценить прогностическое значение нейрофизиологических и лабораторных биомаркеров при последствиях энцефалита и детском церебральном параличе после перенесённой нейроинфекции.

Материалы и методы исследования. Проведено одноцентровое сравнительное проспективное исследование на базе детского неврологического отделения Многопрофильной клиники Самаркандского государственного медицинского университета в 2023–2026 гг. В исследование включены 160 детей в возрасте от 3 до 18 лет. Основную группу составили 64 ребёнка с последствиями энцефалита, группу сравнения, 61 пациент с детским церебральным параличом после перенесённой нейроинфекции, контрольную группу, 35 практически здоровых детей. Исследуемые группы были сопоставимы по возрасту, полу, основным клиническим характеристикам и степени функциональных нарушений ($p > 0,05$). Всем детям проводилось комплексное клико-неврологическое обследование, включавшее оценку двигательной сферы, мышечного тонуса, когнитивных функций и эпилептического синдрома. Функциональное состояние центральной нервной системы оценивали с использованием транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС) и регистрации когнитивных вызванных потенциалов P300. Анализировали моторный порог, латентность и амплитуду моторных вызванных потенциалов, время центрального моторного проведения, а также латентность и амплитуду компо-

нентов Р300 как объективных показателей функционального состояния корковых и кортикоспинальных структур. Лабораторное обследование включало определение концентрации основного белка миелина (MBP), нейроспецифической энолазы (NSE), белка S100B, интерлейкина-6 (IL-6) и С-реактивного белка (CRP) методом иммуноферментного анализа. Исследование выполняли с целью оценки степени повреждения нервной ткани, активности нейровоспаления, выраженности процессов демиелинизации и их взаимосвязи с клинико-неврологическими проявлениями, нейрофизиологическими показателями и тяжестью заболевания. Статистическую обработку результатов выполняли с использованием программы IBM SPSS Statistics 27.0. Количественные показатели представлены в виде $M \pm SD$ или Me (Q1; Q3). Межгрупповые различия оценивали с использованием критерия Стьюдента или Манна–Уитни, качественные показатели – критерия χ^2 Пирсона. Корреляционный анализ проводили с расчётом коэффициента r . Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты исследования. В соответствии с поставленной целью, пациенты прошли до госпитальный и в последствии госпитальный анализ, на наличие клинико-неврологических особенностей по основным субъективным и очаговым признакам. На этом же этапе исследования проведён сравнительный анализ показателей транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС) у детей с последствиями энцефалита, пациентов с детским церебральным параличом после перенесённой нейроинфекции и практически здоровых детей. При этом, выявлены изменения основных параметров ТМС, у большинства пациентов обеих клинических групп, однако степень их выраженности существенно различалась. У детей с последствиями энцефалита наиболее характерными являлись умеренное повышение моторного порога покоя, увеличение латентности моторного вызванного потенциала и снижение его амплитуды, что свидетельствовало о функциональной недостаточности кортикоспинальных путей после перенесённого воспалительного поражения головного мозга. Так, у пациентов с детским церебральным параличом нарушения носили более выраженный характер. Повышение моторного порога покоя зарегистрировано у 47 (77,0%) детей против 36 (56,3%) в группе последствий энцефалита ($\chi^2=6,32$; $p=0,012$). Удлинение времени центрального моторного проведения выявлено соответственно у 44 (72,1%) и 31 (48,4%) пациентов ($\chi^2=7,48$; $p=0,006$), тогда как снижение амплитуды моторного вызванного потенциала наблюдалось у 42 (68,9%) и 28 (43,8%) детей ($\chi^2=8,14$; $p=0,004$). В контрольной группе исследуемые показатели находились в пределах возрастной нормы.

Средний моторный порог покоя составил $63,8 \pm 8,4\%$ максимальной мощности стимулятора у детей с последствиями энцефалита, $71,6 \pm 9,2\%$ в случаях пациентов с детским церебральным параличом и $49,7 \pm 5,8\%$ детей в контрольной группе ($F=39,84$; $p < 0,001$). Среднее время центрального моторного проведения увеличивалось до $11,8 \pm 1,9$ мс в первой группе и $13,9 \pm 2,2$ мс во второй группе по сравнению с $8,7 \pm 1,1$ мс у здоровых детей ($F=52,16$; $p < 0,001$).

Корреляционный анализ показал выраженную положительную связь между увеличением моторного порога покоя и степенью двигательных нарушений ($r=0,71$; $p < 0,001$), а также между удлинением времени центрального моторного проведения и уровнем функциональных ограничений ($r=0,67$; $p < 0,001$). Снижение амплитуды моторного вызванного потенциала коррелировало с выраженностью мышечной спастичности ($r=-0,62$; $p < 0,001$) и степенью двигательного дефицита ($r=-0,59$; $p < 0,001$).

Полученные результаты можно интерпретировать как показатель транскраниальной магнитной стимуляции объективно отражающий функциональное состояние кортикоспинального тракта, и рассматривать как информативные нейрофизиологические маркеры тяжести неврологического дефицита у детей с последствиями энцефалита и детским церебральным параличом после перенесённой нейроинфекции.

Результат анализа исследования комплексной оценки когнитивных вызванных потенциалов Р300 и лабораторных биомаркеров повреждения нервной ткани у детей с последствиями энцефалита и детским церебральным параличом после перенесённой нейроинфекции, представлен как следующий этап, необходимый для дифференцирования пациентов. Так, у пациентов обеих клинических групп регистрировались выраженные изменения параметров Р300, сопровождавшиеся достоверными нарушениями лабораторных показателей, отражающих степень нейронального повреждения и активность нейровоспалительного процесса.

Кроме того, у детей с последствиями энцефалита отмечалось достоверное увеличение латентности компонента Р300 ($368,4 \pm 29,6$ мс) по сравнению с контрольной группой ($312,7 \pm 18,4$ мс; $p < 0,001$), при умеренном снижении амплитуды ответа ($8,6 \pm 2,1$ мкВ против $13,1 \pm 2,5$ мкВ соответственно; $p < 0,001$). В группе детей с детским церебральным параличом изменения были более выраженными: латентность Р300 достигала $392,8 \pm 34,2$ мс, а амплитуда снижалась до $6,9 \pm 1,8$ мкВ ($p < 0,001$).

Одновременно выявлено статистически значимое повышение концентрации основного белка миелина (MBP), нейроспецифической эно-

лазы (NSE), белка S100B, интерлейкина-6 (IL-6) и С-реактивного белка (CRP) в обеих клинических группах относительно контроля. Наиболее высокие значения MBP ($5,82 \pm 1,04$ нг/мл), S100B ($0,186 \pm 0,041$ мкг/л) и IL-6 ($13,4 \pm 3,1$ пг/мл) зарегистрированы у пациентов с детским церебральным параличом, тогда как у детей с последствиями энцефалита наиболее выраженным оказалось повышение NSE ($21,6 \pm 4,3$ нг/мл), отражающее активность нейронального повреждения. Корреляционный анализ, при этом, указывает на тесную связь между нейрофизиологическими и лабораторными показателями. Увеличение латентности P300 сопровождалось повышением концентрации MBP ($r=0,68$; $p<0,001$), IL-6 ($r=0,61$; $p<0,001$) и S100B ($r=0,59$; $p<0,001$). Амплитуда P300 отрицательно коррелировала с уровнем NSE ($r=-0,64$; $p<0,001$) и выраженностью неврологического дефицита ($r=-0,71$; $p<0,001$). Наиболее сильная положительная взаимосвязь выявлена между уровнем MBP и степенью двигательных нарушений ($r=0,74$; $p<0,001$).

Результат оценки уровня полученных данных показал, что сочетание увеличения латентности P300, повышения концентрации MBP и белка S100B обладает наиболее высокой прогностической ценностью в отношении тяжести неврологического дефицита и функционального исхода заболевания. Использование нескольких взаимодополняющих биомаркеров позволило повысить точность стратификации пациентов по степени риска по сравнению с применением каждого показателя отдельно (табл. 2, 3).

С целью определения наиболее информативных прогностических критериев, проведён комплексный анализ взаимосвязи показателей транскраниальной магнитной стимуляции, когнитивных вызванных потенциалов P300 и лабораторных биомаркеров с выраженностью невроло-

гического дефицита у обследованных детей, представленный в таблице 3. Выявлено, что каждый из исследуемых показателей обладал самостоятельной диагностической значимостью, однако наибольшая прогностическая ценность достигалась при их комплексной оценке. Наиболее тесная взаимосвязь с тяжестью двигательных нарушений выявлена для уровня основного белка миелина (MBP) ($r=0,76$; $p<0,001$), времени центрального моторного проведения по данным ТМС ($r=0,72$; $p<0,001$) и латентности компонента P300 ($r=0,69$; $p<0,001$). Многофакторный анализ при статистике показателей, что увеличение концентрации MBP более $5,0$ нг/мл, повышение уровня белка S100B более $0,15$ мкг/л, удлинение латентности P300 свыше 380 мс и увеличение времени центрального моторного проведения более 13 мс достоверно ассоциировались с высоким риском формирования тяжёлого неврологического дефицита (OR=4,82; 95% ДИ 2,31–10,06; $p<0,001$). Наибольшей прогностической информативностью, при чем, обладала комбинированная модель, включавшая показатели ТМС, латентность P300, уровни MBP и S100B. Использование данной модели обеспечивало более высокую точность прогнозирования тяжести заболевания по сравнению с оценкой каждого показателя отдельно. При сочетанном повышении всех четырёх параметров вероятность развития выраженного двигательного и когнитивного дефицита возрастала более чем в пять раз (OR=5,64; 95% ДИ 2,74–11,58; $p<0,001$). Полученные результаты свидетельствуют, что комплексное использование нейрофизиологических и лабораторных биомаркеров позволяет объективно оценивать степень поражения центральной нервной системы, своевременно выявлять детей группы высокого риска и прогнозировать вероятность формирования стойкого неврологического дефицита.

Таблица 1. Показатели транскраниальной магнитной стимуляции у обследованных детей

Показатель	Последствия энцефалита (n=64)	ДЦП (n=61)	Контроль (n=35)	χ^2/F	r	95% ДИ	p
Моторный порог покоя, % (M $\pm$ SD)	63,8 $\pm$ 8,4	71,6 $\pm$ 9,2	49,7 $\pm$ 5,8	F=39,84	0,68	0,54–0,79	<0,001
Повышенный моторный порог, n (%)	36 (56,3)	47 (77,0)	0	$\chi^2=6,32$	0,43	0,21–0,60	0,012
Латентность МВП, мс	24,6 $\pm$ 2,8	27,1 $\pm$ 3,2	20,9 $\pm$ 1,8	F=48,15	0,70	0,57–0,81	<0,001
Амплитуда МВП, мВ	1,82 $\pm$ 0,39	1,41 $\pm$ 0,36	2,37 $\pm$ 0,42	F=54,63	-0,66	-0,78 – -0,50	<0,001
Время центрального моторного проведения, мс	11,8 $\pm$ 1,9	13,9 $\pm$ 2,2	8,7 $\pm$ 1,1	F=52,16	0,71	0,59–0,81	<0,001
Межполушарная асимметрия, %	9,6 $\pm$ 3,1	15,2 $\pm$ 4,4	4,1 $\pm$ 1,8	F=31,42	0,58	0,41–0,71	<0,001

Примечание. МВП - моторный вызванный потенциал; χ^2 - критерий Пирсона; F - однофакторный дисперсионный анализ; r - коэффициент корреляции; 95% ДИ - 95% доверительный интервал; различия считали статистически значимыми при $p<0,05$

Таблица 2. Комплексная характеристика нейрофизиологических и лабораторных биомаркеров

Показатель	Последствия энцефалита (n=64)	ДЦП (n=61)	Контроль (n=35)	χ^2/F	r	95% ДИ	p
Латентность P300, мс	368,4±29,6	392,8±34,2	312,7±18,4	F=58,34	0,72	0,60–0,81	<0,001
Амплитуда P300, мкВ	8,6±2,1	6,9±1,8	13,1±2,5	F=62,81	-0,69	-0,80 – -0,56	<0,001
MBP, нг/мл	4,91±0,96	5,82±1,04	2,14±0,51	F=69,25	0,74	0,63–0,83	<0,001
NSE, нг/мл	21,6±4,3	18,9±3,8	10,2±2,1	F=46,12	0,58	0,43–0,71	<0,001
S100B, мкг/л	0,151±0,036	0,186±0,041	0,072±0,018	F=55,63	0,67	0,54–0,78	<0,001
IL-6, пг/мл	10,8±2,7	13,4±3,1	3,9±1,2	F=73,44	0,71	0,59–0,81	<0,001
CRP, мг/л	7,1±2,3	8,8±2,6	2,4±0,9	F=41,83	0,55	0,39–0,69	<0,001

Примечание. MBP - основной белок миелина; NSE - нейроспецифическая энтолаза; S100B - кальций-связывающий белок S100B; IL-6 - интерлейкин-6; CRP - С-реактивный белок; r - коэффициент корреляции; 95% ДИ - 95% доверительный интервал; различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$

Таблица 3. Наиболее информативные прогностические биомаркеры тяжёлого неврологического дефицита

Биомаркер	Пороговое значение	r	OR	95% ДИ	p
Время центрального моторного проведения (ТМС)	>13 мс	0,72	4,28	2,10–8,74	<0,001
Латентность P300	>380 мс	0,69	4,05	1,94–8,46	<0,001
MBP	>5,0 нг/мл	0,76	4,82	2,31–10,06	<0,001
S100B	>0,15 мкг/л	0,67	3,96	1,88–8,35	<0,001
IL-6	>12 пг/мл	0,63	3,42	1,67–7,04	0,001
Комбинированная модель (ТМС + P300 + MBP + S100B)	-	0,84	5,64	2,74–11,58	<0,001

Это создаёт предпосылки для раннего назначения персонализированных лечебно-реабилитационных мероприятий и повышения эффективности длительного наблюдения пациентов.

Выводы:

1. У детей с последствиями энцефалита и детским церебральным параличом после перенесённой нейроинфекции выявлены достоверные изменения нейрофизиологических показателей, характеризующие нарушение функционального состояния центральной нервной системы. Наиболее выраженные отклонения параметров транскраниальной магнитной стимуляции и когнитивных вызванных потенциалов P300 наблюдались у пациентов с более тяжёлым неврологическим дефицитом ($p < 0,05$).

2. Повышение концентрации основного белка миелина (MBP), нейроспецифической энтолазы (NSE), белка S100B, интерлейкина-6 (IL-6) и С-реактивного белка (CRP) отражает выраженность процессов нейронального повреждения, демиелинизации и нейровоспаления, достоверно коррелируя с клинической тяжестью заболевания и функциональными нарушениями ($r = 0,58–0,76$; $p < 0,05$).

3. Комплексная оценка результатов транскраниальной магнитной стимуляции, когнитивных вызванных потенциалов P300 и лабораторных биомаркеров обладает более высокой

прогностической информативностью по сравнению с использованием каждого показателя отдельно и позволяет объективно прогнозировать степень неврологического дефицита у детей с последствиями энцефалита и детским церебральным параличом после перенесённой нейроинфекции.

4. Использование комплекса нейрофизиологических и лабораторных биомаркеров может служить дополнительным объективным инструментом стратификации пациентов по степени риска, индивидуализации лечебно-реабилитационной тактики и динамического мониторинга эффективности проводимой терапии в детской неврологической практике.

Литература:

1. Bardhan M., Suresh V., Gupta S., et al. Identification of putative biomarkers in cerebral palsy: a meta-analysis and meta-regression // *Pediatric Neurology*. - 2024. - Vol. 161. - P. 43–54.
2. Burgess B.L., Cho E., Honigberg L., et al. Neurofilament light as a predictive biomarker of unresolved chemotherapy-induced peripheral neuropathy in subjects receiving paclitaxel and carboplatin // *Scientific Reports*. - 2022. - Vol. 12. - Art. 15593.
3. Gudowska-Sawczuk M., Mroczko B. Selected biomarkers of tick-borne encephalitis: a review // *International Journal of Molecular Sciences*. - 2021. - Vol. 22. - Art. 4216.

4. Himmelmann K., Uvebrant P. The panorama of cerebral palsy in Sweden. Part XIII. Changing patterns in the birth-year period 2015–2018 // *Acta Paediatrica*. - 2021. - Vol. 110, No. 10. - P. 2718–2725.
5. Hu J., et al. Diagnostic and prognostic value of serum S100B in sepsis-associated encephalopathy: a systematic review and meta-analysis // *Frontiers in Immunology*. - 2023. - Vol. 14. - Art. 1102126.
6. Imataka G., Kuwashima S., Yoshihara S. A comprehensive review of pediatric acute encephalopathy // *Journal of Clinical Medicine*. - 2022. - Vol. 11, No. 19. - Art. 5921.
7. Jawad M., Uthirapathy S., Altalbawy F.M.A., Oghenemaro E.F., Rizaev J., Lal M., Eldesoqui M., Sharma N., Pramanik A., Al-Hamairy A.K. Examining the role of antioxidant supplementation in mitigating oxidative stress markers in Alzheimer's disease: a comprehensive review // *Inflammopharmacology*. - 2025. - Vol. 33, No. 2. - P. 573–592.
8. Kim S.H. Promising candidate cerebrospinal fluid biomarkers of pediatric neurological disorders // *Clinical and Experimental Pediatrics*. - 2021. - Vol. 64, No. 10. - P. 505–514.
9. McIntyre S., Goldsmith S., Webb A., et al. Global prevalence and epidemiology of cerebral palsy: a systematic analysis // *Developmental Medicine & Child Neurology*. - 2022. - Vol. 64, No. 12. - P. 1494–1506.
10. Novak I., Morgan C., Fahey M., et al. State of the Evidence Traffic Lights 2023: systematic review of interventions for preventing and treating cerebral palsy // *Current Neurology and Neuroscience Reports*. - 2023. - Vol. 23. - P. 685–705.
11. Pareja J.M., Bennett T.D., Kochanek P.M., et al. Biomarkers in moderate to severe pediatric traumatic brain injury: a review // *Children (Basel)*. - 2022. - Vol. 9. - Art. 548.
12. Paton M.C.B., et al. Inflammation in cerebral palsy: pathogenic mediator or comorbidity? A scoping review // *Journal of Clinical Medicine*. - 2022. - Vol. 11. - Art. 7368.
13. Rizaev J.A., Djurabekova A.T., Kasimov A.A., Mamurova M.M. Objectivization of the clinical and neurological picture of repeated stroke in the elderly // *Uzbek Journal of Case Reports*. - 2023. - Vol. 3, No. 3. - P. 15–22.
14. Rizaev J.A., Khaidarov N.K. Clinical, epidemiological and etiopathogenetic study of ischemic stroke // *Journal of Neurology and Neurosurgical Research*. - 2020. - Vol. 1, No. 1. - P. 11–15.
15. Rizaev J.A., Khakimova S.Z., Muzaffarova N.Sh., Akhmadeeva L.R. Additional approaches to functional and imaging brain diagnostics in the development of individualized care strategies for patients with neurological problems // *Uzbek Journal of Case Reports*. - 2023. - Vol. 3, No. 4. - P. 15–19.
16. Rizayev J.A., Khakimova S.Z. Brain regeneration: stem cell therapy for neurodegenerative diseases //

Journal of Biomedicine and Practice. - 2024. - Vol. 9, No. 2.

17. Santoro J.D., Dale R.C., Armangue T., et al. Auto-immune encephalitis in children: current concepts in diagnosis and management // *Lancet Child & Adolescent Health*. - 2024. - Vol. 8.

ПРОГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ БИОМАРКЕРОВ ПРИ ПОСЛЕДСТВИЯХ ЭНЦЕФАЛИТА И ДЕТСКОМ ЦЕРЕБРАЛЬНОМ ПАРАЛИЧЕ ПОСЛЕ НЕЙРОИНФЕКЦИИ

Ниязов Ш.Т., Норова Б.Б.

Резюме. Актуальность. Поиск объективных прогностических критериев при последствиях энцефалита и детском церебральном параличе после перенесённой нейроинфекции является одной из актуальных задач современной детской неврологии. Наибольший интерес представляет комплексная оценка нейрофизиологических и лабораторных биомаркеров, отражающих функциональное состояние и степень повреждения центральной нервной системы. Цель исследования. Оценить прогностическое значение нейрофизиологических и лабораторных биомаркеров при последствиях энцефалита и детском церебральном параличе после перенесённой нейроинфекции. Материалы и методы. Проведено проспективное сравнительное исследование с участием 160 детей, включая 64 пациента с последствиями энцефалита, 61 ребёнка с детским церебральным параличом после перенесённой нейроинфекции и 35 практически здоровых детей. Выполнены клиничко-неврологическое обследование, транскраниальная магнитная стимуляция, регистрация когнитивных вызванных потенциалов P300, определение уровней MBP, NSE, S100B, IL-6 и CRP с последующим статистическим анализом. Результаты. У детей обеих клинических групп выявлены достоверные изменения показателей транскраниальной магнитной стимуляции, когнитивных вызванных потенциалов P300 и лабораторных биомаркеров по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$). Установлены статистически значимые корреляции между уровнями MBP, NSE, S100B, IL-6, параметрами P300, показателями ТМС и выраженностью неврологического дефицита ($r = 0,58–0,76$). Наибольшей прогностической информативностью обладала комбинированная модель, включавшая показатели ТМС, P300, MBP и S100B. Заключение. Комплексная оценка нейрофизиологических и лабораторных биомаркеров позволяет повысить точность прогнозирования тяжести неврологического дефицита и может использоваться для стратификации риска, выбора индивидуализированной лечебно-реабилитационной тактики и мониторинга эффективности терапии у детей с последствиями энцефалита и детским церебральным параличом после перенесённой нейроинфекции.

Ключевые слова: последствия энцефалита, детский церебральный паралич, нейрофизиология, транскраниальная магнитная стимуляция, P300, биомаркеры, MBP, NSE, S100B, прогноз.