

УДК 616-053.31+616.1

*О.П. Ковтун<sup>1</sup>, О.А. Краева<sup>2</sup>, П.Б. Цывьян<sup>1,2</sup>***ОСОБЕННОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ НЕДОНОШЕННЫХ НОВОРОЖДЕННЫХ С ЭКСТРЕМАЛЬНО НИЗКОЙ И НИЗКОЙ МАССОЙ ТЕЛА**<sup>1</sup> Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация;<sup>2</sup> Уральский НИИ охраны материнства и младенчества, Екатеринбург, Российская Федерация*O.P. Kovtun<sup>1</sup>, O.A. Kraeva<sup>2</sup>, P.B. Tsyvian<sup>1,2</sup>***THE CENTRAL AND CEREBRAL HEMODYNAMICS PECULARITIES IN EXTREMELY LOW AND LOW BIRTH WEIGHT INFANTS**<sup>1</sup> Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russian Federation;<sup>2</sup> Mather and Child Care Research Institute, Yekaterinburg, Russian Federation

**Резюме.** *Целью исследования* было изучение особенностей становления центральной и церебральной гемодинамики у недоношенных новорожденных разной степени зрелости. *Материалы и методы.* Обследовано 115 недоношенных детей в течение неонатального периода. Из них 25 новорожденных с экстремально низкой массой тела (ЭНМТ), 45 детей с очень низкой массой тела (ОНМТ) и 45 детей с низкой массой тела (НМТ). Комплексное обследование включало оценку анамнеза, клиническую характеристику, эхокардиографию и нейросонографию с доплерометрией в конце раннего неонатального периода (на 7-е сутки жизни), в конце позднего неонатального периода (на 28-е сутки жизни) и в 38 недель постконцептуального возраста (ПКВ). *Результаты.* Показано, что у недоношенных детей с конца раннего неонатального периода до 38 недель ПКВ конечно-систолические и конечно-диастолические показатели функции левого желудочка сердца увеличиваются, а фракция выброса достоверно не изменяется, что свидетельствует об ограничении резервных возможностей, физиологической «жесткости» миокарда недоношенного ребенка. Значения скоростей мозгового кровотока зависят от возраста ребенка, массы тела, степени зрелости и увеличивались за период наблюдения, что отражает преходящий характер нарушений мозговой гемодинамики при среднетяжелом гипоксически-ишемическом поражении. Увеличение скорости мозгового кровотока проходило параллельно с возрастанием артериального давления.

**Ключевые слова:** недоношенные дети, центральная и церебральная гемодинамика, неонатальный период

**Abstract.** This study was undertaken to establish the developmental peculiarities of central and cerebral hemodynamics in preterm infants of different gestational ages. Echocardiography and Doppler assessment of cerebral circulation was performed in 115 preterm newborn infants: 25 with extremely low birth weight (LBW), 45 babies with very low BW and 45 infants with LBW at 7th and 28th days of life. A significant increase in end-systolic and end-diastolic LV parameters and constant LV ejection fraction were demonstrated during this period. This can be explained by limitation of LV contractile reserve in preterm infants. The increase in cerebral circulation speed was in parallel with blood pressure increase. Cerebral circulation depends on age, body weight and degree of baby maturation which reflects the transition of cerebral circulation at hypoxic damage and recovery.

**Keywords:** preterm newborn infants, central and cerebral hemodynamics, neonatal period

Конфликт интересов отсутствует.

There is no conflict of interest.

Контактная информация автора, ответственного за переписку:

Цывьян Павел Борисович  
pavel.tsyvian@gmail.com

Contact information of the author responsible for correspondence:

Pavel B. Tsyvian  
pavel.tsyvian@gmail.com

Дата поступления 04.05.2018

Received 04.05.2018

Образец цитирования:

Ковтун О.П., Краева О.А., Цывьян П.Б. Особенности центральной и церебральной гемодинамики недоношенных новорожденных с экстремально низкой и низкой массой тела. Вестник уральской медицинской академической науки. 2018, Том 15, №5, с. 668–676, DOI: 10.22138/2500-0918-2018-15-5-668-676

For citation:

Kovtun O.P., Kraeva O.A., Tsyvian P.B. The central and cerebral hemodynamics peculiarities in extremely low and low birth weight infants. Vestn. Ural. Med. Akad. Nauki. = Journal of Ural Medical Academic Science. 2018, Vol. 15, no. 5, pp. 668–676. DOI: 10.22138/2500-0918-2018-15-5-668-676 (In Russ)

В России, как и во всем мире, частота рождения недоношенных младенцев не имеет тенденции к снижению и достигает 10-15% среди новорожденных [1]. Практически все недоношенные дети имеют постгипоксические изменения органов и тканей различной степени [2]. Чем меньше гестационный возраст, тем более выражена морфологическая и функциональная незрелость организма и выше риск развития патологических процессов. Внутриутробная и интранатальная гипоксия в своем патогенезе, как правило, имеют гемодинамические изменения, связанные с нарушением в комплексе мать-плацента-плод [3]. Компенсаторно-приспособительные реакции плода и родившегося ребенка направлены на сохранение кровотока в первую очередь в жизненно важных органах, таких как надпочечники, сердце, головной мозг, часто в ущерб другим органам. Однако данные современных исследователей показывают, что в условиях гипоксии не все участки головного мозга кровоснабжаются одинаково, а определенные зоны испытывают особо выраженный дефицит. К ним относятся кора и белое вещество [4]. При адекватной работе сердца и поддержании нормального среднего артериального давления, адекватного сроку гестации, ауторегуляция мозгового кровотока сохраняется, а структурная целостность клеток и функциональная активность не страдают [5]. При депрессии сократительной способности, насосной функции сердца и снижении артериального давления ауторегуляция мозгового кровотока может нарушаться, что сопровождается гипоперфузией коры и белого вещества мозга [6]. Дефицит доставки кислорода вызывает нарушение структурной и функциональной целостности клеток, изменение их функциональной активности. Изучение особенностей постнатального становления центральной и церебральной гемодинамики и их взаимоотношения у недоношенных детей разной степени зрелости позволит точнее дифференцировать норму и патологию

на субклиническом уровне и разработать адекватную тактику медикаментозной поддержки насосной функции сердца.

#### Цель исследования

Изучить особенности центральной и церебральной гемодинамики у недоношенных новорожденных разной степени зрелости.

#### Материал и методы исследования

Объектом исследования служили 115 недоношенных новорожденных, которые были распределены на три группы сравнения. Первую (I) группу составили 25 детей с экстремально низкой массой тела при рождении (ЭНМТ), менее 1000 г. Во II группу вошли 45 детей с очень низкой массой тела при рождении (ОНМТ), находящейся в пределах 1000-1499 г. Дети с низкой массой тела при рождении (НМТ), от 1500 до 1999г, сформировали III группу — 45 пациентов. Недоношенные дети с врожденными пороками развития, генетической патологией, а также доношенные дети в данное исследование не входили. Характеристика детей, вошедших в исследование, представлена в таблице 1.

Обследование проводилось в конце раннего неонатального периода — на 7-е сутки жизни (по завершении процессов ранней неонатальной адаптации), в конце позднего неонатального периода — на 28-е сутки жизни (конец поздней неонатальной адаптации) и в 38 недель постконцептуального возраста (ПКВ), который равен сумме недель гестационного и календарного возраста. Выбор возраста 38 ПКВ обусловлен моментом, когда можно оценить функциональные параметры недоношенного ребенка, гипотетически достигшего срока доношенности. Оценивалось клиническое состояние ребенка, данные эхокардиографии (линейные, объемные показатели левого желудочка, скоростные характеристики атриовентрику-

лярных кровотоков, кровотоков в аорте и легочной артерии). Все ультразвуковые исследования проводились на аппарате «Vivid E9» (General Electric, США) в четырехкамерной проекции сердца. Для эхокардиографии использовали секторный датчик с фазированной решеткой 12S и частотой 5,0 МГц. Показатели сократительной и насосной функции сердца рассчитывались автоматически по формуле Тейхольца, включенной в программное обеспечение ультразвукового аппарата. Структуру головного мозга и доплерометрию кровотока в правой и левой передних мозговых и средних мозговых артериях выполняли в те же сроки, что и эхокардиографию, конвексным датчиком С2-9 и линейным датчиком 11L. Вычисляли максимальную систолическую скорость ( $V_{max}$ ), минимальную диастолическую скорость ( $V_{min}$ ) кровотока и индекс резистентности  $RI=(V_{max}-V_{min})/V_{min}$ . Индекс резистентности является универсальным показателем, поскольку отражает периферическое сопротивление независимо от диаметра сосуда и угла инсонации. Все исследования проводили по стандартной методике, через 1 час после кормления, в состоянии покоя (без медикаментозного сна). Определение артериального давления (АД): систолического, диастолического и среднего производили с помощью монитора витальных функций «SL 600» (Великобритания).

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием стандартного пакета компьютерных программ «Statistica 7.0» с применением методов параметрической и непараметрической статистики, многофакторного анализа. Различия результатов считались статистически значимыми при уровне достоверности  $p<0,05$ .

### Результаты и обсуждение

По данным анамнеза выявлено, что все дети, включенные в исследование, имели сочетанные факторы риска развития гипоксического поражения. Неблагоприятные антенатальные факторы в виде анемии матери встречались в 13 случаях (52,0%) в I группе, в 21 случае (46,7%) во II группе и в 20 случаях (44,4%) в III группе. Второе лидирующее место по частоте встречаемости среди соматической патологии матерей занимали сердечно-сосудистые заболевания, которые встречались у 48,0% ( $n=12$ ) матерей I группы, у 20,0% ( $n=9$ ) - во II группе и у 22,2% ( $n=10$ ) в III группе ( $pI-II=0,002$ ,  $pI-III=0,002$ ). Около трети матерей имели патологию желудочно-кишечного тракта: 28,0% ( $n=7$ ), 31,1% ( $n=14$ ) и 26,6% ( $n=12$ ), соответственно в I, II и III группах. Хронические заболевания мочевыделительной системы имели 12,0% матерей I группы ( $n=3$ ), 8,8% матерей II группы ( $n=4$ ) и 11,1% матерей III группы ( $n=5$ ). Эндокринная патология, представленная нарушением жирового обмена, достоверно чаще регистрировалась у матерей I группы ( $n=5$ , что со-

ставляло 20,0%). Во II группе ожирение встречалось в 8,8% ( $n=4$ ), в III группе — в 11,1% ( $n=5$ ), ( $pI-II=0,002$ ,  $pI-III=0,002$ ). Помимо сочетанной соматической патологии матери пациентов всех групп страдали гинекологическими нарушениями. Носительство цитомегаловирусной инфекции зарегистрировано у 88,0% ( $n=22$ ) матерей I группы, у 71,1% ( $n=32$ ) — во II группе и у 68,8% ( $n=31$ ) в III группе. Выкидыши в анамнезе преобладали у матерей I группы и составили 40,0% ( $n=10$ ), во II группе — 11,1% ( $n=5$ ) и в III группе — 8,8% ( $n=4$ ), ( $pI-II=0,000$ ,  $pI-III=0,000$ ). Данные факты анамнеза подтверждают скомпроментированность репродуктивной сферы матери.

Угроза прерывания настоящей беременности достоверно чаще диагностирована в I группе - 52,0% ( $n=13$ ) против 22,2% ( $n=10$ ) во II группе и против 26,6% ( $n=12$ ) в III группе ( $pI-II=0,007$ ,  $pI-III=0,03$ ). В большинстве своем течение беременности сопровождалось формированием хронической фетоплацентарной недостаточности (ХФПН): в 92,0% случаев ( $n=23$ ) в I группе, в 82,2% ( $n=37$ ) — во II группе и в 73,3% ( $n=33$ ) – в III группе ( $pI-II$ ,  $pI-III >0,05$ ). Преэклампсия также достоверно чаще наблюдалась у более незрелых детей: в I группе — в 48,0% ( $n=12$ ), во II группе — в 22,2% ( $n=10$ ), в III группе — в 20,0% ( $n=9$ ), ( $pI-II=0,04$ ,  $pI-III=0,04$ ). Нарушение фетоплацентарного кровообращения, прогрессирующая гипоксия плода, истмико-цервикальная недостаточность, частичная отслойка нормально расположенной плаценты послужили причиной преждевременных оперативных родов в 84,0% ( $n=21$ ) случаев в I группе, в 73,3% ( $n=33$ ) — во II группе и в 62,2% ( $n=28$ ) — в III группе. Спонтанные роды в группах были обусловлены преждевременным излитием околоплодных вод и началом родовой деятельности.

Дети I и II групп родились в асфиксии средней степени тяжести с оценкой по шкале Апгар 4-6 баллов (таблица 1). Дети III группы имели при рождении гипоксию средней и легкой степени. Тяжесть состояния зависела от гестационного возраста и массы тела при рождении. С момента рождения потребовали реанимационных мероприятий 100% детей I и II групп (соответственно  $n=25$  и  $n=45$ ) и 44,44% ( $n=20$ ) детей III группы ( $pI-III=0,002$ ,  $pII-III=0,003$ ). Объем медицинской помощи проводился согласно стандартам и протоколам, разработанными экспертами Российской Ассоциации специалистов перинатальной медицины ([www.gaspm.ru](http://www.gaspm.ru)). В клинической картине доминировал респираторный дистресс-синдром. Искусственная вентиляция легких проводилась 56,0% ( $n=14$ ) пациентам I группы, 20,0% ( $n=9$ ) — II группы и 17,77% ( $n=8$ ) — III группы ( $pI-II=0,005$ ,  $pI-III=0,005$ ). Неинвазивная респираторная поддержка методом СРАР применялась у детей I группы — в 44,0%, II группы — 46,6% и III группы — 28,8%. В 33,3% случаев во II

группе и в 53,3% случаев в III группе дети с рождения находились на самостоятельном дыхании. У пациентов всех групп наблюдались симптомы поражения ЦНС. Все дети I группы имели энцефалопатию II степени по шкале Sarnat [7], что проявлялось синдромом угнетения, мышечной гипотонией, гипорефлексией, гипо- или адинамией, отсутствием сосательного рефлекса. Аналогичные проявления диагностированы у большей части детей II группы (86,6%) и у трети пациентов (33,3%) III группы. Во II группе 13,4% (n=6) и в III группе 66,6% (n=30) детей имели энцефалопатию I степени, характеризующуюся повышенной реакцией на осмотр, гиперестезией, умеренной мышечной гипотонией, повышением периостальных рефлексов, клонусом конечностей, снижением сосательного рефлекса. Среди детей, включенных в данное исследование, не было случаев III степени энцефалопатии по шкале Sarnat. Симптоматические неонатальные судороги отмечались у 5 детей I группы (20,0%), у 4 детей II группы (8,88%) и у одного ребенка III группы (2,2%). Клинически проявлялись миоклоническими движениями, клоническими, педалирующими движениями стоп, плавающими движениями рук, оробукко-линквальными движениями, горизонтальным нистагмом, тоническим горизонтальным отведением глазных яблок. Третья часть детей I группы (32,0%, n=8), 5 детей (11,1%) во II группе и 6 (13,9%) детей в III группе имели массу тела низкую к сроку гестации.

Данные нейросонографии (НСГ) свидетельствовали о структурной незрелости головного мозга. Широкая Сильвиева борозда, расширенное субарахноидальное пространство, наличие прозрачной перегородки, повышенная эхогенность перивентрикулярных областей выявлены у всех детей с ЭНМТ (I группа), в 40 случаях (88,8%) — во II группе и в 9 (20,0%) случаях — в III группе (pI-III, pII-III=0,001). Внутрижелудочковое кровоизлияние (ВЖК) I степени диагностировано у 9 (36,0%) детей I группы, у 3 (6,6%) детей II группы и у 4 (8,8%) детей III группы (pI- II=0,001, pI-III=0,003, p II- III=0,05). ВЖК II степени встречалось значительно реже и было выявлено у 3 (12,0%) детей I группы и 1 (2,2%) ребенка II группы (p I- II=0,05). В III группе ВЖК III степени не было. В течение периода наблюдения с 7-х суток до 38 недель ПКВ у 12 (48,0%) пациентов с ЭНМТ (I группа) и у 5 (11,1%) пациентов II группы определялась перивентрикулярная лейкомаляция (ПВЛ; pI-II=0,001). Помимо ПВЛ у 5 (20,0%) детей с ЭНМТ и у 6 детей (по 13,3%) во II и III группах обнаруживались субэпендимальные кисты (pI- II, pI-III=0,01). Кисты сосудистых сплетений сформировались в 20% случаев в I и II группах (соответственно у 5 и 9 детей), и в 6,6% (у троих) детей в III группе (pI-III=0,052, pII-III=0,021). Структурные изменения мозга опосредованы особенностями церебрального кровоснабжения, которое в свою оче-

редь зависит от уровня функционирования центральной гемодинамики. У детей с ЭНМТ (I группа) с 7-х по 28-е сутки жизни конечно-систолический размер (КСР), ударный объем (УО) и фракция выброса (ФВ) левого желудочка, артериальное давление имели тенденцию к повышению, а конечно-диастолический размер увеличивался достоверно (таблица 2). Данная ситуация может быть обусловлена прекращением гемодинамически значимого функционирования фетальных коммуникаций и увеличением венозного возврата. С 28-х суток жизни до 38 недель ПКВ возрастали КСР, КДР и артериальное давление при тенденции к снижению ФВ, что свидетельствует о стабилизации кровообращения.

Скорости кровотока в передних и средних мозговых артериях за период наблюдения также увеличивались, индексы резистентности имели тенденцию к понижению, а скорость оттока по вене Галена несколько возрастала, что отражает улучшение мозгового кровообращения.

У детей с ОНМТ (II группа) и НМТ (III группа) отмечались те же закономерности в изменении центральной и церебральной гемодинамики, что и у детей с ЭНМТ (таблица 3, таблица 4). С 7-х по 28-е сутки жизни отмечалась тенденция к увеличению показателей работы сердца, а к 38 неделям ПКВ возрастали все параметры центральной гемодинамики. Скорости кровотока в передних и средних мозговых артериях постепенно повышались, индексы резистентности имели тенденцию к понижению, а кровотоков в вене Галена ускорялся. Однако линейные скорости кровотока в интракраниальных артериях увеличивались по мере увеличения массы тела. Самые низкие показатели регистрировались у детей с ЭНМТ. В 38 недель ПКВ абсолютные значения параметров кровотока в передних мозговых и средних мозговых артериях не отмечалось, что отражает процесс морфо-функционального созревания.

### Заключение

В процессе наблюдения недоношенных детей разной степени зрелости с конца раннего неонатального периода до 38 недель ПКВ показано, что конечно-систолические и конечно-диастолические показатели левого желудочка увеличивались, но фракция выброса достоверно не изменялась, что свидетельствует об ограничении резервных возможностей, физиологической «жесткости» миокарда недоношенного ребенка. Ранее было показано ограничение систолического и диастолического резерва сердца глубоко недоношенных детей, связанное с низкой сократительной активностью незрелого миокарда [8]. В нашем исследовании значения скоростей мозгового кровотока зависели от возраста ребенка, массы тела и степени зрелости и увеличивались за период наблюдения, что от-

ражает преходящий характер повреждения мозга при среднетяжелом гипоксически-ишемическом поражении. Увеличение скорости мозгового кровотока проходило параллельно увеличению артериального давления, как следствие вклада центральной гемодинамики в регуляцию мозгового кровотока у недоношенного ребенка в постнеонатальном периоде. С 28-х суток артериальное давление у недоношенных новорожденных различной степени зрелости не отличалось, что является убедительным доводом в поль-

зу становления механизмов ауторегуляции мозгового кровотока при перивентрикулярной гиперэхогенности и ВЖК I-II степени. Таким образом, оценка центральной гемодинамики и применение доплерометрии интракраниальных сосудов у недоношенных детей без грубых структурных нарушений мозга позволяет правильно определить церебральный кровоток и планировать его медикаментозную коррекцию.

Таблица 1

Характеристики исследованных детей

Table 1

Clinical characteristics of newborn infants

Показатели/Variables	Группы/Groups		
	I (ЭНМТ/ELBW, n=25)	II (ОНМТ/LBW, n=45)	III (НМТ/NBW, n=45)
Гестационный возраст, нед./ Gestational age, wks	26,58±1,51	31,80±0,62	33,49±1,81
Масса, г/ Body mass, g	913,33±45	1272,97±76	1788,24±66
Рост, см /Length, cm	31,7±1,76	37,2±2,36	42,6±2,42
Окружность головы, см / Head circumference, cm	21,0 ± 1,09	26,45 ± 1,91	29,5±1,75
Окружность груди, см/ Thorax circumference, cm	20,30 ± 0,92	26,43 ± 2,50	29,60±2,25
Оценка по Апгар на 1 мин/ Apgar score at 1st min	4,00±1,16	5,25±0,68	6,50±0,72
Оценка по Апгар на 5 мин/ Apgar score at 5th min	5,95±0,47	6,75 ±0,44	7,00±0,42

Таблица 2

Показатели гемодинамики детей с ЭНМТ (n=25)

Table 2

Hemodynamics data in newborn infants

Показатель/ Variable	Возраст/Age			Достоверность различий/ Statistical significance
	7 сутки/day	28 сутки/day	38 нед.ПКВ/ postconceptional wks	
	Церебральная гемодинамика/ Cerebral hemodynamics			
V max ПМА п, см/с	17,31±2,10	37,10±5,31	44,02±3,71	$p_{I-II} < 0,05$ ; $p_{I-III} > 0,05$
V min ПМА п, см/с	3,30±1,51	7,85±3,61	7,02±3,11	$p_{I-II} < 0,05$ ; $p_{I-III} > 0,05$
ИР ПМА п	0,74±0,03	0,75±0,06	0,77±0,06	$p_{I-III} > 0,05$
V max ПМА л, см/с	16,22±1,90	26,44±4,91	47,91±2,72	$p_{I-III} < 0,05$
V min ПМА л, см/с	4,01±0,71	9,71±3,40	13,02±0,52	$p_{I-II} < 0,05$ ; $p_{I-III} > 0,05$
ИР ПМА л	0,75±0,05	0,72±0,02	0,70±0,02	$p_{I-III} > 0,05$
V max СМА п, см/с	20,10±1,21	41,80±4,22	46,41±5,50	$p_{I-II} < 0,05$ ; $p_{I-III} > 0,05$
V min СМА п, см/с	5,43±0,92	10,40±1,91	9,00±3,31	$p_{I-II} < 0,05$ ; $p_{I-III} > 0,05$
ИР СМА п	0,77±0,06	0,74±0,02	0,70±0,04	$p_{I-III} > 0,05$
V max СМА л, см/с	21,91±0,91	52,33±3,13	47,83±2,91	$p_{I-II} < 0,05$ ; $p_{I-III} > 0,05$
V min СМА л, см/с	5,53±1,33	13,10±2,50	12,51±2,83	$p_{I-II} < 0,05$ ; $p_{I-III} > 0,05$
ИР СМА л	0,75±0,07	0,70±0,02	0,70±0,02	$p_{I-III} > 0,05$
V в.Галена/ Galenus vien, см/с	4,02±1,54	6,43±2,21	6,71±2,10	$p_{I-III} > 0,05$
Центральная гемодинамика/Central hemodynamics				
КСР, см	0,65±0,03	0,72±0,04	1,02±0,05	$p_{I-II} > 0,05$ ; $p_{I-III} < 0,05$
КДР, см	1,01±0,05	1,27±0,09	1,42±0,08	$p_{I-III} < 0,05$
УО, мл	1,77±0,82	2,17±0,42	3,66±1,12	$p_{I-II} > 0,05$ ; $p_{I-III} < 0,05$
ФВ, %	68,52±2,23	74,36±3,44	69,01±2,30	$p_{I-III} > 0,05$
АД систолическое	38,82±2,71	44,68±2,23	88,68±4,50	$p_{I-III} < 0,05$
АД диастолическое	18,65±2,60	21,37±2,26	45,55±2,82	$p_{I-II} > 0,05$ ; $p_{I-III} < 0,05$
АД среднее	28,61±2,64	32,34±3,10	65,13±3,20	$p_{I-II} > 0,05$ ; $p_{I-III} < 0,05$

## Пояснение/Explanation

V max ПМА п — максимальная систолическая скорость кровотока в правой передней мозговой артерии/ maximal systolic blood flow velocity in right anterior cerebral artery

V min ПМА п — минимальная диастолическая скорость кровотока в правой передней мозговой артерии/ minimal diastolic blood flow velocity in right anterior cerebral artery

ИР ПМА п — индекс резистентности правой передней мозговой артерии/ blood flow resistivity index in right anterior cerebral artery

V max ПМА л — максимальная систолическая скорость кровотока в левой передней мозговой артерии / maximal systolic blood flow velocity in left anterior cerebral artery  $RI=(V_{max}-V_{min})/V_{min}$

V min ПМА л — минимальная диастолическая скорость кровотока в левой передней мозговой артерии / minimal diastolic blood flow velocity in left anterior cerebral artery

ИР ПМА л — индекс резистентности левой передней мозговой артерии

V max СМА п — максимальная систолическая скорость кровотока в правой средней мозговой артерии / maximal systolic blood flow velocity in right middle cerebral artery

V min СМА п — минимальная диастолическая скорость кровотока в правой средней мозговой артерии /minimal diastolic blood flow velocity in right middle cerebral artery

ИР СМА п — индекс резистентности в правой средней мозговой артерии / blood flow resistivity index in right middle cerebral artery

V max СМА л — максимальная систолическая скорость кровотока в левой средней мозговой артерии / maximal systolic blood flow velocity in left middle cerebral artery

V min СМА л — минимальная диастолическая скорость кровотока в левой средней мозговой артерии /minimal diastolic blood flow velocity in left middle cerebral artery

ИР СМА л — индекс резистентности в левой средней мозговой артерии / resistivity index in left middle cerebral artery

V в.Галена — скорость кровотока в вене Галена/blood flow velocity in Galen vien

КСР — конечно-систолический размер левого желудочка/left ventricular end-systolic dimation

КДР — конечно-диастолический размер левого желудочка/left ventricular end-diastolic dimation

УО — ударный объем левого желудочка/left ventricular stroke volume

ФВ — фракция выброса левого желудочка/left ventricular ejection fraction

АД — артериальное давление/blood pressure

Таблица 3  
Показатели гемодинамики детей с ОНМТ  
Table 3  
Hemodynamics data in LBW newborns (n=45)

Показатель/Variable	Возраст/Age			Достоверность различий/ Statistical significance
	7 сутки/day	28 сутки/day	38 нед. ПКВ/ postconceptional wks	
	Церебральная гемодинамика/Cerebral hemodynamics			
V max ПМА п, см/с	26,04±4,40	38,14±8,02	42,22±2,92	$p_{I-II} < 0,05$ ; $p_{I-III} > 0,05$
V min ПМА п, см/с	8,02±2,33	10,03±2,05	9,71±3,30	$p_{I-III} > 0,05$
ИР ПМА п	0,76±0,02	0,71±0,03	0,70±0,03	$p_{I-III} > 0,05$
V max ПМА л, см/с	23,01±5,24	36,34±3,22	40,11±3,52	$p_{I-II} < 0,05$ ; $p_{I-III} > 0,05$
V min ПМА л, см/с	6,03±3,15	9,22±1,46	10,12±2,23	$p_{I-III} > 0,05$
ИР ПМА л	0,75±0,03	0,74±0,09	0,70±0,03	$p_{I-III} > 0,05$
V max СМА п, см/с	27,35±3,51	39,34±2,73	41,34±3,12	$p_{I-III} < 0,05$ ; $p_{II} > 0,05$
V min СМА п, см/с	6,60±2,90	11,02±2,61	13,35±3,24	$p_{I-III} > 0,05$
ИР СМА п	0,72±0,03	0,71±0,05	0,68±0,02	$p_{I-III} > 0,05$
V max СМА л, см/с	29,13±3,26	39,74±3,11	40,83±4,24	$p_{I-III} < 0,05$
V min СМА л, см/с	8,00±2,91	12,21±2,43	12,34±2,51	$p_{I-III} > 0,05$
ИР СМА л	0,75±0,02	0,75±0,04	0,69±0,02	$p_{I-III} > 0,05$
V в.Галена, см/с	5,25±2,37	6,70±1,81	9,42±2,61	$p_{I-II} > 0,05$ ; $p_{I-III} < 0,05$
Центральная гемодинамика/ Central hemodynamics				
КСР, см	0,72±0,01	0,75±0,04	0,92±0,08	$p_{I-II} > 0,05$ ; $p_{I-III} < 0,05$
КДР, см	1,22±0,06	1,32±0,04	1,38±0,05	$p_{I-II} < 0,05$ ; $p_{I-III} > 0,05$
УО, мл	3,21±0,71	3,15±1,22	3,32±0,83	$p_{I-III} > 0,05$
ФВ, %	69,28±2,12	76,22±1,43	74,13±4,31	$p_{I-II} < 0,05$ ; $p_{I-III} > 0,05$
АД систолическое	46,54±3,41	49,21±3,26	90,33±4,30	$p_{I-III} < 0,05$ ; $p_{I-II} > 0,05$
АД диастолическое	22,72±3,44	24,66±2,60	44,29±3,50	$p_{I-II} > 0,05$ ; $p_{I-III} < 0,05$
АД среднее	34,60±2,94	36,50±3,43	66,75±2,91	$p_{I-II} > 0,05$ ; $p_{I-III} < 0,05$

Таблица 4  
Показатели гемодинамики детей с НМТ  
Table 4  
Hemodynamics data in NBW newborns (n=45)

Показатель/Variable	Возраст/ Age			Достоверность различий/ Statistical significance
	7 сутки/day	28 сутки/day	38 нед.ПКВ/ postconceptional wks	
	Церебральная гемодинамика/ Cerebral hemodynamics			
V max ПМА п, см/с	29,60±2,23	47,91±3,60	45,41±3,91	$p_{I,II,III} < 0,05$ ; $p_{I,II,III} > 0,05$
V min ПМА п, см/с	6,20±1,70	12,72±1,72	13,21±2,33	$p_{I,II,III} < 0,05$ ; $p_{I,II,III} > 0,05$
ИР ПМА п	0,79±0,02	0,73±0,03	0,70±0,02	$p_{I,II,III} < 0,05$ ; $p_{I,II,III} > 0,05$
V max ПМА л, см/с	29,61±2,72	49,70±3,28	51,22±2,94	$p_{I,II,III} < 0,05$ ; $p_{I,II,III} > 0,05$
V min ПМА л, см/с	6,71±0,90	13,30±2,12	12,44±2,38	$p_{I,II,III} < 0,05$ ; $p_{I,II,III} > 0,05$
ИР ПМА л	0,77±0,02	0,73±0,01	0,68±0,04	$p_{I,II,III} < 0,05$ ; $p_{I,II,III} > 0,05$
V max СМА п, см/с	32,32±2,63	48,26±2,60	46,82±3,41	$p_{I,II,III} < 0,05$ ; $p_{I,II,III} > 0,05$
V min СМА п, см/с	7,20±2,14	12,91±3,81	12,03±2,28	$p_{I,II,III} > 0,05$
ИР СМА п	0,77±0,04	0,73±0,04	0,74±0,02	$p_{I,II,III} > 0,05$
V max СМА л, см/с	33,31±2,52	48,22±4,13	47,61±3,70	$p_{I,II,III} < 0,05$ ; $p_{I,II,III} > 0,05$
V min СМА л, см/с	8,14±2,04	13,63±1,95	14,10±2,10	$p_{I,II,III} < 0,05$ ; $p_{I,II,III} > 0,05$
ИР СМА л	0,75±0,02	0,71±0,02	0,69±0,05	$p_{I,II,III} > 0,05$
V в.Галена, см/с	5,83±1,94	5,86±3,51	9,62±3,23	$p_{I,II,III} > 0,05$
Центральная гемодинамика/ Central hemodynamics				
КСР, см	0,74±0,18	0,84±0,03	0,91±0,02	$p_{I,II,III} > 0,05$
КДР, см	1,29±0,05	1,39±0,07	1,52±0,05	$p_{I,II,III} < 0,05$ ; $p_{I,II,III} > 0,05$
УО, мл	2,41±0,41	3,81±1,52	4,15±0,64	$p_{I,II,III} < 0,05$ ; $p_{I,II,III} > 0,05$
ФВ, %	71,01±4,14	73,12±2,31	68,33±3,36	$p_{I,II,III} > 0,05$
АД систолическое	66,71±6,23	73,92±3,40	89,82±3,94	$p_{I,II,III} > 0,05$ ; $p_{I,II,III} < 0,05$
АД диастолическое	37,19±3,66	39,50±4,96	45,43±4,96	$p_{I,II,III} > 0,05$
АД среднее	49,91±2,65	55,62±2,32	65,32±3,24	$p_{I,II,III} < 0,05$

## ЛИТЕРАТУРА

1. Башмакова Н.В., Винокурова Е.А., Краева О.А. Состояние здоровья детей раннего возраста от матерей с преодоленным невынашиванием беременности. Педиатрия, 2014, №1, с.21-24.
2. Кельмансон И.А. Отсроченный риск кардиоваскулярной патологии, ассоциированный с малой массой тела при рождении. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 1999, Т. 2, с. 12 - 18.
3. Перлман Д. Неврология. Проблемы и противоречия в неонатологии. / Д. Перлман; под ред. Р. Полина; пер. с англ.; под ред. Н.А. Ермоленко. – М.: Логосфера, 2015. – 392 с.
4. Гузева В.И. Федеральное руководство по детской неврологии. М.: ООО «МК». 2016. 656с.
5. Азизова Г.А., Курманбаева Н.Н., Арынова Б.С. Церебральная гемодинамика новорожденных с ишемически-геморрагическими повреждениями центральной нервной системы. Медицина. 2013, Т. 1, с. 36 - 37.
6. Munro M.J., Walker A.V., Barfield C.H. Hypotensive extremely low birth weight infants have reduced cerebral blood flow. Pediatrics; 2004, Vol. 114, pp.1591-1596. DOI: 10.1542/

## REFERENCES

1. Bashmakova N.V., Vinokurova E.A., Kraeva O.A. The newborns health from mothers after preterm birth treatment. Pediatrics = Pediatria. 2014, Vol. 1, pp. 21-24 (In Russ.).
2. Kelmanson I.A. Delayed cardiovascular pathology risk caused by low birth weight. Russian herald in perinatology and pediatrics = Ross.vestnik perinatol. I pediatri. 1999, Vol. 2; pp. 12-18 (In Russ.).
3. Perlman D. Neurology. Problems and controversies in neonatology. M Logosphaera. 2015. 392 p (In Russ.).
4. Guzeeva V.I. Pediatric neurology. Federal guidelines on pediatric neurology. M; MK; 2016. 656 p. (In Russ.).
5. Azizova G.A., Kurmanbaeva N.N., Arinova B.S. Cerebral hemodynamics in newborn infants with ischemic and hemorrhage central nervous system damages. Medicine = Medicina, 2013; Vol. 1, pp. 36-37 (In Russ.).
6. Munro M.J., Walker A.V., Barfield C.H. Hypotensive extremely low birth weight infants have reduced cerebral blood flow. Pediatrics; 2004, Vol. 114, pp.1591-1596 DOI: 10.1542/peds.2004-1073.
7. Sarnat H., Sarnat M. Neonatal encephalopathy following fetal distress. Arch.Neurol. 1976, Vol. 33, pp.



peds.2004-1073.

7. Sarnat H., Sarnat M. Neonatal encephalopathy following fetal distress. Arch. Neurol. 1976, Vol. 33, pp.695-705. DOI: 10.1001/archneur.1976.00500100030012.

8. Toyoshima K., Masutani S., Senzaki H. e.a. Left atrial volume is superior to the ratio of the left atrium to aorta diameter for assessment of the severity of patent ductus arteriosus in extremely low birth weight infants. Circulation J. 2014, Vol. 78, pp.1701-1709. DOI:10.1253/circj.cj-13-1231.

695-705. DOI: 10.1001/archneur.1976.00500100030012.

8. Toyoshima K., Masutani S., Senzaki H. e.a. Left atrial volume is superior to the ratio of the left atrium to aorta diameter for assessment of the severity of patent ductus arteriosus in extremely low birth weight infants. Circulation J. 2014, Vol. 78, pp.1701-1709. DOI:10.1253/circj.cj-13-1231

---

#### Авторы

Ковтун Ольга Петровна,  
Уральский государственный медицинский университет  
Д.м.н., профессор, член-корр. РАН, ректор университета  
Российская Федерация, Екатеринбург, 620028, ул. Ре-  
пина 3  
kovtun@usma.ru

Краева Ольга Александровна,  
Уральский НИИ охраны материнства и младенчества  
К.м.н., старший научный сотрудник, руководитель от-  
дела  
Российская Федерация, Екатеринбург, 620028, ул. Ре-  
пина 1  
olalkra@yandex.ru

Цывьян Павел Борисович  
Уральский государственный медицинский универси-  
тет  
Д.м.н., профессор, зав.кафедрой нормальной физио-  
логии  
Российская Федерация, Екатеринбург, 620028, ул. Ре-  
пина 3  
pavel.tsyvian@gmail.com

#### Authors

Olga P. Kovtun  
Ural State Medical University  
Dr. Sci. (Med.), Professor, Corresponding member RAS,  
University Rector  
Russian Federation, Yekaterinburg, Repin str. 3  
kovtun@usma.ru.

Olga A. Kraeva  
Mother and Child Care Research Institute  
Cand.Sci. (Med.), Senior Researcher, Head of Department  
Russian Federation, Yekaterinburg, Repin str.1  
olalkra@yandex.ru

Pavel B. Tsyvian  
Ural State Medical University  
Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Department  
Russian Federation, Yekaterinburg, Repin str. 3  
pavel.tsyvian@gmail.com