

DOI: 10.32364/2618-8430-2021-4-3-254-259

Возможности транскраниальной доплерографии в диагностике и прогнозе течения синдрома двигательных нарушений у детей в восстановительном периоде гипоксически-ишемической энцефалопатии

К.А. Пуголовкин, Е.А. Ефимова, Е.А. Домбровская, И.Ю. Платонова, А.А. Соловьев

ГБУЗ «НПЦ ДП ДЗМ», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: изучить состояние мозгового кровообращения в бассейне основной артерии (ОА) у детей с синдромом двигательных нарушений (СДН) и задержкой моторного развития (ЗМР) в позднем восстановительном периоде гипоксически-ишемической энцефалопатии и определить его значение для объективизации клинических данных и динамической оценки реабилитации.

Материал и методы: было обследовано 28 детей (средний возраст 1 год 7 мес.) с СДН с темповой ЗМР в результате перенесенного гипоксически-ишемического поражения ЦНС перинатального периода, без нижнего парапареза и признаков аномалий Виллизиева круга по данным доплерографии. Допплерографические исследования проводили через субокципитальный доступ в сроки от 3 мес. до 8 мес. с интервалом 3–4 мес. Оценивали параметры кровотока по ОА: индекс периферического сопротивления (RI) и среднюю скорость кровотока (Vm). Ретроспективно дети были разделены на 3 группы по степени ЗМР (легкая, средняя, тяжелая) и срокам овладения навыками самостоятельной ходьбы. Сравнивали средние величины в каждой группе, превышение или снижение относительно интервала референсных значений для данной возрастной группы.

Результаты исследования: выявлена зависимость степени ЗМР и сроков прогнозируемого приобретения функции самостоятельной ходьбы от величин RI и Vm. Диагностически значимым для ранжирования детей по тяжести состояния был показатель RI, величина отклонения которого от референсного интервала соответствовала степени ЗМР. Изолированное повышение Vm при нормальных показателях RI регистрировали у детей с ЗМР за 1–3 мес. до овладения навыками самостоятельной ходьбы, такой вариант кровотока является переходным в период клинического улучшения у части детей.

Выводы: получен комплекс инструментальных данных, позволяющий охарактеризовать каждую степень ЗМР в зависимости от величины отклонения RI от нормы в бассейне ОА. Выявлена последовательность изменений показателей церебрального кровотока, совпадающая с динамикой клинического течения: нормализация величины RI с последующим постепенным восстановлением скоростных показателей кровотока.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: синдром двигательных нарушений, задержка моторного развития, транскраниальная доплерография, основная артерия, индекс периферического сопротивления RI, средняя скорость кровотока Vm.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Пуголовкин К.А., Ефимова Е.А., Домбровская Е.А. и др. Возможности транскраниальной доплерографии в диагностике и прогнозе течения синдрома двигательных нарушений у детей в восстановительном периоде гипоксически-ишемической энцефалопатии. РМЖ. Мать и дитя. 2021;4(3):254–259. DOI: 10.32364/2618-8430-2021-4-3-254-259.

Transcranial Doppler ultrasound is a diagnostic and predicting tool for movement disorders in children after hypoxic ischemic encephalopathy

K.A. Pugolovkin, E.A. Efimova, E.A. Dombrovskaya, I.Yu. Platonova, A.A. Solov'ev

Research Practical Center for Children's Psychoneurology, Moscow, Russia

ABSTRACT

Aim: to assess brain circulation in the regions supplied by the basilar artery (BA) in children with movement disorders and motor skill delay in the late rehabilitative period after hypoxic ischemic encephalopathy and its importance for the objectivity of clinical data and evaluation of rehabilitative effect.

Patients and Methods: 28 children (mean age one year seven months) with movement disorders and motor skill delay (after hypoxic ischemic CNS lesion in the perinatal period) without lower extremity paraparesis or Willis circle abnormalities (by Doppler ultrasound) were examined. Doppler ultrasound was performed using the suboccipital approach at 3–8 months with 3–4-month intervals. The parameters of blood flow in BA, i.e., resistivity index (RI) and mean blood flow velocity (Vm), were measured. Retrospectively, children were divided into three groups based on motor skill delay severity (mild, moderate, or severe) and time for standing unaided to walking. Mean values in the groups and relative deviations (increase/decrease) from reference values in a given age group were compared.

Results: motor skill delay severity and predicting time for standing unaided to walking correlated with RI and Vm. RI was a diagnostically valuable parameter whose reference values differed from motor skill delay severity. Isolated increase in Vm and normal RI were reported in children with motor skill delay 1–3 months before standing unaided to walking. This type of blood circulation is a transitional one during clinical improvement in some children.

Conclusions: a set of instrumental data allow for describing motor skill delay severity depending on RI deviations from normal values in the regions supplied by BA. The sequence of brain circulation parameter changes is in line with the clinical course, e.g., RI normalization and further gradual recovery of blood flow velocity.

KEYWORDS: movement disorders, motor skill delay, Transcranial Doppler ultrasound, basilar artery, resistivity index RI, mean blood flow velocity Vm.

FOR CITATION: Pugolovkin K.A., Efimova E.A., Dombrovskaya E.A. et al. Transcranial Doppler ultrasound is a diagnostic and predicting tool for movement disorders in children after hypoxic ischemic encephalopathy. *Russian Journal of Woman and Child Health*. 2021;4(3):254–259 (in Russ.). DOI: 10.32364/2618-8430-2021-4-3-254-259.

ВВЕДЕНИЕ

Синдром двигательных нарушений (СДН) является одним из синдромов восстановительного периода гипоксически-ишемической энцефалопатии (ГИЭ), который, в зависимости от патогенеза, локализации и объема повреждения мозговой ткани, проявляется умеренными и тяжелыми отклонениями мышечного тонуса, формирования позы, движений и моторных навыков [1]. Восстановительный период болезней центральной нервной системы перинатального периода обозначен в пределах от 1 мес. до 12 мес., для недоношенных детей сроки продлеваются до 24 мес. Концепция восстановительного периода подразумевает определенную временную условность, теоретически он не может закончиться, если дефект остается после указанного срока [2].

С позиций семиотики наиболее частыми проявлениями СДН являются синдромы пирамидной и экстрапирамидной недостаточности, нарушения статики, локомоции, часто в сочетании с нарушениями высших корковых функций. Двигательные нарушения по вариантам клинического течения могут быть как стойкими (органическими) и проявляться формами церебрального паралича, так и преходящими (транзиторными) в виде темповой задержки формирования функции контроля позы, вертикализации и самостоятельной ходьбы. О наличии и выраженности СДН церебрального происхождения целесообразно судить после 56–60 нед. постменструального возраста [3].

Традиционно в нашей стране задержка психомоторного развития рассматривается в рамках единого синдрома, однако в зарубежных неврологических школах задержка моторного развития (motor delay) рассматривается независимо от задержки интеллектуального развития (mental retardation). Для задержки моторного развития (ЗМР) нет строгого определения, и обычно под этим термином понимают временное отставание формирования двигательных навыков более чем на 30% по моторному коэффициенту (motor quotient). Постановка диагноза ЗМР основывается на трех основных параметрах: развитии моторных навыков, данных классического неврологического осмотра и признаках неврологической и моторной зрелости [4].

В остром периоде ГИЭ с целью точной оценки степени повреждения головного мозга проводится инструментальная диагностика топики и патоморфологии поражения с применением КТ, МРТ, ЭЭГ и вызванных потенциалов. В восстановительном/резидуальном периоде, когда этиология и патогенез поражения известны и уже не являются основными целями лечения, акцент медицинской помощи смещается в сторону проведения реабилитации, а инструментальные исследования отходят на второй план. Традиционно оценка эффективности лечения и реабилитации проводится клиническими методами с применением разнообразных шкал психомоторного развития (шкала

Л.Т. Журба, календарный метод профессора В.П. Зыкова, шкалы Bayley, Griffiths, Denver, шкала неврологического осмотра младенцев Хаммерсмита и т. п.) [2].

В повседневной практике возникает потребность в дополнительных критериях эффективности реабилитации для решения вопроса о целесообразности модификации лечебных мероприятий. Для такой цели доступен метод транскраниальной доплерографии (ТКДГ) основной артерии (ОА). Принято считать, что данный метод особенно информативен при окклюзионных поражениях церебральных сосудов. В неонатологии для оценки мозгового кровотока в остром периоде ГИЭ диагностическая ценность доплерографии невелика. Это обусловлено тем, что показатели зависят от фазовых изменений кровотока после родов и фактора гипоксии. Другими словами, интерпретация осложняется тем, что нелегко отличить физиологические фазовые изменения кровотока в послеродовом адаптационном периоде от заведомо патологических признаков потери ауторегуляции [5].

В настоящее время ТКДГ занимает определенное место в ряду методов инструментальной диагностики перинатальной патологии. Так, в остром периоде ГИЭ с помощью ТКДГ выявляют изменения мозгового кровотока, характеризующие дезадаптацию глубоко недоношенных детей, оценивают степень флуктуации мозгового кровотока при снижении индекса резистентности и скорости венозного кровотока [6]. Определены различия мозгового кровотока у доношенных и недоношенных детей, сформулированы прогностические признаки [7]. Выявлено, что на протяжении нескольких месяцев жизни у недоношенных детей церебральный кровоток характеризуется высокой резистентностью сосудов и интенсивным увеличением скорости в передней мозговой артерии и ОА. Наиболее информативными показателями являются индекс резистентности Пурселло (RI) и пульсаторный индекс. Отмечено, что при легкой форме ГИЭ показатели мозгового кровотока быстро восстанавливаются, а при тяжелых формах имеют разнонаправленные отклонения в остром и раннем восстановительном периодах [8, 9].

В раннем восстановительном периоде ГИЭ можно судить о динамике восстановления тонуса сосудистого русла. Индекс резистентности возвращается в пределы 0,65–0,69, что имеет существенное прогностическое значение. По этой фазе можно предположить стойкое резидуальное изменение регуляции тонуса артериального сосудистого русла, если RI остается сниженным (менее 0,65) [10].

В отдаленном периоде при формировании синдрома детского церебрального паралича (ДЦП) выделяются доплерографические паттерны стенозирования магистральных артерий, шунтирования, остаточного кровотока, затрудненной перфузии, эмболии, ангиодистонии по гипотоническому или гипертензивному типу, дистальной вазоконстрикции или атонии, венозной дисциркуляции. Показатели крово-

тока в вертебро-базиллярной системе характеризуются значительным повышением тонуса, вторичным недостатком кровотока по позвоночным артериям и по ОА [11].

У детей раннего возраста с церебральной ишемией перинатального периода также проводился анализ линейных скоростей кровотока — выявлялись выраженные признаки ангиодистонии [12]. Однако в доступной нам литературе не обнаружено работ, посвященных ТКДГ как методу инструментального определения степени ЗМР и динамической оценки параметров церебрального кровотока у таких детей на последующих этапах позднего восстановительного периода ГИЭ.

В отношении тяжелых последствий ГИЭ 2–3-й степени — стойких (органических) клинических форм (различные формы гидроцефалии, тяжелые органические формы нарушения психического развития, тяжелые формы нарушений моторного развития в виде ДЦП, симптоматические формы эпилепсии) диагностический и лечебный алгоритм, а также реабилитационный прогноз представляются вполне очевидными. Однако что касается последствий менее тяжелых вариантов ГИЭ, формирующих транзиторные клинические формы, то здесь дать реабилитационный прогноз, определить степень компенсации и сроки приобретения детьми моторных навыков становится для врача трудной задачей. Понятно, что в данном случае патологическую постуральную активность можно расценивать как переходную фазу перед полным восстановлением функции, но именно в этом периоде труднее всего установить грань нормы и патологии [13].

Удобство применения доплерографии ОА в раннем и младшем детском возрасте обусловлено относительно короткой продолжительностью исследования (локация в одной позиции, одной артерии) и, соответственно, снижением вероятности двигательных артефактов, что позитивно сказывается на качестве результатов. Возрастные нормативы доплерографических показателей у детей раннего возраста определены нечетко, в связи с чем в нашей работе мы использовали референсные значения нормальных параметров мозгового кровотока, полученные при анализе 6000 клинически здоровых детей в возрасте от 1 года до 14 лет [14].

Практическая необходимость использовать в клинической работе инструментальные показатели церебральной гемодинамики обусловлена недостаточной полнотой клинической оценки динамики восстановления ребенка раннего возраста после перенесенной ГИЭ.

Цель исследования: изучить состояние мозгового кровообращения в бассейне ОА у детей с синдромом двигательных нарушений и ЗМР в позднем восстановительном периоде ГИЭ и определить его значение для объективизации клинических данных и динамической оценки реабилитации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследование вошли 28 детей с СДН с темповой ЗМР в результате перенесенного гипоксически-ишемического поражения ЦНС перинатального периода (код по МКБ-10 G 93.4, G 96.8), не имеющие нижнего парапареза, а также без признаков аномалий Виллизиева круга по данным ТКДГ. Возраст детей составил 1–2 года (средний возраст 1 год 7 мес.), соотношение мальчиков и девочек 1,5:1. Степень задержки оценивали по календарному методу, предложенному профессором В.П. Зыковым [2]. Клиниче-

ское неврологическое обследование проводили по стандартным методикам.

Допплерографические исследования проводили на протяжении 3–8 мес. с интервалом 3–4 мес. Исследования выполняли на ультразвуковом аппарате «Toshiba Aplio 500» с помощью секторного датчика pst-25bt 2,5 МГц. Для исследования линейной скорости мозгового кровотока (ЛСК) использовали ультразвуковое субокципитальное окно. Проведена оценка ЛСК в ОА, анализировали следующие показатели: RI, среднюю скорость кровотока (V_m). Сравнивали средние величины в каждой группе, повышение или снижение относительно референсных значений в конкретной возрастной группе. Всего проведено 49 доплерографических исследований.

Ретроспективно дети были разделены на 3 группы по степени ЗМР и срокам овладения навыками самостоятельной ходьбы: 1-я группа ($n=12$) — легкая степень ЗМР (начало самостоятельной ходьбы отмечалось к возрасту 1 год 3 мес.); 2-я группа ($n=6$) — средняя степень ЗМР (начало ходьбы отмечалось до 1 года 6 мес.); 3-я группа ($n=10$) — тяжелая ЗМР (начало ходьбы отмечалось позже 1 года 6 мес.). Группу контроля составили 10 детей без двигательных нарушений.

Статистическую обработку проводили в программе Statistica 6.0. Для сравнения показателей использовали непараметрический U-критерий Манна — Уитни. Статистически значимыми считали различия при $p<0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Все дети основных групп имели аномальные показатели церебрального кровотока в бассейне ОА по данным ТКДГ.

Ультразвуковые синдромы представлены следующими вариантами:

- 1) изолированное повышение RI, гипертонический тип, — 5 человек, средний RI 0,65;
- 2) изолированное снижение RI, гипотонический тип, — 4 человека, средний RI 0,44;
- 3) сочетанное повышение V_m и RI, комбинированный тип, — 10 человек, средний RI 0,65, средняя V_m 66,1 см/с;
- 4) изолированное повышение V_m , гиперкинетический тип, — 9 человек, средняя V_m 58,37 см/с.

Группу контроля ($n=10$) составили дети с нормальным типом кровотока: средний RI 0,58, средняя V_m 49,7 см/с.

В группе легкой степени ЗМР количественно преобладали пациенты с высокими показателями V_m и RI (гипертонический тип и комбинированный тип), всего 58%, изолированно высокие параметры V_m отмечались в 42% случаев. Группа средней степени ЗМР характеризовалась высокими значениями показателя периферического сопротивления RI — преимущественно гипертоническим и комбинированным типом кровотока (50% и 32% соответственно). Дети с низкими значениями RI (гипотонический тип) наблюдались исключительно в группе тяжелой степени ЗМР и составили 40% от числа детей в этой группе (рис. 1).

При сравнении параметров кровотока по каждой группе ЗМР выявлены следующие особенности. Степень отклонения индекса RI от референсных значений соответствовала тяжести ЗМР. По уровню повышения RI группы легкой и средней степени ЗМР различались между собой и отличались от контрольной группы. Группа тяжелой степени ЗМР характеризовалась как повышенными, так и сниженными

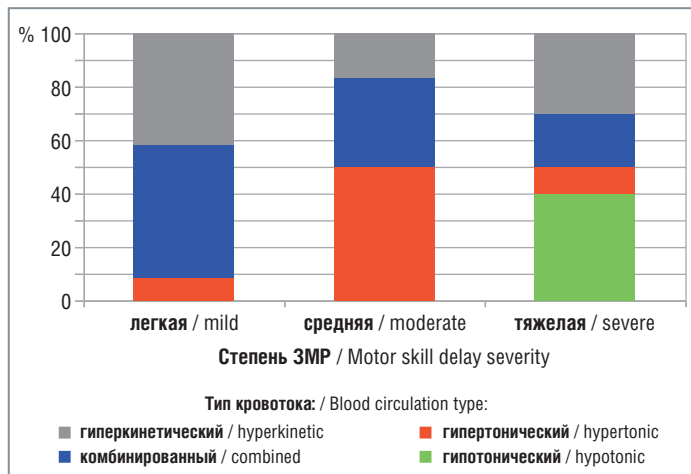


Рис. 1. Распределение типов церебрального кровотока по группам ЗМР

Fig. 1. Distribution of blood circulation types by motor skill delay groups

Таблица 1. Средние показатели RI и отклонения от нормы в группах с ЗМР

Table 1. Mean RIs and their deviations in motor skill delay groups

Степень ЗМР / Motor skill delay severity	RI _{ср} / Mean Ri	% отклонения от референсного интервала / % of deviations from reference values	
Легкая (n=12) / Mild (n=12)	0,62	8,7*	
Средняя (n=6) / Moderate (n=6)	0,67	17,5*,**	
Тяжелая (n=10) / Severe (n=10)	0,69	0,44***,****	19,3 -13,7***,****

Примечание. Для группы тяжелой степени ЗМР отдельно вычислены средние значения RI среди высоких и низких показателей периферического сопротивления.

Статистическая значимость различий при $p < 0,05$: * — по сравнению с контролем, ** — по сравнению с группой легкой степени ЗМР, *** — по сравнению с группой средней степени ЗМР.

Note. In the severe motor skill delay group, individual mean RIs among high and low values are represented.

Significant differences at $p < 0,05$: *, compared to the control group; **, compared to mild motor skill delay group; ***, compared to moderate motor skill delay group.

значениями RI. Причем статистически значимые различия с детьми с легкой и средней степенью ЗМР и с контрольной группой были выявлены только при низких значениях RI. А высокие значения RI в группе тяжелой степени ЗМР отличались от значений в группах легкой и средней степени ЗМР только на уровне тенденции (табл. 1).

По уровню повышения Vm выявлена достоверная разница с контрольной группой. Различия показателей Vm между группами ЗМР находились на уровне тенденции к более высоким значениям ЛСК в группе детей с легкой степенью ЗМР (табл. 2).

Выявлена достоверная прямая зависимость между повышением RI и тяжестью ЗМР во всех трех группах ЗМР при комбинированном типе кровотока. Аналогичная прямая зависимость при гипертоническом типе кровотока наблюдалась при сравнении групп легкой и средней тяже-

сти ЗМР, тогда как при сравнении групп с тяжелой и среднетяжелой ЗМР при гипертоническом типе кровотока ее не обнаружено. Группа тяжелой ЗМР характеризовалась достоверно низкими показателями RI (гипотонический тип кровотока). Отмечена тенденция к более высоким показателям Vm (при комбинированном типе кровотока) в группе легкой степени ЗМР. Скоростные показатели кровотока при гиперкинетическом типе достоверно не отличались по группам ЗМР.

По мере приобретения с возрастом двигательных функций отмечалась нормализация доплерографических показателей кровотока в ОА. На начальном этапе клинического восстановления нормализовались значения RI (рис. 2), а у детей с исходными высокими скоростными показателями (комбинированный тип) после нормализации RI постепенно снижалась Vm.

Достоверно различались исходные показатели RI и показатели RI в динамике клинического улучшения в группах легкой и средней степени ЗМР. В группе тяжелой ЗМР достоверна нормализация низких значений RI ($p < 0,05$) (см. рис. 2).

Гиперкинетический тип кровотока являлся переходным в период клинического улучшения у 70% детей с комбинированным типом кровотока и у 22% детей с исходно аномальным RI (гипертонический и гипотонический типы). Важно отметить, что указанная динамика показателей RI и Vm предшествовала клиническому улучшению (в сроки 1–3 мес.) и сохранялась в периоде освоения нового двигательного навыка. Достоверно снижались показатели Vm в группах с легкой и средней степенью ЗМР ($p < 0,05$). В группе тяжелой степени ЗМР динамика скорости кровотока диагностически незначима (рис. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам проведенного исследования выявлена зависимость степени ЗМР и сроков прогнозируемого приобретения функции самостоятельной ходьбы от величин RI и Vm. Диагностически значимым для ранжирования детей по тяжести состояния явился показатель RI, величина отклонения которого от референсного интервала соответствовала степени ЗМР:

- ♦ легкая степень ЗМР соответствовала повышению RI в пределах 10% (в диапазоне 0,61–0,63) относительно интервала референсных значений;
- ♦ средняя степень ЗМР соответствовала повышению RI на 11–20% (в диапазоне 0,64–0,68) относительно интервала референсных значений;
- ♦ тяжелая степень ЗМР соответствовала повышению RI более чем на 20% (0,69 и выше) относительно верхней границы либо снижению более чем на 10% (ниже 0,47) относительно нижней границы референсного интервала.

Сочетание тяжелой степени ЗМР с низкими показателями RI, выявленное в нашем исследовании, совпадает с данными литературы [10]. Сочетание высоких ЛСК и RI не имело самостоятельного значения, а динамика овладения моторными навыками зависела от уровня RI и соотносилась с той или иной степенью ЗМР. Наличие повышенных значений Vm, по нашему мнению, отражает компенсаторные механизмы на этапе процессов нормализации ауторегуляции церебрального кровотока.

Изолированное повышение ЛСК (Vm) при нормальных показателях RI (гиперкинетический тип) регистрировалось

Таблица 2. Средние показатели RI и Vm по группам ЗМР**Table 2.** Mean RIs and Vms in motor skill delay groups

Степень ЗМР Motor skill delay severity	Тип кровотока / Blood circulation type			
	гипотонический (n=4) hypotonic (n=4)	гипертонический (n=5) hypertonic (n=5)	комбинированный (n=10) combined (n=10)	гиперкинетический (n=9) hyperkinetic (n=9)
	RI	RI	RI	Vm, см/с / Vm, cm/s
Легкая / Mild	-	0,62*	0,63*	72,56*
Средняя / Moderate	-	0,67*,**	0,67*	63,3*
Тяжелая / Severe	0,44*	0,68*	0,7*	52,2*

Примечание. Статистическая значимость различий при $p < 0,05$: * — по сравнению с контролем, ** — по сравнению с группой легкой степени ЗМР.

Note. Significant differences at $p < 0,05$: *, compared to the control group; **, compared to mild motor skill delay group.

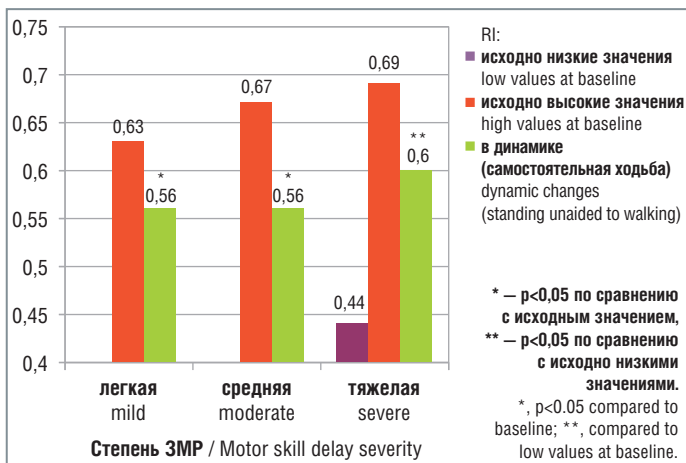


Рис. 2. Динамика среднего RI к периоду нормализации моторных функций при исходно аномальных показателях RI

Fig. 2. Changes in mean RI by the time of motor skill improvement in abnormal RIs at baseline

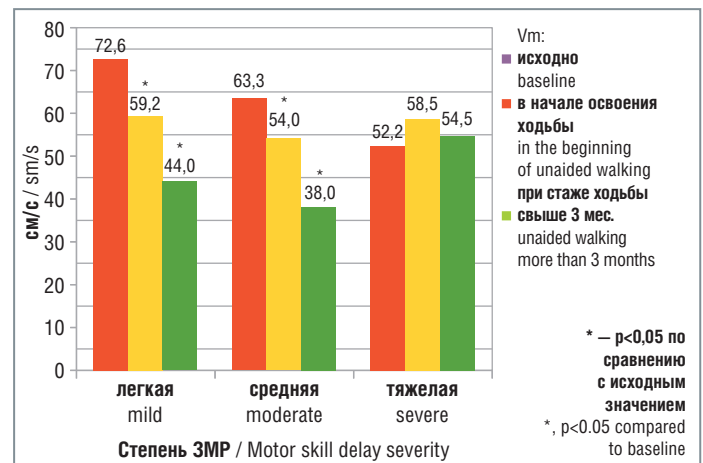


Рис. 3. Динамика средней Vm к периоду нормализации моторных функций при исходно высоких скоростных показателях кровотока

Fig. 3. Changes in mean Vms by the time of motor skill improvement in high Vms at baseline

у детей с ЗМР за 1–3 мес. до овладения навыками самостоятельной ходьбы и сохранялось после начала реализации моторной функции на протяжении 3–6 мес. с тенденцией к постепенной нормализации данного показателя. Таким образом, гиперкинетический тип церебрального кровотока является переходным в период клинического улучшения у части детей.

Основываясь на полученных данных, предполагаем, что показатели церебрального кровотока ОА можно использовать в качестве маркера степени ЗМР и объективизировать прогноз приобретения навыков ходьбы у детей с СДН и ЗМР в восстановительном периоде ГИЭ.

При динамической оценке результатов повторных ТКДГ наблюдалась следующая особенность: характеристики кровотока и прогнозируемые сроки овладения самостоятельной ходьбой не зависели от возраста ребенка в момент проведения исследования, другими словами, легкие изменения гемодинамики предполагали скорое наступление клинического улучшения даже при выраженной степени отставания ребенка. Однако этот вопрос требует дальнейшего изучения.

Выводы

1. Полнота представления о глубине дефекта при СДН и ЗМР и динамике этого состояния позволяет, с одной стороны, оптимизировать лечебный процесс,

а с другой — повлиять на вовлеченность родителей в процесс реабилитации, что безусловно отражается на их комплаентности. Немаловажное значение имеет и медико-экономический аспект лечения таких детей. Наличие в арсенале практикующего врача дополнительных методов объективизации оптимизирует лечебный и реабилитационный процесс.

2. Транскраниальную доплерографию бассейна ОА через субокципитальный доступ можно рассматривать как доступный объективный (скрининговый) метод динамической оценки тяжести двигательных нарушений и этапности формирования моторных навыков у детей младшего возраста с СДН, перенесших ГИЭ. Это обусловлено простотой локализации одной артерии при обследовании детей указанной возрастной группы с учетом их эмоциональной и поведенческой активности.
3. Определение доплерографических показателей кровотока в ОА удобно использовать в практической работе для объективизации клинико-инструментальной динамики на промежуточных этапах лечения с целью оценки необходимости коррекции реабилитационных мероприятий.
4. Получен комплекс инструментальных данных, позволяющий охарактеризовать каждую степень ЗМР в зависимости от величины отклонения RI от нормы в бассейне ОА: легкая и тяжелая степень ЗМР —

RI превышает референсный интервал в пределах 10% и на 10–20% соответственно; тяжелая степень ЗМР — превышение RI более чем на 20% или снижение более чем на 10% относительно верхней и нижней границ референсного интервала соответственно.

5. Выявлена последовательность изменений церебрального кровотока, соответствующая положительной клинической динамике: нормализация RI с последующим постепенным восстановлением скоростных показателей кровотока. Данные показатели могут быть использованы как маркеры состояния функций головного мозга, в основе которых лежит сохранность ауторегуляции церебрального кровотока.

Литература

1. Clinical Practice Guideline: Report of the Recommendations Motor Disorders. Assessment and Intervention for Young Children (0–3 years), USA, 2006.
2. Зыков П.А., ред. Лечение заболеваний нервной системы у детей. М.: Триада-Х; 2016.
3. Cioni G., Bos A., Einspieler C. et al. Early Neurological Signs in Preterm Infants with Unilateral Intraparenchymal Echodensity. *Neuropediatrics*. 2000;31:240–251.
4. Детская неврология. Выпуск 3: клинические рекомендации под ред. В.И. Гузевой. М.: ООО «МК»; 2015.
5. Scherjon S.A., Smolders-DeHaas H., Oosting H. et al. Neonatal cerebral circulation in relation to neurosonography and neurological outcome: a pulsed Doppler study. *Neuropediatrics*. 1994;25(4):208–213. DOI: 10.1055/s-2008-1073023.
6. Туликова С.А., Захарова Л.И. Особенности мозгового кровотока у глубоко недоношенных детей в динамике раннего неонатального периода. *Медицинский альманах*. 2014;2(32):111–114.
7. Зубарева Е.А., Дворяковский И.В., Зубарев А.Р., Сугак А.Б. Допплерография перинатальных поражений головного мозга. М.: Видар; 1999.
8. Сугак А.Б. Состояние церебральной гемодинамики при перинатальных энцефалопатиях у детей: Дис. ... канд. мед. наук. М.; 1999.
9. Гузева В.И., Иванов Д.О., Александрович Ю.С. Неотложная неврология новорожденных детей раннего возраста. СПб.: Спецлит; 2017.
10. Барашнев Ю.И. Перинатальная неврология. М.: Триада-Х; 2001.
11. Мутовкина Т.Г., Шорин Г.А. Состояние мозгового и внемозгового кровообращения у детей и подростков с церебральным параличом в динамике релаксационного оздоровления. *Вестник Южно-Уральского государственного университета*. 2008;19:21–25.
12. Долгих Г.Б. Особенности мозговой гемодинамики у детей раннего возраста в норме и при патологии. *Международный неврологический журнал*. 2007;1:60–66.
13. Петрухин А.С. Неврология детского возраста. М.: Медицина; 2004.
14. Абрамова М.Ф., Новоселова С.Н., Степанова И.А. Показатели нормы и особенности проведения ультразвуковых исследований брахиоцефальных сосудов у детей в возрастном аспекте. *Детские болезни сердца и сосудов*. 2014;4:15–25.

References

1. Clinical Practice Guideline: Report of the Recommendations Motor Disorders. Assessment and Intervention for Young Children (0–3 years), USA, 2006.
2. Zykov V.P., ed. Treatment of diseases of the nervous system in children. M.: Triada-X; 2016 (in Russ.).
3. Cioni G., Bos A., Einspieler C. et al. Early Neurological Signs in Preterm Infants with Unilateral Intraparenchymal Echodensity. *Neuropediatrics*. 2000;31:240–251.
4. Pediatric neurology. Issue 3: clinical guidelines. Ed. V.I. Guzeva. M.: LLC "MK"; 2015 (in Russ.).
5. Scherjon S.A., Smolders-DeHaas H., Oosting H. et al. Neonatal cerebral circulation in relation to neurosonography and neurological outcome: a pulsed Doppler study. *Neuropediatrics*. 1994;25(4):208–213. DOI: 10.1055/s-2008-1073023.
6. Tulikova S.A., Zakharova L.I. The peculiarities of cerebral blood flow of small premature infants in the dynamics of the early neonatal period. *Medical Almanac*. 2014;2(32):111–114 (in Russ.).
7. Zubareva E.A., Dvoryakovskiy I.V., Zubarev A.R., Sugak A.B. Doppler ultrasonography of perinatal brain lesions. M.: Vidar; 1999 (in Russ.).
8. Sugak A.B. The state of cerebral hemodynamics in perinatal encephalopathy in children: thesis. M.; 1999 (in Russ.).

9. Guzeva V.I., Ivanov D.O., Alexandrovich Yu.S. Emergency neurology of young children. SPb.: Spetslit; 2017 (in Russ.).
10. Barashnev Yu.I. Perinatal Neurology. M.: Triada-X; 2001 (in Russ.).
11. Mutovkina T.G., Shorin G.A. The state of cerebral and extracerebral circulation in children and adolescents with cerebral palsy in the dynamics of relaxation recovery. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta*. 2008;19:21–25 (in Russ.).
12. Dolgikh G.B. Features of cerebral hemodynamics in young children in health and disease. *International Neurological Journal*. 2007;1:60–66 (in Russ.).
13. Petrukhin A.S. Pediatric neurology. M.: Medicine; 2004 (in Russ.).
14. Abramova M.F., Novoselova S.N., Stepanova I.A. Indicators of norm and features of carrying out of brachiocephalic vessels researches at children in age aspect. *Children's heart and vascular diseases*. 2014;4:15–25 (in Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Пуголовкин Кирилл Анатольевич — врач-невролог 11-го отделения ГБУЗ «НПЦ ДП ДЗМ»; 119602, Россия, г. Москва, Мичуринский пр-т, д. 74; ORCID iD 0000-0001-8781-7803.

Ефимова Екатерина Андреевна — врач функциональной диагностики 11-го отделения ГБУЗ «НПЦ ДП ДЗМ»; 119602, Россия, г. Москва, Мичуринский пр-т, д. 74.

Домбровская Екатерина Андреевна — врач-невролог 11-го отделения ГБУЗ «НПЦ ДП ДЗМ»; 119602, Россия, г. Москва, Мичуринский пр-т, д. 74.

Платонова Ирина Юрьевна — врач-невролог 11-го отделения ГБУЗ «НПЦ ДП ДЗМ»; 119602, Россия, г. Москва, Мичуринский пр-т, д. 74.

Соловьев Андрей Александрович — врач-невролог, заведующий 11-м отделением ГБУЗ «НПЦ ДП ДЗМ»; 119602, Россия, г. Москва, Мичуринский пр-т, д. 74.

Контактная информация: Пуголовкин Кирилл Анатольевич, e-mail: pkirill-msk@mail.ru.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

Статья поступила 12.04.2021.

Поступила после рецензирования 06.05.2021.

Принята в печать 01.06.2021.

ABOUT THE AUTHORS:

Kirill A. Pugolovkin — neurologist of 11th Department, Research Practical Center for Children's Psychoneurology; 74, Michurinskiy av., Moscow, 119602, Russian Federation; ORCID iD 0000-0001-8781-7803.

Ekaterina A. Efimova — diagnostician of 11th Department, Research Practical Center for Children's Psychoneurology; 74, Michurinskiy av., Moscow, 119602, Russian Federation.

Ekaterina A. Dombrovskaya — neurologist of 11th Department, Research Practical Center for Children's Psychoneurology; 74, Michurinskiy av., Moscow, 119602, Russian Federation.

Irina Yu. Platonova — neurologist of 11th Department, Research Practical Center for Children's Psychoneurology; 74, Michurinskiy av., Moscow, 119602, Russian Federation.

Andrey A. Solov'ev — Head of 11th Department, Research Practical Center for Children's Psychoneurology; 74, Michurinskiy av., Moscow, 119602, Russian Federation.

Contact information: Kirill A. Pugolovkin, e-mail: pkirill-msk@mail.ru.

Financial Disclosure: no authors have a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

Received 12.04.2021.

Revised 06.05.2021.

Accepted 01.06.2021.