

ОСОБЕННОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДОППЛЕРОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СОСУДОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА И ШЕИ У ДЕТЕЙ, ВОСПИТЫВАЮЩИХСЯ В УЧРЕЖДЕНИЯХ СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЫ, ПЕРЕНЕСШИХ ХРОНИЧЕСКУЮ ВНУТРИУТРОБНУЮ ГИПОКСИЮ В АНТЕНАТАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ**© Удовенко А.А., Шестакова В.Н., Сосин Д.В., Евсеев А.В., Глущенко В.А., Индюкова Е.Д. Лямец Л.Л.***Смоленский государственный медицинский университет, Россия, 214019, Смоленск, ул. Крупской, 28**Резюме*

Цель. Выявить особенности основных показателей при проведении ультразвукового доплерографического исследования сосудов головного мозга и шеи у детей 7-11 лет, воспитывающихся в учреждениях социальной сферы для несовершеннолетних, перенесших хроническую гипоксию в антенатальном периоде тактического подхода по оказанию помощи на данном этапе развития.

Методика. В исследовании принимали участие 110 детей младшего школьного возраста, воспитывающихся в учреждениях социальной сферы для несовершеннолетних (n=110). В основную группу вошли 60 детей, испытывающих хроническую внутриутробную гипоксию (n=60), остальные 50 детей, без хронической гипоксии в антенатальном периоде, составили группу сравнения (n=50). Ультразвуковое исследование проводилось при помощи аппарата «SIEMENS Acuson X-300». Во время проведения обследования использовались стандартные доступы через височное и окципитальное окно. Ультразвуковое доплерографическое исследование проводилось в положении лежа на спине и лежа на животе, а также исследование сосудов шеи справа и слева: общей сонной, внутренней сонной, наружной сонной и позвоночной артерий. Определялись показатели: линейная скорость кровотока (ЛСК, см/с) и индекс резистентности (RI). Для количественных оценок центральных тенденций анализируемых выборок использовались средние значения.

Результаты. В основной группе детей наблюдались значения пиковой систолической скорости кровотока в передней мозговой артерии – $99,06 \pm 8,78$ см/с, задней мозговой артерии – $84,31 \pm 8,07$ см/с, позвоночной артерии – $76,75 \pm 6,11$ см/с и основной артерии – $88,75 \pm 5,51$ см/с, что достоверно выше ($p < 0,05$), чем в группе сравнения, где в указанных артериях пиковая систолическая скорость определялась в интервалах: $93,17 \pm 3,19$ см/с, $70,7 \pm 4,02$ см/с, $58,33 \pm 2,49$ см/с, $83,07 \pm 3,25$ см/с соответственно. При сравнении максимальной конечной диастолической и усредненной по времени скоростей кровотока, интервальные значения которых у детей, перенесших хроническую внутриутробную гипоксию, в средней мозговой артерии – $45,97 \pm 1,95$ см/с и $82,8 \pm 3,63$ см/с, задней мозговой артерии – $40,95 \pm 2,5$ см/с и $62,63 \pm 5,12$ см/с, позвоночной артерии – $38,64 \pm 2,36$ см/с и $57,69 \pm 4,17$ см/с, основной артерии – $41,17 \pm 2,6$ см/с и $64,96 \pm 3,68$ см/с, а у детей, не имевших признаков хронической внутриутробной гипоксии, в аналогичных сосудах: $57,38 \pm 4,57$ см/с и $91,52 \pm 6,94$ см/с, $32,84 \pm 2,03$ см/с и $51,77 \pm 2,97$ см/с, $29,01 \pm 2,09$ см/с и $43,67 \pm 2,06$ см/с, $38,3 \pm 1,83$ см/с и $60,69 \pm 2,34$ см/с соответственно, были выявлены, достоверно более высокие ($p < 0,05$) показатели скорости кровотока у основной группы в задней мозговой, позвоночной и основной артериях, при одновременно достоверно более низких ($p < 0,05$) в средней мозговой артерии, нежели чем в группе сравнения. Достоверно более высокие ($p < 0,05$) значения индексов резистентности и пульсового отмечались у основной группы в средней и передней мозговых артериях, а в группе сравнения в задней мозговой и позвоночной артериях, при этом по основной артерии достоверных различий выявлено не было ($p \geq 0,05$). Анализ результатов ультразвукового доплерографического исследования сосудов шеи показал, что у детей основной группы достоверно более низкие ($p < 0,05$) значения линейной скорости кровотока во внутренней сонной артерии, при значениях справа $76,25 \pm 6,02$ см/с и слева $74,37 \pm 5,49$ см/с против группы сравнения с интервалами $87,83 \pm 3,21$ см/с и $90,5 \pm 3,12$ см/с, одновременно с достоверно более высокими значениями ($p < 0,05$) в позвоночной артерии, где значения в основной группе справа и слева $67,13 \pm 2,34$ см/с и $67,25 \pm 3,3$ см/с, а в группе сравнения $56,33 \pm 1,99$ см/с и $57,53 \pm 2,28$ см/с.

Заключение. Выявленные особенности церебральной гемодинамики при ультразвуковом доплерографическом исследовании сосудов головного мозга и шеи у детей в возрасте 7-11 лет, перенесших хроническую внутриутробную гипоксию, указывают на возможный характер возникновения того или иного варианта психоневрологической симптоматики. Наличие во

внутриутробном периоде хронической гипоксии влияет на процессы кровоснабжения определенных областей головного мозга, при этом эти изменения не несут в себе односторонний характер.

Ключевые слова: обучающие начального этапа образования, хроническая внутриутробная гипоксия плода, ультразвуковое доплерографическое исследование сосудов шеи

FEATURES OF THE INDICATORS OF ULTRASOUND DOPPLER EXAMINATION
OF THE VESSELS OF THE BRAIN AND NECK IN CHILDREN RAISED IN SOCIAL INSTITUTIONS
WHO HAVE SUFFERED CHRONIC INTRAUTERINE HYPOXIA IN THE ANTENATAL PERIOD
Udovenko A.A., Shestakova V.N., Sosin D.V., Evseev A.V., Glushchenko V.A., Indyukova E.D.,
Lyamec L.L.

Smolensk State Medical University, 28, Krupskoj St., 214019, Smolensk, Russia

Abstract

Objective. To identify the features of the main indicators during the ultrasound Doppler examination of the vessels of the brain and neck in children aged 7-11 years who are brought up in social institutions for minors who have suffered chronic hypoxia in the antenatal period of the tactical approach to providing assistance at this stage of development.

Methods. The study involved 110 children of primary school age who were brought up in institutions of the social sphere for minors (n=110). The main group included 60 children experiencing chronic intrauterine hypoxia (n=60), the remaining 50 children, without chronic hypoxia in the antenatal period, made up the comparison group (n=50). The ultrasound examination was performed using a SIEMENS Acuson X-300 device. During the examination, standard accesses through the temporal and occipital windows were used. Ultrasound Dopplerography was performed in the supine and supine position, as well as examination of the vessels of the neck on the right and left: common carotid, internal carotid, external carotid and vertebral arteries. The following indicators were determined: linear blood flow rate (LSC, cm/s) and resistance index (RI). The average values were used to quantify the central trends of the analyzed samples.

Results. In the main group of children, the values of peak systolic blood flow velocity in the anterior cerebral artery were 99.06 ± 8.78 cm/s, the posterior cerebral artery was 84.31 ± 8.07 cm/s, the vertebral artery was 76.75 ± 6.11 cm/s and the main artery was 88.75 ± 5.51 cm/s, which was significantly higher ($p < 0.05$) than in the comparison group, where in these arteries the peak systolic velocity was determined in the intervals: 93.17 ± 3.19 cm/s, 70.7 ± 4.02 cm/s, 58.33 ± 2.49 cm/s, 83.07 ± 3.25 cm/s, respectively. When comparing the maximum final diastolic and time averaged blood flow rates, the interval values of which in children who have suffered chronic intrauterine hypoxia in the middle cerebral artery are 45.97 ± 1.95 cm/s and 82.8 ± 3.63 cm/s, the posterior cerebral artery is 40.95 ± 2.5 cm/s and 62.63 ± 5.12 cm/s, vertebral artery – 38.64 ± 2.36 cm/s and 57.69 ± 4.17 cm/s, the main artery – 41.17 ± 2.6 cm/s and 64.96 ± 3.68 cm/s, and in children who had no signs of chronic intrauterine hypoxia, in similar vessels: 57.38 ± 4.57 cm/s and 91.52 ± 6.94 cm/s, 32.84 ± 2.03 cm/s and 51.77 ± 2.97 cm/s, 29.01 ± 2.09 cm/s and 43.67 ± 2.06 cm/s, 38.3 ± 1.83 cm/s and 60.69 ± 2.34 cm/s, respectively, significantly higher ($p < 0.05$) blood flow rates in the main group in the posterior cerebral, vertebral and main arteries were revealed, while significantly lower ($p < 0.05$) in the middle cerebral artery, rather than in the comparison group. Significantly higher ($p < 0.05$) values of resistance and pulse indices were observed in the main group in the middle and anterior cerebral arteries, and in the comparison group in the posterior cerebral and vertebral arteries, while no significant differences were found in the main artery ($p \geq 0.05$). Analysis of the results of ultrasound Doppler examination of the vessels of the neck showed that the children of the main group had significantly lower ($p < 0.05$) values of linear blood flow velocity in the internal carotid artery, with values on the right 76.25 ± 6.02 cm/s and on the left 74.37 ± 5.49 cm/s versus the comparison group with intervals of 87.83 ± 3.21 cm/s and 90.5 ± 3.12 cm/s, simultaneously with significantly higher values ($p < 0.05$) in the vertebral artery, where the values in the main group on the right and left are 67.13 ± 2.34 cm/s and 67.25 ± 3.3 cm/s, and in the comparison group 56.33 ± 1.99 cm/s and 57.53 ± 2.28 cm/s.

Conclusion. The revealed features of cerebral hemodynamics during ultrasound Dopplerography of the vessels of the brain and neck in children aged 7-11 years who have suffered chronic intrauterine hypoxia indicate the possible nature of the occurrence of one or another variant of neuropsychiatric symptoms. The presence of chronic hypoxia in the prenatal period affects the processes of blood supply to certain areas of the brain, while these changes do not have a unidirectional character.

Keywords: teaching staff of the initial stage of education, chronic intrauterine fetal hypoxia, ultrasound Doppler examination of the vessels of the neck

Введение

Состояние здоровья детей из социальных учреждений для несовершеннолетних имеет отличительные особенности, которые продиктованы влиянием неблагоприятных социальных факторов. Реализуется подобное действие в высокой распространённости (более 90%) перинатальной патологии среди всех поступающих детей в детские дома, среди которых одну из лидирующих позиций занимает хроническая внутриутробная гипоксия [1]. Кроме того, у таких детей в дальнейшем чаще диагностируются нарушения физического и нервно-психического развития, а также патологии различных систем, среди которых выделяется центральная нервная система [1, 13]. В основе многих нарушений со стороны нервной системы лежат цереброваскулярные изменения.

По имеющимся литературным данным в 80% случаев головных болей у детей дошкольного и школьного возраста основным механизмом возникновения является сосудистый компонент [6]. На сегодняшний день к одним из основных методов диагностики состояния церебрального кровотока относится ультразвуковое доплерографическое исследование сосудов головного мозга и шеи. Такие показатели, как пиковая систолическая, максимальная диастолическая и линейная скорости кровотока, пульсовой и резистивный индексы позволяют определить наличие и характер тех или иных изменений в сосудах головного мозга [3, 7, 10]. В виду того, что при хронической внутриутробной гипоксии кислородная недостаточность сохраняется длительно, что вызывает ряд изменений со стороны мозгового кровообращения, которые в более позднем возрасте могут стать основой возникновения нарушений центральной нервной системы, проведение подобного исследования имеет особую важность [1, 8].

Имеется множество данных о цереброваскулярных нарушениях у взрослого населения, при этом работ об особенностях показателей мозгового кровотока детского возраста намного меньше. Более полно на данный момент описаны перинатальные цереброваскулярные расстройства и отдельно разработаны нормативы для новорожденных и детей до года. Особенности же интракраниального кровотока у детей старшего возраста, в частности 7-11 лет, изучены недостаточно, при том, что в литературе довольно много исследований, доказывающих, что у детей, перенесших перинатальную травму, сосудисто-мозговые расстройства развиваются обычно через 5-10 лет [3, 5, 6]. Обнаружение особенностей церебральной гемодинамики у воспитанников социальных учреждений для несовершеннолетних младшего школьного возраста, перенесших хроническую внутриутробную гипоксию, позволит более совершенно подходить к реализации профилактических и реабилитационных мероприятий у таких детей.

Цель исследования – выявление особенностей основных показателей при проведении ультразвукового доплерографического исследования сосудов головного мозга и шеи у детей 7-11 лет, воспитывающихся в учреждениях социальной сферы для несовершеннолетних, перенесших хроническую гипоксию в антенатальном периоде, для тактического подхода по оказанию помощи на данном этапе развития.

Методика

В исследовании принимали участие 110 детей младшего школьного возраста, воспитывающихся в учреждениях социальной сферы для несовершеннолетних (n=110). В основную группу вошли 60 детей, испытывающих хроническую внутриутробную гипоксию (n=60), остальные 50 детей, без хронической гипоксии в антенатальном периоде, составили группу сравнения (n=50).

Ультразвуковое исследование проводилось при помощи аппарата «SIEMENS Acuson X-300». Во время проведения обследования использовались стандартные доступы через височное и окципитальное окно. Измерения проводились в положении лежа на спине и лежа на животе. Исследовались следующие артерии: средние мозговые (СМА), передние мозговые (ПМА), задние мозговые (ЗМА), позвоночные (ПА), основная (ОА). Определяемые показатели: пиковая систолическая скорость кровотока (V_{ps} , см/с), максимальная конечная диастолическая скорость кровотока (V_{ed} , см/с), усредненная по времени максимальная скорость кровотока ($TAMX$, см/с), индекс резистентности (RI), пульсационный индекс (PI). Кроме этого, рассматривались показатели

венозного кровотока в базальной вене. Проводилось и ультразвуковое доплерографическое исследование сосудов шеи справа и слева: общей сонной, внутренней сонной, наружной сонной и позвоночной артерий. Определялись показатели: линейная скорость кровотока (ЛСК, см/с) и индекс резистентности (RI).

Для количественных оценок центральных тенденций анализируемых выборок использовались средние значения. Проверка нормальности выборок осуществлялась при помощи критерия хи-квадрат. Для сравнения выборочных средних использовался t-критерий Стьюдента. Проверка статистических гипотез проводилась на уровне значимости 0,05. Для автоматизации статистических вычислений использовался табличный процессор Microsoft Excel.

Результаты исследования

При проведении транскраниального доплерографического исследования сосудов головного мозга значения пиковой систолической скорости кровотока у детей в возрасте 7-11 лет, перенесших хроническую внутриутробную гипоксию, имели достоверные различия ($p < 0,05$) во всех определяемых артериях, однако одностороннего повышения или уменьшения нами выявлено не было. Так пиковая систолическая скорость кровотока у детей из основной группы при значениях в передней мозговой артерии – $99,06 \pm 8,78$ см/с, задней мозговой артерии – $84,31 \pm 8,07$ см/с, позвоночной артерии – $76,75 \pm 6,11$ см/с и основной артерии – $88,75 \pm 5,51$ см/с достоверно выше ($p < 0,05$), чем в группе сравнения. У детей данной группы наблюдения в указанных артериях пиковая систолическая скорость определялась в интервалах: $93,17 \pm 3,19$ см/с, $70,7 \pm 4,02$ см/с, $58,33 \pm 2,49$ см/с, $83,07 \pm 3,25$ см/с соответственно. При этом в средней мозговой артерии у детей основной группы данный параметр показал достоверно более низкие значения ($p < 0,05$), по сравнению с детьми из противоположной группы, и составил $119,63 \pm 7,35$ см/с, что на $6,04 \pm 0,35$ см/с меньше (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительная характеристика показателей кровотока (Vps, Ved, TAMX, RI, PI) по интракраниальным артериям у детей младшего школьного возраста, воспитывающихся в учреждениях социальной сферы для несовершеннолетних, перенесших хроническую гипоксию плода

Характеристика групп	Группы наблюдения					
	Все дети (n=110)					
Дети с ХВУГ	Основная группа (n=60)					
	артерия	Vps, см/с	Ved, см/с	TAMX, см/с	RI	PI
	СМА	$119,63 \pm 7,35^*$	$45,97 \pm 1,95^*$	$82,8 \pm 3,63^*$	$0,61 \pm 0,03^*$	$0,88 \pm 0,07^*$
	ПМА	$99,06 \pm 8,78^*$	$40,67 \pm 2,3$	$69,86 \pm 5,01$	$0,58 \pm 0,04^*$	$0,82 \pm 0,07^*$
	ЗМА	$84,31 \pm 8,07^*$	$40,95 \pm 2,5^*$	$62,63 \pm 5,12^*$	$0,5 \pm 0,03^*$	$0,68 \pm 0,05^*$
	ПА	$76,75 \pm 6,11^*$	$38,64 \pm 2,36^*$	$57,69 \pm 4,17^*$	$0,49 \pm 0,02^*$	$0,66 \pm 0,03^*$
Дети без ХВУГ	Группа сравнения (n=50)					
	артерия	Vps, см/с	Ved, см/с	TAMX, см/с	RI	PI
	СМА	$125,67 \pm 9,89$	$57,38 \pm 4,57$	$91,52 \pm 6,94$	$0,54 \pm 0,02$	$0,75 \pm 0,04$
	ПМА	$93,17 \pm 3,19$	$42,18 \pm 1,66$	$67,67 \pm 2,32$	$0,54 \pm 0,01$	$0,75 \pm 0,02$
	ЗМА	$70,7 \pm 4,02$	$32,84 \pm 2,03$	$51,77 \pm 2,97$	$0,54 \pm 0,01$	$0,73 \pm 0,02$
	ПА	$58,33 \pm 2,49$	$29,01 \pm 2,09$	$43,67 \pm 2,06$	$0,5 \pm 0,03$	$0,68 \pm 0,04$
	ОА	$83,07 \pm 3,25$	$38,3 \pm 1,83$	$60,69 \pm 2,34$	$0,54 \pm 0,02$	$0,74 \pm 0,03$

Примечание: * – различия при сравнении групп статистически достоверны ($p < 0,05$)

Похожая картина наблюдалась при сравнении максимальной конечной диастолической и усредненной по времени скоростей кровотока, интервальные значения которых у детей, перенесших хроническую внутриутробную гипоксию, находились в средней мозговой артерии – $45,97 \pm 1,95$ см/с и $82,8 \pm 3,63$ см/с, задней мозговой артерии – $40,95 \pm 2,5$ см/с и $62,63 \pm 5,12$ см/с, позвоночной артерии – $38,64 \pm 2,36$ см/с и $57,69 \pm 4,17$ см/с, основной артерии – $41,17 \pm 2,6$ см/с и $64,96 \pm 3,68$ см/с, а также у детей, не имевших признаков хронической внутриутробной гипоксии, в аналогичных артериях: $57,38 \pm 4,57$ см/с и $91,52 \pm 6,94$ см/с, $32,84 \pm 2,03$ см/с и $51,77 \pm 2,97$ см/с, $29,01 \pm 2,09$ см/с и $43,67 \pm 2,06$ см/с, $38,3 \pm 1,83$ см/с и $60,69 \pm 2,34$ см/с соответственно (табл. 1). Таким образом, достоверно более высокие ($p < 0,05$) показатели скорости кровотока были выявлены у

детей из основной группы в задней мозговой, позвоночной и основной артериях, при одновременно достоверно более низких ($p < 0,05$) в средней мозговой артерии, нежели чем в группе сравнения. Отличием здесь выступает то, что достоверных различий выявлено не было ($p \geq 0,05$) по параметрам передней мозговой артерии, где значения максимальной конечной диастолической и усредненной по времени скоростей кровотока в основной группе составили $40,67 \pm 2,3$ см/с и $69,86 \pm 5,01$ см/с, в группе сравнения – $42,18 \pm 1,66$ см/с и $67,67 \pm 2,32$ см/с (табл. 1).

Выявленные различия между двумя группами пиковой систолической, максимальной конечной диастолической и усредненной по времени скоростей кровотока в определяемых артериях сказывается и на расчетных индексах: резистивном и пульсовом. В группе детей с хронической внутриутробной гипоксией индекс резистентности в средней мозговой артерии – $0,61 \pm 0,03$, передней мозговой артерии – $0,58 \pm 0,04$, задней мозговой артерии – $0,5 \pm 0,03$, позвоночной артерии – $0,49 \pm 0,02$, основной артерии – $0,53 \pm 0,03$; у детей из группы без признаков хронической гипоксии: в средней мозговой артерии – $0,54 \pm 0,02$, передней мозговой артерии – $0,54 \pm 0,01$, задней мозговой артерии – $0,54 \pm 0,01$, позвоночной артерии – $0,5 \pm 0,03$, основной артерии – $0,54 \pm 0,02$ (табл. 1). Что касается пульсового индекса, то в средней, передней, задней мозговых, позвоночных и основной артериях его значения составили: в основной группе – $0,88 \pm 0,07$, $0,82 \pm 0,07$, $0,68 \pm 0,05$, $0,66 \pm 0,03$ и $0,73 \pm 0,48$; в группе сравнения – $0,75 \pm 0,04$, $0,75 \pm 0,02$, $0,73 \pm 0,02$, $0,68 \pm 0,04$, $0,74 \pm 0,03$ соответственно (табл. 1). Достоверно более высокие ($p < 0,05$) значения обоих индексов отмечались у основной группы в средней и передней мозговых артериях, а в группе сравнения в задней мозговой и позвоночной артериях, при этом по основной артерии достоверных различий выявлено не было ($p \geq 0,05$).

Таблица 2. Сравнительная характеристика венозного кровотока по базальной вене (V_{max}) у детей младшего школьного возраста, воспитывающихся в учреждениях социальной сферы для несовершеннолетних, перенесших хроническую гипоксию плода

Группы наблюдения. Все дети (n=110)		
Показатель венозного кровотока по базальной вене		
Дети с ХВУГ	Основная группа (n=60)	
	V_{max} , см/с	$20,75 \pm 2,43$
Дети без ХВУГ	Группа сравнения (n=50)	
	V_{max} , см/с	$21,33 \pm 1,56$

Достоверных различий между основной группой и группой сравнения по показателям венозного кровотока в базальной вене также выявлено не было ($p \geq 0,05$), групповые значения которых составили $20,75 \pm 2,43$ и $21,33 \pm 1,56$ соответственно (табл. 2).

Таблица 3. Сравнительная характеристика показателей кровотока (ЛСК, RI) по экстракраниальным артериям у детей младшего школьного возраста, воспитывающихся в учреждениях социальной сферы для несовершеннолетних, перенесших хроническую гипоксию плода

Характеристика групп	Группы наблюдения				
	Все дети (n=110)				
	Основная группа (n=60)				
Дети с ХВУГ	артерия	ЛСК, см/с		RI	
		справа	слева	справа	слева
	Общая сонная	$83,0 \pm 5,76$	$84,5 \pm 6,49$	$0,59 \pm 0,03^*$	$0,59 \pm 0,03^*$
	Внутренняя сонная	$76,25 \pm 6,02^*$	$74,37 \pm 5,49^*$	$0,52 \pm 0,05^*$	$0,51 \pm 0,04^*$
	Наружная сонная	$68,13 \pm 6,45$	$66,75 \pm 6,3$	$0,48 \pm 0,04^*$	$0,49 \pm 0,04^*$
Позвоночная	$67,13 \pm 2,34^*$	$67,25 \pm 3,3^*$	$0,47 \pm 0,04^*$	$0,49 \pm 0,04^*$	
Дети без ХВУГ	артерия	ЛСК, см/с		RI	
		справа	слева	справа	слева
	Общая сонная	$88,23 \pm 3,31$	$85 \pm 3,47$	$0,64 \pm 0,01$	$0,64 \pm 0,01$
	Внутренняя сонная	$87,83 \pm 3,21$	$90,5 \pm 3,12$	$0,56 \pm 0,01$	$0,56 \pm 0,01$
	Наружная сонная	$68,57 \pm 1,83$	$67,77 \pm 2,45$	$0,67 \pm 0,02$	$0,68 \pm 0,01$
Позвоночная	$56,33 \pm 1,99$	$57,53 \pm 2,28$	$0,55 \pm 0,02$	$0,53 \pm 0,01$	

Примечание: * – различия при сравнении групп статистически достоверны ($p < 0,05$)

Анализ результатов ультразвукового доплерографического исследования сосудов шеи показал различия по линейной скорости кровотока во внутренней сонной и позвоночной артериях, а по индексу резистентности во всех определяемых артериях. В группе детей, перенесших хроническую внутриутробную гипоксию, значения линейной скорости кровотока справа и слева составили в общей сонной – $83,0 \pm 5,76$ см/с и $84,5 \pm 6,49$ см/с, во внутренней сонной – $76,25 \pm 6,02$ см/с и $74,37 \pm 5,49$ см/с, наружной сонной – $68,13 \pm 6,45$ см/с и $66,75 \pm 6,3$ см/с, позвоночной – $67,13 \pm 2,34$ см/с и $67,25 \pm 3,3$ см/с. У детей из группы без хронической внутриутробной гипоксии данный параметр в перечисленных артериях справа и слева находился в интервалах: $88,23 \pm 3,31$ см/с и $85 \pm 3,47$ см/с, $87,83 \pm 3,21$ см/с и $90,5 \pm 3,12$ см/с, $68,57 \pm 1,83$ см/с и $67,77 \pm 2,45$ см/с, $56,33 \pm 1,99$ см/с и $57,53 \pm 2,28$ см/с соответственно (табл. 3). Как уже отмечалось, достоверно более низкие значения ($p < 0,05$) линейной скорости кровотока наблюдались во внутренней сонной артерии, при одновременно достоверно более высоких значениях ($p < 0,05$) в позвоночной артерии у детей основной группы, чем в группе сравнения. Достоверно более низкие значения ($p < 0,05$) индекса резистентности были выявлены в группе детей с хронической внутриутробной гипоксией, чем у детей из группы сравнения. По группам индекс резистентности составил справа и слева: в общей сонной у основной группы – $0,59 \pm 0,03$ и $0,59 \pm 0,03$, у группы сравнения – $0,64 \pm 0,01$ и $0,64 \pm 0,01$; во внутренней сонной у основной группы $0,52 \pm 0,05$ и $0,51 \pm 0,04$, у группы сравнения – $0,56 \pm 0,01$ и $0,56 \pm 0,01$; в наружной сонной у основной группы – $0,48 \pm 0,04$ и $0,49 \pm 0,04$, группы сравнения – $0,67 \pm 0,02$ и $0,68 \pm 0,01$; позвоночных артериях у основной группы – $0,47 \pm 0,04$ и $0,49 \pm 0,04$, у группы сравнения – $0,55 \pm 0,02$ и $0,53 \pm 0,01$ (табл. 3).

Обсуждение результатов исследования

В ряде проводимых исследований увеличение пиковой систолической скорости кровотока по сравнению с нормальными возрастными значениями связывают с вазоспазмом, при этом большинство работ касаются взрослого населения, у которого особенности мозговой гемодинамики изучены довольно хорошо [3-7]. В статье Yuanmei Pan et al. (2022), описывающей роль транскраниальной доплерографии в диагностике нарушений мозгового кровообращения, приводятся данные нескольких исследований, где пороговые значения пиковой систолической скорости кровотока имели четкую связь в диагностике неврологических нарушений, связанных с сужением сосудов головного мозга. Однако в работе Бартоша Л.Ф. и соавт. (2010) анализ скоростных показателей кровотока в общих сонных артериях у больных эссенциальной артериальной гипертензией показал обратную связь значений пиковой систолической, а также максимальной диастолической скоростей кровотока и степени риска развития сердечно-сосудистых осложнений. Стоит отметить, что при диагностике нарушений мозговой гемодинамики у детей можно лишь косвенно проводить параллель с данными исследования в связи с тем, что во взрослом возрасте имеются свои особенности развития и течения патологии [3, 6]. Поэтому, в работе Абрамовой М.Ф. и соавт. (2014) было выполнено более 6 000 обследований среди детского населения, в результате чего были определены показатели физиологической нормы церебрального кровотока в зависимости от возраста. Представленные данные различных показателей, в том числе динамика пиковой систолической и линейной скоростей кровотока, позволяют более корректно подходить к диагностике патологии центральной нервной системы.

Изменение этих параметров в различных мозговых артериях могут указывать на развитие патологии в определенные возрастные периоды, в том числе и во внутриутробном. Имеющиеся данные анализа результатов, предоставленные Абрахмановой Л.Р. и соавт. (2015) по ультразвуковому доплерографическому исследованию кровотока у плода показывают связь между увеличением пиковой систолической скорости кровотока в средней мозговой артерии и развитием гемолитической болезни плода. В работе же Росина Ю.А. (2011) рассматривается прямое влияние инфекционной патологии на мозговое кровообращение у детей от 6 месяцев до 5 лет, где также повышение пиковой систолической скорости кровотока является признаком вазоспазма и фактором риска развития инфаркта мозга со стойкими двигательными нарушениями. Мы же столкнулись с увеличенными значениями пиковой систолической скорости кровотока у детей, перенесших хроническую внутриутробную гипоксию, практически во всех артериях (передняя и задняя мозговые, позвоночная и общая артерии) кроме средней мозговой артерии. Там отмечалось наоборот снижение при повышенных индексах периферического сопротивления, что может указывать на риски развития определённых психоневрологических нарушений в зависимости от гемодинамики в различных отделах головного мозга. Это подчеркивает и исследование Зиядуллаевой Х.О. (2023), результаты которого говорят о необходимости включения детей, рожденных с хронической внутриутробной гипоксией, в группу риска по патологии нервной системы.

Значения же максимальной диастолической и средней по времени скоростей кровотока рассматриваются как дополнительные и крайне редко, в основном их роль играет в расчёте резистивного и пульсового индексов. Они характеризуют периферическое сосудистое сопротивление, и как отмечено в некоторых работах могут указывать на тот или иной тип кровотока: гипертонический (увеличение более 30%), гипотонический (снижение ниже 30%) и диастолический (колебания значений более чем 20%) [3, 5, 10].

Исследование Рычковой И.В. (2008 г.) по транскраниальному дуплексному сканированию у детей с синдромом головной боли показывает неоднородность изменения показателей при неврологической патологии. Увеличение индексов периферического сопротивления сосудов наблюдается при такой клинической картине, как головные боли и повышенная возбудимость, при этом снижение данных параметров не только сопровождается теми же проявлениями, но и делает их более выраженными. Также нами были выделены определенные изменения по расчетным индексам у детей с хронической внутриутробной гипоксией, при этом и отсутствовала односторонняя картина по определяемым величинам. Увеличение или снижение пульсового и резистивного индексов в зависимости от артериального бассейна в свою очередь может характеризовать особенности тех же неврологических проявлений. В частности, наиболее распространенной в клинической практике является головная боль. В работе Дворяковского В.И. и соавт. (2001 г.) у детей с мигренью и вертеброгенной цефалгией отмечалась асимметрия скорости кровотока (увеличение по одному сосуду и снижение по другому), где наибольшая скорость отмечалась в сосудах с меньшим просветом, а также снижение индекса резистентности во внутренней сонной и позвоночной артериях. В нашем исследовании имеются схожие результаты, где у детей с хронической внутриутробной гипоксией наблюдаются изменения скорости кровотока не только мозговых артериях, но и снижение во внутренней сонной с одновременным повышением в позвоночной артериях, а также сниженных индексах резистентности во всех определяемых артериях при доплеровском исследовании сосудов шеи.

Заключение

Выявленные нами особенности церебральной гемодинамики при ультразвуковом доплерографическом исследовании сосудов головного мозга и шеи у детей в возрасте 7-11 лет, перенесших хроническую внутриутробную гипоксию, указывают на возможный характер возникновения того или иного варианта психоневрологической симптоматики. Наличие во внутриутробном периоде хронической гипоксии влияет на процессы кровоснабжения определенных областей головного мозга, при этом эти изменения не несут в себе однонаправленный характер. Если в передней, задней мозговых, основной и позвоночной артериях наблюдаются признаки вазоспазма, что влияет на приток крови к таким областям головного мозга как медиальная часть лобных и теменных долей, задняя часть коры с медиобазальными отделами височной области, то в средней мозговой артерии отмечается наоборот снижение скорости кровотока, а значит и изменения обменных процессов уже в боковых отделах лобных и теменных областей. Все это может выражаться как в ярких неврологических проявлениях, таких как частые головные боли или повышенная возбудимость, так и в отклонениях со стороны мотивации, побуждения, восприятия, памяти, скорость реакции, а также и речи. В виду этого детей стоит рассматривать как особую группу риска по развитию нервной и психоэмоциональной патологии, что в свою очередь подразумевает более полное и корректное проведение профилактических и реабилитационных мероприятий у воспитанников учреждений социальной сферы для несовершеннолетних в возрасте 7-11 лет.

Литература (references)

1. Абдрахманова Л.Р., Токтарова О.А., Ситарская М.В., Мусина Д.М. Анализ результатов ультразвукового доплерометрического исследования – кровотока в средней мозговой артерии у плода при ревакцинации // Практическая медицина. – 2015. – Т.2, №89. – С. 7-9. [Abdrahmanova L.R., Toktarova O.A., Sitar'skaja M.V., Musina D.M. *Prakticheskaja medicina*. Practical medicine. – 2015. – V.2, N89. – P. 7-9. (in Russian)]
2. Абрамова М.Ф., Новоселова С.Н., Степанова И.А. Показатели нормы и особенности проведения ультразвуковых сосудов у детей в возрастном аспекте // Детские болезни сердца и сосудов. – 2014. –

- №4. – С. 15-24. [Abramova M.F., Novoselova S.N., Stepanova I.A. *Detskie bolezni serdca i sosudov*. Children's heart and vascular diseases. – 2014. – N4. – P. 15-24. (in Russian)]
3. Бартош Л.Ф., Гречишкина О.А., Мельникова Л.В., Осипова Е.В. Значение скоростных параметров кровотока в общих сонных артериях для прогнозирования степени риска сердечно-сосудистых осложнений у больных артериальной гипертензией // Вестник новых медицинских технологий. – 2010. – Т.17, №3. – С. 85-87. [Bartosh L.F., Grechishkina O.A., Mel'nikova L.V., Osipova E.V. *Vestnik novykh medicinskih tehnologij*. Bulletin of new medical technologies. – 2010. – V.17, N3. – P. 85-87. (in Russian)]
 4. Воробьева Е.А. Формирование здоровья детей с перинатальными поражениями центральной нервной системы, воспитывающихся в домах ребенка и детских домах, профилактика его нарушений: Дис. ... докт. мед. наук. – ФГБУ «Ив НИИ МиД им. В.Н. Городкова». – 2009. – 372 с. [Vorob'eva E.A. *Formirovanie zdorov'ja detej s perinatal'nymi porazhenijami central'noj nervnoj sistemy, vospityvajushhihsja v domah rebenka i detskih domah, profilaktika ego narushenij (doctoral dis.)*. Dis. ... dokt. med. nauk. Formation of the health of children with perinatal lesions of the central nervous system, brought up in orphanages and orphanages, prevention of its disorders (Doctoral Thesis). – Federal State Budgetary Institution "IV Research Institute of the Ministry of Foreign Affairs named after V.N. Gorodkov". – 2009. – 372 p. (in Russian)]
 5. Дворяковский И.В., Дворяковская Г.М., Бурсагова Б.И., Маслова О.И. Головная боль и церебральная гемодинамика у детей // SonoAce International. – 2001. – №8. – С. 76-81. [Dvorjakovskij I.V., Dvorjakovskaja G.M., Bursagova B.I., Maslova O.I. *SonoAce International*. SonoAce International. – 2001. – N8. – P. 76-81. (in Russian)]
 6. Зиядуллаева Х.О. Особенности нейросонографии у новорожденных, перенесших хроническую внутриутробную гипоксию // Re-health journal. – 2023. – Т.3. – С. 43-49. [Zijadullaeva H.O. *Re-health journal*. Re-health journal. – 2023. – V.3. – P. 43-49. (in Russian)]
 7. Лагода О.В., Четчин А.О. Дуплексное сканирование в диагностике патологии сосудов головного мозга // Атмосфера. Нервные болезни. – 2004. – №3. – С. 19-24. [Lagoda O.V., Chechetkin A.O. *Atmosfera. Nervnye bolezni*. Atmosphere. Nervous diseases. – 2004. – N3. – P. 19-24. (in Russian)]
 8. Пронина О.А. Развитие детей, перенесших острую и хроническую гипоксию: Дис. ... докт. мед. наук. – ВГМУ им. Н.Н. Бурденко. – 2009. – 135 с. [Pronina O.A. *Razvitie detej, perenessih ostruju i hronicheskiju gipoksiju (doctoral dis.)*. The development of children who have undergone acute and chronic hypoxia (Doctoral Thesis). – VSMU named after N.N. Burdenko. – 2009. – 135 p. (in Russian)]
 9. Росин Ю.А. Допплерографическая диагностика церебрального вазоспазма при НВ-менингите у детей // Педиатр. – 2001. – Т.2, №2. – С. 14-16. [Rosin Ju.A. *Pediatr*. Pediatrician. – 2001. – V.2, N2. – P. 14-16. (in Russian)]
 10. Рычкова И.В. Транскраниальное дуплексное сканирование у детей с синдромом головной боли: Дис. ... докт. мед. наук. – ГОУ ВПО «Российский государственный медицинский университет». – 2008. – 150 с. [Rychkova I.V. *Transkraniial'noe dupleksnoe skanirovanie u detej s sindromom golovnoj boli (doctoral dis.)*. Transcranial duplex scanning in children with headache syndrome (Doctoral Thesis). – State Educational Institution of Higher Education "Russian State Medical University". – 2008. – 150 p. (in Russian)]
 11. Рычкова И.В., Зубарев А.Р. Возрастные особенности церебрального кровотока у детей, определенные методом ультразвукового транскраниального дуплексного сканирования // Вестник ВолГМУ. – 2007. – Т.4, №24. – С. 84-87. [Rychkova I.V., Zubarev A.R. *Vestnik VolGMU*. Bulletin of VolGMU. – 2007. – V.4, N24. – P. 84-87. (in Russian)]
 12. Фокин В.Ф., Пономарева Н.В., Медведев Р.Б. и др. Индекс резистентности внутренних сонных артерий и нейросети мозга при хронической церебральной ишемии // Вестник РГМУ. – 2021. – №6. – С. 34-40. [Fokin V.F., Ponomareva N.V., Medvedev R.B. i dr. *Vestnik RGMU*. Bulletin of the Russian State Medical University. – 2021. – N6. – P. 34-40. (in Russian)]
 13. Yuanmei Pan, Wenbin Wan, Minjie Xiang, Yangtai Guan. Transcranial Doppler Ultrasonography as a Diagnostic Tool for Cerebrovascular Disorders // *Frontiers in Human Neuroscience*. – 2022. – V.16. – P. 12-16.

Информация об авторах

Удовенко Александр Андреевич – аспирант кафедры поликлинической педиатрии ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: avr.wolf@yandex.ru

Шестакова Вера Николаевна – профессор, доктор медицинских наук, профессор кафедры поликлинической педиатрии ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: docmedvn@yandex.ru

Сосин Денис Владимирович – доктор медицинских наук, профессор кафедры нормальной физиологии, ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: pediatrsgma@mail.ru

Евсеев Андрей Викторович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной физиологии, заведующий научно-исследовательским центром ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, заведующий научно-исследовательским центром. E-mail: hypoxia@yandex.ru

Глуценко Вероника Андреевна – аспирант кафедры поликлинической педиатрии ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: vebogormistrova@gmail.com

Индюкова Екатерина Дмитриевна – студентка педиатрического факультета ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: tana1968dima1969@yandex.ru

Лямец Леонид Леонидович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой физики, математики и медицинской информатики ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: LLL190965@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 07.02.2024

Принята к печати 30.05.2024