

## Показатели церебрального кровотока у детей и подростков с артериальной гипертензией и ожирением

С.Ю. Новиков, И.Г. Морено, П.В. Шумилов

Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва

## Cerebral blood flow indices in children and adolescents with hypertension and metabolic syndrome

S.Yu. Novikov, I.G. Moreno, P.V. Shumilov

N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

Обследован 141 пациент в возрасте от 10 до 17 лет. У всех детей проводили ультразвуковую доплерографию для оценки кровотока на интракраниальных (основной и среднемозговых артериях), экстракраниальных (общих и внутренних сонных артериях, позвоночных артериях) церебральных артериях и церебральной вене (прямом венозном синусе); анализировали скоростные характеристики потока и уровень периферического сопротивления. При стабильной артериальной гипертензии у детей с нормальной массой тела определялись высокие показатели периферического сопротивления сосудов в бассейнах интракраниальных (основной и правой среднемозговой артерий) и экстракраниальных артерий с явлениями гиперперфузии в бассейне общей сонной артерии. У детей с ожирением при различных стадиях артериальной гипертензии, напротив, отмечалось снижение периферического сопротивления в интракраниальных артериях и увеличение пиковой систолической скорости кровотока в прямом венозном синусе. Выявленные различия церебральной гемодинамики позволяют предположить, что у детей с ожирением артериальная гипертензия носит вторичный характер.

**Ключевые слова:** дети, артериальная гипертензия, ожирение, церебральная гемодинамика, транскраниальная доплерография.

A total of 141 patients aged 10 to 17 years were examined. Doppler ultrasonography was carried out to assess blood flow in the intracranial (basilar and middle cerebral arteries) and extracranial (common and internal carotid arteries, vertebral arteries) cerebral arteries and cerebral vein (tentorial venous sinus) and the velocity characteristics of the flow and the level of peripheral vascular resistance were analyzed in all the children. Normal weight children with stable hypertension were found to have high peripheral vascular resistance in the beds of intracranial (basilar and right middle cerebral arteries) and extracranial arteries with the phenomena of hyperperfusion in the bed of the common carotid artery. Obese children having different stages of hypertension were, on the contrary, observed to have lowered peripheral resistance in the intracranial arteries and increased peak systolic blood flow velocity in the tentorial venous sinus. The found cerebral hemodynamic differences may suggest that obese children have secondary hypertension.

**Key words:** children, hypertension, obesity, cerebral hemodynamics, transcranial Doppler sonography.

Неуклонный рост частоты сердечно-сосудистых заболеваний среди лиц трудоспособного возраста и детей, регистрируемый в последние годы во всем мире, характеризуется высоким риском инвалидизации и летального исхода и определяет необходимость разработки методов ранней диагностики и профилактики [1]. Артериальная гипертензия приводит к изменениям сосудистой стенки (липогиалинозу) преимущественно в сосудах микроциркуляторного русла. Вследствие этого развивается артериосклероз, приводящий к изменению физиологической реактивности сосудов. В церебральных артериях на всем их протяжении возникают деструктивные процессы по типу плазмо-, геморрагии и некрозов с истончением стенки интрацеребральных

сосудов. Эти патологические процессы приводят к развитию микроаневризм и геморрагических инсультов [2]. Морфологические изменения церебральных сосудов на поздних стадиях артериальной гипертензии детально изучены на аутопсийном материале. Более ранние изменения церебральных сосудов носят функциональный характер, их динамика остается предметом исследований [3].

Влияние ожирения на состояние мозгового кровотока у пациентов с артериальной гипертензией практически не изучено. В опубликованных работах, основанных на данных реоэнцефалографии, показано, что у пациентов с артериальной гипертензией и ожирением повышен тонус церебральных сосудов. Исследование регионарного распределения мозгового кровотока радионуклидным методом с ингаляцией радионуклида  $^{133}\text{Xe}$  выявило значимую тенденцию к его снижению в бассейнах средней и задней мозговых артерий при нарастании тяжести артериальной гипертензии в сочетании с метаболическими нарушениями (дислиппротеидемия, гиперурикемия, гипергликемия) [4].

Анализ функционального резерва церебральных сосудов у детей и подростков с артериальной

© Коллектив авторов, 2016

*Ros Vestn Perinatol Pediat* 2016; 3:58–64

DOI: 10.21508/1027–4065–2016–61–3–58–64

Адрес для корреспонденции: Новиков Сергей Юрьевич — аспирант кафедры госпитальной педиатрии им. академика В.А. Таболина РНИМУ им. Н.И. Пирогова

Морено Илья Геннадьевич — к.м.н., доцент той же кафедры

Шумилов Петр Валентинович — д.м.н., проф., зав. той же кафедрой  
117997 Москва, ул.Островитянова, д.1

гипертензией и метаболическим синдромом выявил снижение вазодилатационного резерва в основной артерии у пациентов с лабильной гипертензией независимо от массы тела, что, вероятно, обусловлено еще не сформировавшейся адаптацией ауторегуляции церебрального кровотока. При стабильной гипертензии у детей с нормальной массой тела было выявлено увеличение периферического сопротивления сосудов в бассейнах основной и среднемозговой артерий, в то время как у детей с ожирением при различных формах артериальной гипертензии подобные изменения не обнаруживались. Эти изменения дают основания предполагать различие механизмов формирования гипертензии у детей с нормальной массой тела и ожирением. Вероятно, у детей с ожирением артериальная гипертензия носит вторичный характер [5].

Цель исследования: установить особенности церебральной гемодинамики у детей с артериальной гипертензией в зависимости от степени ожирения и стадии гипертензии.

### Характеристика детей и методы исследования

Под наблюдением находился 141 пациент в возрасте 10–17 лет. У 42 детей с артериальной гипертензией имелось ожирение: умеренное – у 9 пациентов ( $\text{SDS IMT} + 2,02\text{--}2,35$ ), морбидное – у 33 ( $\text{SDS IMT} + 2,36\text{--}2,52$ ); у 42 детей с артериальной гипертензией масса находилась в пределах возрастной нормы. Деление на подгруппы проводили в зависимости от формы гипертензии (лабильная или стабильная). Группу сравнения составили 15 детей с ожирением, но нормальным артериальным давлением; контрольную группу – 43 практически здоровых ребенка с нормальной массой тела, у которых при многократных исследованиях регистрировали нормальные показатели артериального давления.

Верификацию диагноза артериальной гипертензии проводили в соответствии с рекомендациями Всероссийского научного общества кардиологов и Ассоциации детских кардиологов России (2009) [6]. В исследование не включали детей с вторичными формами артериальной гипертензии (почечного и эндокринного генеза), цереброваскулярными заболеваниями, органическими поражениями головного мозга. Для оценки мозгового кровотока был использован метод ультразвуковой доплерографии. Исследование осуществляли на интракраниальных (основной и среднемозговых артериях), экстракраниальных (общих и внутренних сонных артериях, позвоночных артериях) церебральных артериях и церебральной вене (прямом венозном синусе). У всех наблюдавшихся детей проводили доплерографию сосудов головного мозга по общепринятой методике в покое с оценкой скоростных характеристик потока и уровня периферического сопротивления с расчетом пульсационного индекса ( $P_i$ ) Gosling, индекса пери-

ферического сопротивления ( $R_i$ ) Pourselot и индекса Линдегарда [7, 8].

Статистическую обработку полученных данных проводили при помощи программы Statistica 7.0 с использованием непараметрических методов анализа. Для проверки гипотезы о различии выборок применяли критерии Вилкоксона, Манна–Уитни. Результаты представлены в виде медианы ( $Me$ ) и межквартильного интервала (25; 75%).

### Результаты

Скоростные характеристики потока крови и показатели расчетных индексов периферического сопротивления в интракраниальных церебральных артериях у детей и подростков в зависимости от стадии артериальной гипертензии и наличия ожирения представлены в табл. 1 и 2. Анализ показателей скоростных характеристик кровотока в интракраниальных артериях у детей с нормальной массой тела выявил рост пиковой систолической скорости кровотока в бассейне среднемозговых артерий по мере прогрессирования гипертензии. Наиболее выраженный рост отмечался в бассейне левой среднемозговой артерии. При оценке периферического сопротивления у пациентов с нормальной массой тела выявлен рост индексов  $P_i$  и  $R_i$  в оцениваемых артериях по мере прогрессирования артериальной гипертензии с максимальными значениями в бассейнах основной артерии и правой среднемозговой артерии. Статистически значимый рост индексов  $P_i$  и  $R_i$  выявлен у детей со стабильной артериальной гипертензией в сравнении с контрольной группой, в бассейнах основной артерии и правой среднемозговой артерии. У пациентов с нормальной массой тела, вне зависимости от стадии гипертензии, индекс Линдегарда был ниже референсных значений.

Анализ показателей скоростных характеристик кровотока в интракраниальных артериях у пациентов с ожирением также выявил рост пиковой систолической скорости кровотока в бассейне среднемозговых артерий по мере прогрессирования артериальной гипертензии с явлениями гиперперфузии у пациентов с умеренным ожирением. Более выраженный рост отмечался в бассейне левой среднемозговой артерии. Обнаружено существенное снижение пиковой систолической скорости кровотока в бассейне основной артерии в группах с морбидным ожирением.

Выявлено существенное снижение индексов периферического сопротивления ( $P_i$ ,  $R_i$ ) в бассейнах основной артерии, левой и правой среднемозговых артерий у пациентов со стабильной артериальной гипертензией и ожирением. Статистически значимое снижение индексов  $P_i$  и  $R_i$ , по сравнению с контрольной группой и группой со стабильной артериальной гипертензией без ожирения установлено в группе со стабильной артериальной гипертензией и морбидным ожирением.

Таблица 1. Скоростные характеристики потока и показатели сосудистого сопротивления в интракраниальных церебральных артериях у пациентов без ожирения

Показатель	Без АГ и без ожирения (контрольная группа), n=42	С лабильной АГ без ожирения, n=20	Со стабильной АГ без ожирения, n=22
Основная артерия:			
$V_s$	73,00	74,50	72,50
$V_d$	32,00	31,75	30,00
$V_m$	45,50	47,50	45,00
$P_i$	0,87	0,90	<b>0,95 *</b>
$R_i$	0,56	0,56	<b>0,58 *</b>
Среднемозговая артерия правая:			
$V_s$	105,00	110,50	110,50
$V_d$	49,50	44,50	47,50
$V_m$	69,00	67,00	67,50
$P_i$	0,78	0,84	<b>0,95 *</b>
	1,18	1,18	1,23
Индекс Линдегарда			
$R_i$	0,53	0,55	<b>0,58 *</b>
Среднемозговая артерия левая:			
$V_s$	108,00	110,00	115,50
$V_d$	47,50	51,00	50,50
$V_m$	68,00	74,00	73,00
$P_i$	0,83	0,84	0,86
	1,21	1,19	1,25
Индекс Линдегарда			
$R_i$	0,54	0,55	0,55

Примечания. Здесь и в табл. 3 и 6: \* – статистически значимый рост показателей по сравнению с группой без АГ и без ожирения (контрольная группа). Здесь и в табл. 2 – 4: АГ – артериальная гипертензия.  $V_s$  и  $V_d$  – пиковая систолическая и диастолическая скорость кровотока соответственно;  $V_m$  – средняя скорость кровотока.

Таблица 2. Скоростные характеристики потока и показатели сосудистого сопротивления в интракраниальных церебральных артериях у пациентов с ожирением

Показатель	Без АГ с ожирением (группа сравнения), n=15	С лабильной АГ с ожирением, n=12		Со стабильной АГ с ожирением, n=30	
		умеренное, n=4	морбидное, n=8	умеренное, n=5	морбидное, n=25
Основная артерия:					
$V_s$	73,00	73,50	63,50	77,00	62,50
$V_d$	33,00	36,00	30,00	31,00	29,50
$V_m$	47,00	49,50	43,00	45,00	43,00
$P_i$	0,81	<b>0,75 **</b>	0,71	0,98	<b>0,74 *, #</b>
$R_i$	0,54	<b>0,51 * **</b>	0,51	0,58	<b>0,51 *, #</b>
Среднемозговая артерия правая:					
$V_s$	102,00	120,00	105,00	112,00	109,00
$V_d$	50,00	60,50	48,00	48,00	52,00
$V_m$	71,00	81,50	66,00	69,00	75,00
$P_i$	0,75	0,73	0,82	0,73	<b>0,77 #</b>
	1,14	1,27	1,35	1,32	<b>1,22</b>
Индекс Линдегарда					
$R_i$	0,51	0,49	0,53	0,51	<b>0,50 #</b>
Среднемозговая артерия левая:					
$V_s$	114,00	121,00	110,00	127,00	119,00
$V_d$	59,00	61,50	56,50	57,00	58,00
$V_m$	<b>80,00 *</b>	83,50	71,00	82,00	81,00
$P_i$	<b>0,69 *</b>	0,81	0,75	0,77	<b>0,76 #</b>
	1,23	1,30	1,20	<b>1,73 *, #, ##</b>	1,27
Индекс Линдегарда					
$R_i$	<b>0,50 *</b>	0,52	<b>0,49 * **</b>	0,50	<b>0,51 #</b>

Примечание. Здесь и в табл. 4: Статистически значимая разница ( $p < 0,05$ ): \* с контрольной группой; \*\* с группой с лабильной АГ без ожирения; # с группой со стабильной АГ без ожирения; ## с группой сравнения.

Выявлено статистически значимое снижение индексов  $P_i$  и  $R_i$  в бассейне основной артерии в группе с лабильной гипертензией и умеренным ожирением по сравнению с группой без гипертензии с ожирением. Индекс Линдегарда у пациентов со стабильной гипертензией и умеренным ожирением имел нормальные значения.

Скоростные характеристики потока крови и показатели расчетных индексов периферического сопротивления в экстракраниальных церебральных артериях у детей и подростков в зависимости от стадии артериальной гипертензии и наличия ожирения представлены в табл. 3 и 4. У пациентов с нормальной массой тела по мере прогрессирования гипертензии был обнаружен рост пиковой систолической скорости кровотока во всех оцениваемых артериях, кроме левой внутренней сонной артерии. Выявлен рост диастолической и средней скоростей кровотока по оцениваемым

артериям у пациентов с лабильной гипертензией с последующим их снижением у детей со стабильной гипертензией по сравнению с контрольной группой. Отмечен статистически значимый рост средней скорости кровотока в бассейне левой внутренней сонной артерии у пациентов с лабильной артериальной гипертензией без ожирения по сравнению с контрольной группой.

У пациентов с нормальной массой тела индексы периферического сопротивления ( $P_i$ ,  $R_i$ ) превышали референсные значения, по мере прогрессирования гипертензии отмечен их рост во всех оцениваемых артериях с максимальными значениями в общей сонной артерии. Статистически значимый рост индексов  $P_i$  и  $R_i$  выявлен в бассейнах левой внутренней сонной артерии, правой общей сонной и позвоночной артериях по сравнению с контрольной группой и пациентами со стабильной гипертензией без ожирения.

**Таблица 3. Скоростные характеристики потока и показатели сосудистого сопротивления в экстракраниальных церебральных артериях у пациентов без ожирения**

Показатель	Без АГ и без ожирения (контрольная группа), $n=42$	С лабильной АГ без ожирения, $n=20$	Со стабильной АГ без ожирения, $n=22$
<b>Общая сонная артерия правая</b>			
$V_s$	126,50	139,00	144,00
$V_d$	26,00	27,00	28,00
$V_m$	49,00	50,50	52,00
$P_i$	2,08	2,23	<b>2,26 *</b>
$R_i$	0,79	0,80	0,79
<b>Общая сонная артерия левая</b>			
$V_s$	122,50	135,00	138,00
$V_d$	25,50	27,00	26,50
$V_m$	47,00	50,00	48,00
$P_i$	2,06	2,21	2,17
$R_i$	0,79	0,80	0,79
<b>Внутренняя сонная артерия правая</b>			
$V_s$	90,00	91,00	92,00
$V_d$	35,50	36,50	32,50
$V_m$	51,00	51,00	49,50
$P_i$	1,06	1,10	1,13
$R_i$	0,61	0,61	0,63
<b>Внутренняя сонная артерия левая</b>			
$V_s$	88,00	97,50	94,00
$V_d$	33,00	36,50	32,50
$V_m$	50,00	<b>53,50 *</b>	48,50
$P_i$	1,03	1,15	1,20
$R_i$	0,60	0,63	<b>0,65 *</b>
<b>Позвоночная артерия правая</b>			
$V_s$	44,50	53,00	56,00
$V_d$	17,50	16,50	15,00
$V_m$	25,00	26,00	24,00
$P_i$	1,18	1,39	<b>1,39 *</b>
$R_i$	0,65	0,69	0,70
<b>Позвоночная артерия левая</b>			
$V_s$	52,50	53,50	56,00
$V_d$	17,00	17,00	14,50
$V_m$	28,00	27,00	25,50
$P_i$	1,27	1,51	<b>1,55 *</b>
$R_i$	0,66	<b>0,72 *</b>	<b>0,73 *</b>

У пациентов с ожирением выявлен рост пиковой систолической скорости кровотока в экстракраниальных артериях с явлениями гиперперфузии в бассейнах общей сонной артерии у детей с лабильной гипертензией и умеренным ожирением. Установлено статистически значимое снижение средней скорости кровотока в бассейне левой внутренней сонной артерии у больных с ожирением без гипертензии при сравнении с контрольной группой. Определено статистически значимое снижение средней скорости кровотока ( $V_m$ ) в бассейнах внутренних сонных артерий и общей сонной артерии у пациентов с артериальной гипер-

тензией и ожирением по сравнению с аналогичными по стадии гипертензии группами детей без ожирения.

Выявлено превышение референсных значений индексов  $P_i$  и  $R_i$  во всех оцениваемых артериях с максимальными значениями для общей сонной артерии. Отмечен рост индексов периферического сопротивления ( $P_i$ ,  $R_i$ ) в оцениваемых артериях у детей с ожирением по мере прогрессирования гипертензии с максимальными значениями в группе с умеренным ожирением. Статистически значимый рост индексов периферического сопротивления выявлен в бассейне левой внутренней сонной артерии у детей с лабиль-

Таблица 4. Скоростные характеристики потока и показатели сосудистого сопротивления в экстракраниальных церебральных артериях у пациентов с ожирением

Показатель	Без АГ с ожирением (группа сравнения), <i>n</i> =15	С лабильной АГ с ожирением, <i>n</i> =12		Со стабильной АГ с ожирением, <i>n</i> =30	
		умеренное, <i>n</i> =4	морбидное, <i>n</i> =8	умеренное, <i>n</i> =5	морбидное, <i>n</i> =25
Общая сонная артерия					
правая:					
<i>V</i>	111,00	142,50	123,50	126,00	126,00
<i>V<sup>s</sup></i>	26,00	29,00	26,00	22,00	25,00
<i>V<sup>d</sup></i>	46,00	51,00	<b>44,50 **</b>	<b>44,00 *, #</b>	<b>45,00 *, #</b>
<i>V<sup>m</sup></i>	1,91	2,06	2,25	2,42	<b>2,19 ##</b>
<i>P<sub>i</sub></i>	<b>0,76 *</b>	0,81	0,80	<b>0,83 ##</b>	<b>0,80 ##</b>
Общая сонная артерия					
левая:					
<i>V<sub>S</sub></i>	100,00	161,00	123,00	119,00	117,00
<i>V</i>	29,00	29,50	25,00	26,00	24,00
<i>V<sup>d</sup></i>	46,00	56,50	<b>44,00 **</b>	45,00	<b>44,00 #</b>
<i>V<sup>m</sup></i>	<b>1,71 *</b>	2,11	<b>2,09 ##</b>	2,11	<b>2,13 ##</b>
<i>P<sub>i</sub></i>	<b>0,74 *</b>	0,81	0,79	0,79	<b>0,79 ##</b>
Внутренняя сонная арте-					
рия правая:					
<i>V</i>	98,00	94,00	74,50	81,00	92,00
<i>V<sup>s</sup></i>	38,00	34,00	32,00	33,00	31,00
<i>V<sup>d</sup></i>	56,00	51,50	<b>43,50 ##, **</b>	<b>46,00 ##</b>	<b>46,00 ##</b>
<i>V<sup>m</sup></i>	1,02	1,14	1,01	1,24	1,15
<i>P<sub>i</sub></i>	0,59	0,62	0,58	0,63	0,62
Внутренняя сонная арте-					
рия левая:					
<i>V</i>	88,00	93,00	87,50	79,00	87,00
<i>V<sup>s</sup></i>	38,00	33,00	34,50	33,00	32,00
<i>V<sup>d</sup></i>	<b>53,00 *</b>	48,50	50,50	<b>47,00 ##</b>	<b>47,00 ##</b>
<i>V<sup>m</sup></i>	<b>0,94 *</b>	<b>1,15 ##</b>	1,11	<b>1,00 #</b>	<b>1,16 ##</b>
<i>P<sub>i</sub></i>	<b>0,56 *</b>	<b>0,64 ##</b>	0,62	<b>0,59 #</b>	<b>0,63 ##</b>
Позвоночная артерия					
правая:					
<i>V</i>	51,00	45,50	48,00	47,00	48,00
<i>V<sup>s</sup></i>	21,00	17,50	16,00	18,00	16,00
<i>V<sup>d</sup></i>	31,00	26,00	24,50	27,00	25,00
<i>V<sup>m</sup></i>	0,97	0,93	1,43	1,47	<b>1,17 #</b>
<i>P<sub>i</sub></i>	0,59	0,59	0,70	0,72	<b>0,64 #</b>
Позвоночная артерия					
левая:					
<i>V</i>	46,00	51,00	56,00	57,00	51,00
<i>V<sup>s</sup></i>	19,00	18,00	14,50	19,00	18,00
<i>V<sup>d</sup></i>	28,00	26,00	23,50	28,00	25,00
<i>V<sup>m</sup></i>	1,09	1,29	<b>1,66 ##</b>	1,54	1,28
<i>P<sub>i</sub></i>	0,63	0,64	<b>0,74 ##</b>	0,72	<b>0,67 #</b>



Таблица 5. Скоростные характеристики потока в прямом венозном синусе у пациентов без ожирения

Показатель	Без АГ и без ожирения, n=42	С лабильной АГ без ожирения, n=20	Со стабильной АГ без ожирения, n=22
$V_s$	27,00	34,00	28,00
$V_d$	23,00	27,00	23,50
$V_m$	25,00	29,00	25,50

Таблица 6. Скоростные характеристики потока в прямом венозном синусе у пациентов с ожирением

Показатель	Без АГ с ожирением, n=15	С лабильной АГ с ожирением, n=12		Со стабильной АГ с ожирением, n=30	
		умеренное, n=4	морбидное, n=8	умеренное, n=5	морбидное, n=25
$V_s$	33,00	44,00	30,00	31,00	30,50
$V_d$	26,00	31,50	25,00	31,00	23,00
$V_m$	<b>29,00 *</b>	36,50	27,00	24,00	26,00

ной гипертензией и умеренным ожирением, а также в бассейнах внутренних сонных артерий и общей сонной артерии у детей со стабильной гипертензией и ожирением по сравнению с группой без гипертензии и с ожирением. При сравнении с аналогичными по стадии артериальной гипертензии группами детей с нормальной массой тела выявлена тенденция к более низким значениям индексов периферического сопротивления у детей с ожирением. Статистически значимое снижение индексов  $P_i$  и  $R_i$  выявлено в бассейнах левой внутренней сонной артерии и общей сонной артерии у пациентов с ожирением без гипертензии по сравнению с контрольной группой. У пациентов со стабильной гипертензией и ожирением установлено значимое снижение индексов  $P_i$  и  $R_i$  в бассейнах позвоночных артерий и левой внутренней сонной артерии по сравнению с группой со стабильной гипертензией и без ожирения.

Скоростные характеристики потока крови в прямом венозном синусе у детей и подростков в зависимости от стадии артериальной гипертензии и наличия ожирения представлены в табл. 5 и 6. Выявлен рост скорости кровотока у пациентов с артериальной гипертензией без ожирения с максимальными значениями в группе с лабильной гипертензией. Установлено снижение скорости кровотока у пациентов с морбидным ожирением и гипертензией по отношению к группе сравнения. При сопоставлении аналогичных по степени гипертензии групп отмечается рост пиковой систолической скорости у пациентов с ожирением с максимальным значением в группах с умеренным ожирением. Статистически значимый рост средней скорости кровотока выявлен в группе пациентов с ожирением без гипертензии при сравнении с контрольной группой.

## ОБСУЖДЕНИЕ

У детей с нормальной массой тела отмечен рост скорости кровотока и периферического сопротивления в интра- и экстракраниальных артериях по мере

прогрессирования артериальной гипертензии. Выявлено усиление венозного (прямой венозный синус) кровотока относительно контрольной группы с максимальными значениями в группе с лабильной гипертензией.

Кроме того, у больных с ожирением выявлен рост пиковой систолической скорости ( $V_s$ ) кровотока в бассейнах среднемозговых артерий с явлениями гиперперфузии в случае умеренного ожирения, но обнаружено существенное снижение  $V_s$  кровотока в бассейне основной артерии. Снижение индексов периферического сопротивления отмечено у пациентов со стабильной артериальной гипертензией, статистически значимое снижение индексов  $P_i$  и  $R_i$  — в группе со стабильной гипертензией и морбидным ожирением.

В бассейне общей сонной артерии и левой внутренней сонной артерии у пациентов с ожирением установлен рост  $V_s$  кровотока и высокие значения индексов периферического сопротивления с их ростом по мере прогрессирования гипертензии, однако средняя скорость ( $V_m$ ) кровотока была ниже по сравнению с контрольной группой и пациентами с аналогичной стадией гипертензии без ожирения. У детей с ожирением выявлена тенденция к более низким значениям индексов периферического сопротивления. У пациентов со стабильной артериальной гипертензией и ожирением отмечено значимое снижение индексов  $P_i$  и  $R_i$  в бассейнах позвоночной и левой внутренней сонной артерии по сравнению с группой со стабильной гипертензией без ожирения.

Венозный кровоток у больных с морбидным ожирением и гипертензией был снижен. При сравнении аналогичных по степени гипертензии групп более высокие значения  $V_s$  зарегистрированы у пациентов с умеренным ожирением. Статистически значимый рост средней скорости кровотока выявлен в группе пациентов с ожирением без гипертензии при сравнении с контрольной группой.

Вероятно, выявленные изменения обусловлены различными механизмами возникновения артериаль-

ной гипертензии у детей с нормальной массой тела и ожирением. Ведущее место в патогенезе первичной артериальной гипертензии у детей с нормальной массой тела отводится гиперактивации ренин-ангиотензин-альдостероновой системы, повышению содержания ангиотензина II — мощного вазоконстриктора [9]. Вследствие этого значительно возрастает периферическое сопротивление сосудов, что отражается на увеличении пульсационного индекса у детей с лабильной и стабильной формами гипертензии без ожирения. Формирование артериальной гипертензии у детей с ожирением происходит при взаимодействии нейрогуморальных, метаболических и эндотелиальных механизмов, ведущий из которых, по-видимому, метаболический. Гиперинсулинемия, возникающая компенсаторно на фоне снижения чувствительно-

сти тканей к инсулину, способствует росту активности центральных отделов регуляции симпатической нервной системы, повышению реабсорбции  $\text{Na}^+$  в проксимальных и дистальных канальцах нефрона и, как следствие, задержке жидкости и развитию гиперволемии [10]. Установленные различия церебральной гемодинамики позволяют предположить, что у детей с ожирением артериальная гипертензия носит вторичный характер.

Обнаруженные изменения церебральной гемодинамики указывают на необходимость проведения в комплексе обследования детей и подростков с артериальной гипертензией ультразвуковой доплерографии сосудов головы и шеи с целью раннего выявления нарушений и своевременного назначения медикаментозной коррекции.

## ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Гончаренко Н.И. Инструментальная диагностика ранних нарушений эндотелиальной функции у детей. *Здоровье Украины* 2010; 2: 13: 50–51. (Goncharenko N.I. Instrumental diagnostics of early disturbances of endothelial function in children. *Zdorov'e Ukrainy* 2010; 13: 2: 50–51.)
2. Путилина М.В. Когнитивные расстройства при цереброваскулярной патологии. Руководство для врачей. М: МАИ ПРИНТ; 2011; 140. (Putilina M.V. Cognitive disorders in cerebrovascular pathology. Moscow: MAI PRINT; 2011; 140.)
3. Гераскина Л.А. Хронические цереброваскулярные заболевания при артериальной гипертонии: кровоснабжение мозга, центральная гемодинамика и функциональный сосудистый резерв. Автореф. дисс. ... д.м.н. М 2008; 50. (Geraskina L.A. Chronic cerebrovascular disease with arterial hypertension: blood supply brain, central hemodynamics and functional vascular reserve. Avtoref. diss. ... k.m.n. Moscow 2008; 50.)
4. Байкова О.А., Отарова С.М., Соболева Р.Б., Тебоева В.Н. Характер нарушений мозгового кровотока у больных артериальной гипертонией с метаболическим синдромом. *Рос кардиол журн* 2006; 5: 95–101. (Bajkova O.A., Otarova S.M., Soboleva R.B., Teboeva V.N. Nature of violations of a brain blood-groove in patients with an arterial hypertension and a metabolic syndrome. *Ros kardiolog zhurn* 2006; 5: 95–101.)
5. Иванова С.В., Морено И.Г., Неудухин Е.В. и др. Характер изменений церебрального кровотока у детей с артериальной гипертензией в зависимости от величины индекса массы тела. Современные технологии в диагностике и лечении. *Детская больница* 2013; 4: 18–21. (Ivanova S.V., Moreno I.G., Neudahin E.V. et al. Patterns of cerebral blood flow changes in the children with arterial hypertension depending on body weight index. *Detskaja bol'nica* 2013; 54: 4: 18–21.)
6. Александров А.А., Кисляк О.А., Леонтьева И.В., Розанов В.Б. Диагностика, лечение и профилактика артериальной гипертензии у детей и подростков. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика* 2009; 8: 4S1: 1–32. (Aleksandrov A.A., Kisljak O.A., Leont'eva I.V., Rozanov V.B. Diagnosis, treatment and prevention of hypertension in children and adolescents. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika* 2009; 8: 4S1: 1–32.)
7. Абрамова М.Ф., Нестеровский Ю.Е., Новоселова С.Н., Шурупова Н.С. Структурные и функциональные цереброваскулярные нарушения у детей. Неврологические аспекты. Клиническая физиология кровообращения 2009; 3: 51–62. (Abramova M.F., Nesterovskij Yu.E., Novoselova S.N., Shurupova N.S. Structural and functional cerebrovascular disorders in children. Neurological aspects. *Klinicheskaya fiziologiya krovoobrasheniya* 2009; 3: 51–62.)
8. 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: 15–24. (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. *Detskie bolezni serdtsa i sosudov* 2014; 4: 15–24.)
9. Руководство по кардиологии. Учебное пособие в 3 т. Под ред. Г.И. Сторожакова, А.А. Горбаченкова. М.: ГЭОТАР Медиа 2008; 1: 672. (Storozhakov G.I., Gorbachenkov A.A. (eds). Handbook of cardiology. Moscow: GJeOTAR Media, 2008; 1: 672.)
10. Метаболический синдром. Под ред. Г.Е. Ройтберга. М: МЕД пресс информ, 2007; 224. (Roitberg G.E. (ed.). Metabolic syndrome. Moscow: MEDpress-inform, 2007; 224.)

Поступила 10.03.16