

---

---

УДК [616.831-005:616.89-008.47]-053.5

**ГРИБАНОВ Анатолий Владимирович**, доктор медицинских наук, профессор, директор института медико-биологических исследований Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 338 научных публикаций, в т. ч. 11 монографий

**МЕЛЬКОВА Людмила Артемьевна**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории кардиореспираторной системы института медико-биологических исследований Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 17 научных публикаций

**ФЕДОТОВ Денис Михайлович**, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории кардиореспираторной системы института медико-биологических исследований Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 25 научных публикаций

## **МОЗГОВАЯ ГЕМОДИНАМИКА У ДЕТЕЙ 11–14 ЛЕТ С СИНДРОМОМ ДЕФИЦИТА ВНИМАНИЯ С ГИПЕРАКТИВНОСТЬЮ**

В статье представлены результаты исследования мозгового кровообращения методом реоэнцефалографии у 54 мальчиков среднего школьного возраста с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ) и 45 детей без данной патологии. Показано, что у мальчиков с СДВГ снижены интенсивность мозгового кровотока и упруго-эластические свойства сосудов крупного и среднего калибра, снижен тонус сосудов микроциркуляторного русла в каротидном и вертебро-базиллярном бассейнах головного мозга. Кроме того отмечаются затруднение венозного оттока и признаки венозной дисгемии. При анализе межполушарной асимметрии выявлено значимое увеличение показателей, характеризующих интенсивность кровенаполнения и упругоэластические свойства сосудов в вертебро-базиллярном бассейне левого полушария головного мозга, а также повышение тонуса сосудов среднего и мелкого калибра в каротидном бассейне правого полушария.

**Ключевые слова:** *средний школьный возраст, мозговой кровоток, синдром дефицита внимания с гиперактивностью.*

Синдром дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ) – полиэтиологическое состояние, формирующееся в результате взаимодей-

ствия генетических и средовых факторов [6, 9, 26, 30]. Несмотря на множество работ, освещающих отдельные аспекты СДВГ, причины и

механизмы развития данного состояния выяснены не до конца.

В настоящее время СДВГ получает все большее распространение в детской популяции как в Российской Федерации, так и во всем мире. Анализ распространенности СДВГ в России различными авторами демонстрирует довольно противоречивые результаты, однако считается, что общая численность детей с СДВГ в возрасте до 15 лет составляет не менее 400 тыс. чел. [2, 3, 26, 28].

Данное состояние затрагивает как медицинские, так и социальные аспекты благополучия жизни ребенка, приводя к снижению качества его жизни в целом. Среди проявлений снижения когнитивных функций головного мозга отмечаются нарушения произвольного внимания и оперативной памяти, ухудшение моторного контроля и регуляции произвольности деятельности. Также наблюдаются функциональная незрелость фронто-таламических структур, снижение интенсивности кровотока, упруго-эластических свойств и тонуса сосудов головного мозга. Выраженность этих изменений может нарастать с ростом нарушений мозговой гемодинамики [6, 8, 12, 13, 23], поэтому синдром дефицита внимания с гиперактивностью у детей необходимо рассматривать как медико-социальную проблему, привлекая для ее решения специалистов различных специальностей [7, 9, 10, 33].

Считается, что максимальная манифестация СДВГ происходит в возрасте 6–7 лет, и с возрастом симптомы значительно ослабевают. Однако современными исследованиями доказано сохранение симптоматики и в подростковом возрасте при определенной структурной перестройке клинических проявлений СДВГ, в частности постепенном снижении проявлений импульсивности и гиперактивности и возрастании нарушений внимания [4, 16, 26, 32, 35].

Одним из необходимых условий полноценного функционирования головного мозга является адекватная гемодинамика, обеспечивающая достаточную доставку кислорода и питательных веществ [21, 24, 30]. В на-

стоящее время имеются данные о состоянии церебральной гемодинамики у детей с СДВГ младшего школьного возраста. Так, методами доплерографии и реографии выявлено снижение кровотока в каротидном и вертебрально-базиллярном бассейне, венозные нарушения, возрастание периферического сопротивления, нарушения венозного оттока [5, 11, 19, 20]. При проведении томографии обнаружено снижение мозгового кровотока в префронтальных областях, контролирующих процессы, связанные с уровнем внимания [31, 36]. При ультразвуковом дуплексном сканировании выявляются существенные изменения скорости мозгового кровотока на уровне интракраниальных сосудов [27]. Однако сведений о состоянии мозгового кровотока у детей с СДВГ среднего школьного возраста недостаточно, что и определило необходимость проведения данного исследования.

**Материалы и методы.** Исследование церебрального кровообращения осуществлялось методом реоэнцефалографии с использованием диагностического автоматизированного комплекса «Валента+». Это позволило оценить интенсивность кровенаполнения, состояние тонуса и эластичности мозговых сосудов, а также венозного оттока [17, 22, 25]. На основе реоэнцефалограмм с фронто-мастоидальным (F-M) и окципито-мастоидальным (O-M) расположением электродов в симметричных зонах кровоснабжения внутренней сонной и позвоночных артерий вычислялись следующие показатели: реографический индекс (РИ, у.е.), амплитудно-частотный показатель (АПЧ, 1/с), относительный объемный пульс (Pr, у.е.), модуль упругости (МУ, %), временной показатель сосудистого тонуса (ВПСТ, у.е.), амплитудный показатель сосудистого тонуса (АПСТ, у.е.) средняя скорость наполнения сосудов ( $V_{ср}$ , Ом/с), средняя скорость быстрого наполнения ( $V_b$ , Ом/с), средняя скорость медленного кровенаполнения ( $V_m$ , Ом/с), диастолический индекс (ДКИ, у.е.), диастолический индекс (ДСИ, у.е.), также определялся венозный отток (ВО, %).

---

---

Обследовано 99 мальчиков в возрасте 11–14 лет, из них 54 ребенка с СДВГ (основная группа) и 45 – без отклонений в состоянии здоровья (контрольная группа). Регистрация показателей мозговой гемодинамики осуществлялась в первой половине дня в состоянии относительного покоя в положении испытуемого сидя.

Статистический анализ полученных результатов проводили с помощью пакета программ «SPSS 18.0». Нормальность распределения оценивали с помощью критерия Шапиро-Уилка. В случае нормального распределения результаты представляли в виде среднего значения (M) и стандартного отклонения (s), при ненормальном – в виде медианы (Me), первого ( $Q_1$ ) и третьего ( $Q_3$ ) квартилей. При нормальном распределении применяли двухвыборочный t-критерий Стьюдента для независимых выборок, при ненормальном – критерий Мана-Уитни, для непараметрических данных использовали критерий  $\chi^2$ . Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез в исследовании принимали  $p < 0,05$ .

**Результаты и обсуждение.** При сравнительном анализе показателей церебральной гемодинамики у мальчиков среднего школьного возраста с СДВГ и контрольной группы (см. таблицу) установлено, что у детей с СДВГ отмечается тенденция к снижению кровенаполнения мозговых сосудов в бассейне внутренних сонных и позвоночных артерий, что находит свое отражение в уменьшении средних значений РИ и АПЧ.

Величина модуля упругости (МУ), характеризующего интегральный тонус сосудов артериального русла крупного и среднего калибра, оказалась ниже у детей основной группы в бассейне сонных артерий слева ( $p = 0,05$ ), а в вертебро-базиллярном бассейне справа имела тенденцию к снижению.

Временной (ВПСТ) и амплитудный (АПСТ) показатели сосудистого тонуса были выше у детей основной группы в каротидной области. Значимое увеличение АПСТ отмечалось в бассейне внутренней сонной артерии слева ( $p = 0,005$ ).

Кроме того, выявлено повышение объемной скорости кровотока по магистральным, средним и мелким кровеносным сосудам головного мозга (как в левом, так и в правом полушариях). Так, у детей с СДВГ Vcp и Vб были значимо выше справа в бассейнах внутренней сонной артерии ( $p = 0,006$  и  $p = 0,003$  соответственно) и позвоночной артерии ( $p = 0,020$  и  $p = 0,015$ ), а показатель Vм значимо выше в каротидной области слева ( $p = 0,010$ ). В остальных отведениях у мальчиков с СДВГ данные показатели имели лишь тенденцию к повышению.

Значимых различий между показателями венозного оттока (ВО) не выявлено, однако у детей с СДВГ по сравнению с контролем отмечалась тенденция к увеличению их медианных значений.

Дикротический (ДКИ) и диастолический (ДСИ) индексы, характеризующие состояние микроциркуляторного русла, оказались ниже у детей с нарушением внимания с гиперактивностью. Статистически значимое снижение ДКИ ( $p = 0,27$ ) наблюдается в каротидной области справа. Также отмечается тенденция к снижению значений ДСИ в бассейне внутренней сонной артерии и вертебро-базиллярном бассейне головного мозга.

При сравнительном анализе межполушарных различий у детей с СДВГ выявлено, что показатели интенсивности кровенаполнения были значимо выше в вертебро-базиллярном бассейне левого полушария головного мозга (РИ,  $p = 0,047$ ; АЧП,  $p = 0,017$ ; Pr,  $p = 0,035$ ).

У детей основной и контрольной групп МУ был значимо выше в левом полушарии головного мозга в бассейнах внутренней сонной ( $p = 0,001$ ) и позвоночной артерии ( $p = 0,003$ ).

АПСТ был значимо выше в правом полушарии головного мозга у детей основной группы в каротидном бассейне ( $p = 0,040$ ), а у детей контрольной группы в вертебро-базиллярном бассейне ( $p = 0,035$ ).

Объемные скорости кровотока более выражены в бассейне внутренней сонной артерии правого полушария головного мозга как у де-

## МОЗГОВАЯ ГЕМОДИНАМИКА У МАЛЬЧИКОВ 11–14 ЛЕТ С СДВГ

Показатели	Группы	FM лев.	FM прав.	OM лев.	OM прав.
РИ (у.е.)	ОГ (n=54)	1,69(1,43-2,26)	1,65(1,46-2,23)	1,11(0,77-1,73)	1,04(0,78-1,60)*
	КГ (n=45)	1,76(1,48-2,01)	1,99(1,53-2,37)*	1,13(0,85-1,93)	1,17(0,85-1,56)
АЧП (1/с)	ОГ	2,19(1,79-2,70)	2,21(1,85-2,81)	1,54(1,12-2,52)	1,36(1,03-2,01)*
	КГ	2,35(1,85-2,88)	2,73(2,12-3,15)**	1,57(0,96-2,05)	1,59(1,16-2,19)
Pr (у.е.)	ОГ	0,81(0,64-0,92)	0,75(0,63-0,94)	0,56(0,41-0,87)	0,53(0,38-0,77)*
	КГ	0,82(0,68-1,01)	0,93(0,76-1,03)**	0,64(0,42-0,97)	0,64(0,45-0,79)
МУ (%)	ОГ	<b>15,00(12,00-18,00)</b>	14,00(12,00-17,25)***	17,00(12,00-21,00)	15,00(12,00-20,25)**
	КГ	<b>*16,00(14,00-21,00)</b>	15,00(13,00-18,25)***	18,00(13,00-22,25)	16,00(13,75-21,50)*
ВПСТ (у.е.)	ОГ	0,37(0,32-0,42)	0,37(0,31-0,72)	0,32(0,22-0,37)	0,33(0,25-0,38)
	КГ	0,36(0,29-0,42)	0,33(0,25-0,41)	0,32(0,22-0,40)	0,32(0,24-0,39)
АПСТ (у.е.)	ОГ	<b>0,41(0,39-0,42)</b>	0,41(1,12-2,02)	0,39(0,36-0,41)	0,40(0,37-0,42)*
	КГ	<b>*0,39(0,37-0,41)</b>	0,41(0,39-0,43)*	0,37(0,34-0,41)	0,40(0,37-0,42)
V <sub>ср</sub> (Ом/с)	ОГ	1,59(1,15-1,94)	<b>1,68(1,40-2,27)**</b>	1,04(0,75-1,41)	<b>1,19(0,80-1,69)</b>
	КГ	1,39(1,04-1,62)	<b>**1,38(1,12-2,02)*</b>	0,82(0,71-1,30)	<b>*0,93(0,71-1,28)</b>
V <sub>б</sub> (Ом/с)	ОГ	2,33(2,04-2,87)	<b>2,72±0,42**</b>	1,68(1,27-2,66)	<b>1,80(1,40-2,65)</b>
	КГ	2,17(1,84-2,66)	<b>**2,29±0,48</b>	1,57(1,08-2,25)	<b>*1,52(1,25-2,07)</b>
V <sub>м</sub> (Ом/с)	ОГ	<b>1,35(1,07-1,66)</b>	1,22(1,02-1,68)	0,86(0,62-1,15)	0,75(0,56-1,18)
	КГ	<b>**1,14(0,85-1,33)</b>	1,19(0,85-1,49)	0,69(1,54-1,07)	0,75(0,50-1,08)
ВО (%)	ОГ	21,00(17,75-24,25)	22,98±5,54*	24,09±8,32	26,04±10,59
	КГ	19,50(15,75-23,00)	20,13±5,63	23,00±7,93	25,66±8,88
ДКИ (у.е.)	ОГ	0,76(0,66-0,83)	<b>0,74(0,66-0,79)</b>	0,77(0,61-0,85)	0,77(0,64-0,85)
	КГ	0,80(0,63-0,88)	<b>*0,77(0,69-0,87)</b>	0,76(1,63-0,86)	0,77(0,64-0,90)
ДСИ (Ом/с)	ОГ	0,79±0,11	0,79±0,89	0,84(0,70-0,89)	0,89(0,74-0,97)
	КГ	0,82±0,11	0,82±0,92	0,86(0,77-0,92)	0,92(1,80-0,98)

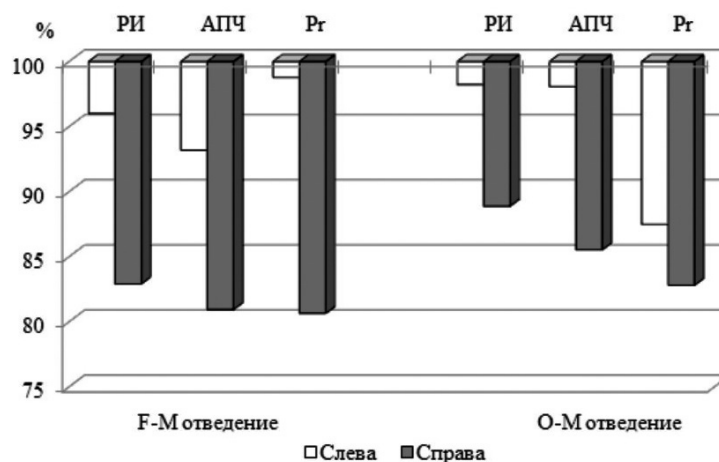
*Примечание.* Сравнение зависимых выборок осуществлялось: 1 – параметрическим критерием Стьюдента для независимых выборок, M±s; 2 – критерием Манна-Уитни (Md(Q1-Q3)); 3 – критерием  $\chi^2$ . Звездочками отмечены статистически значимые отличия: \* –  $p \leq 0,05$ , \*\*  $p \leq 0,01$ , \*\*\*  $p \leq 0,001$ ; слева – между показателями основной и контрольной групп, справа – между показателями левого и правого полушарий.

тей с СДВГ, так и контрольной группы ( $V_{ср}$  при  $p = 0,003$  и  $p = 0,035$  соответственно;  $V_b$  при  $p = 0,002$ ,  $p > 0,05$ ).  $VO$  был значимо больше у детей основной группы в каротидном бассейне правого полушария головного мозга ( $p = 0,041$ ).

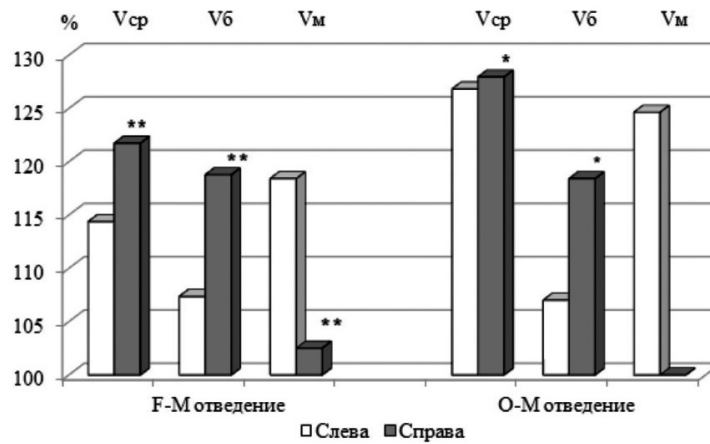
Анализ полученных данных показал, что показатели, характеризующие интенсивность кровенаполнения в основной и контрольной группах в большинстве своем не имели статистически значимых различий, однако, учитывая относительную консервативность параметров мозгового кровообращения, эти изменения можно рассматривать как тенденцию к снижению кровенаполнения сосудов головного мозга. Так,  $PI$  оказался ниже в каротидной области слева на 4,0 % и справа на 17,1 %, в вертебро-базилярной области слева и справа на 1,8 и 11,1 %;  $APЧ$  ниже в каротидной области справа и слева на 6,8 и 19,1 %, а в вертебро-базилярном бассейне на 1,9 и 14,5 %;  $Pr$  в бассейне внутренней сонной артерии на 1,2 и 19,4 %, в бассейне позвоночных артерий на 12,5 и 17,2 % соответственно (рис. 1). Тенденция к снижению интенсивности кровотока может свидетельствовать об уменьшении кислородного и энергетического обеспечения деятельности головного мозга, что, в свою очередь, может привести к нарушению метаболизма в тканях мозга у детей с СДВГ [14, 24, 31].

Также оказался ниже у детей с СДВГ и модуль упругости, отражающий тонус крупных и средних вен как в каротидной, так и в вертебро-базилярной областях головного мозга. Так, значения данного показателя у детей с СДВГ в бассейне внутренней сонной артерии были ниже слева на 6,3 %, справа – на 6,7 %; в бассейне позвоночных артерий – ниже слева на 5,6 % и справа на 6,3 % соответственно, что, очевидно, свидетельствует о нарушении упруго-эластических свойств крупных и средних сосудов.

Скорости наполняемости сосудов крупного, среднего и мелкого калибра были выше у детей с СДВГ:  $V_{ср}$  в бассейне внутренней сонной артерии выше слева и справа на 14,4 и 21,7 %, а в позвоночной артерии – на 26,8 и 28,0 % соответственно;  $V_b$  в бассейне сонных артерий выше на 7,4 и 18,8 % и в бассейне позвоночных артерий – на 7,0 и 18,4 % соответственно;  $V_m$  в бассейне сонных артерий были выше на 18,4 и 2,5 %, в бассейне позвоночных артерий слева на 24,6 % (рис. 2). Данные изменения косвенно свидетельствуют о снижении сосудистого тонуса в церебральных сосудах, что подтверждается данными показателя модуля упругости. Наибольшее изменение этих показателей выявлено в сосудах крупного и среднего калибра в каро-



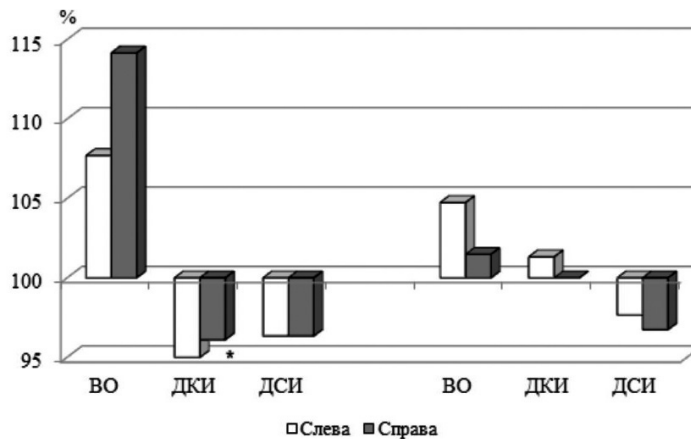
**Рис. 1.** Показатели величины и интенсивности кровотока у мальчиков с СДВГ по сравнению с мальчиками контрольной группы: за 100 % приняты значения у мальчиков контрольной группы



**Рис. 2.** Показатели объемных скоростей кровотока у мальчиков с СДВГ по сравнению с мальчиками контрольной группы: за 100 % приняты значения показателей у мальчиков контрольной группы, статистическая значимость различий между показателями у мальчиков с СДВГ и мальчиков контрольной группы: \* –  $p \leq 0,05$ , \*\* –  $p \leq 0,01$ , \*\*\* –  $p \leq 0,001$

тидной и вертебральных областях справа и мелкого калибра слева во внутренней сонной артерии головного мозга. Снижение интенсивности кровенаполнения на фоне повышения скорости наполняемости мозговых сосудов крупного, среднего и мелкого калибра, вероятно, является компенсаторно-приспособительной реакцией и обеспечивается механизмами ауторегуляции мозгового кровотока.

Выявленные изменения интенсивности кровенаполнения и снижение сосудистого тонуса у детей с СДВГ также предрасполагают к нарушению венозного оттока. Изменения показателя ВО (рис. 3), характеризующего отток крови из артерий в вены и состояние тонуса вен, отмечены у детей основной группы в каротидной области головного мозга, слева ВО выше на 7,7 % и справа – на 14,2 %, а в вертебро-базил-



**Рис. 3.** Показатели тонуса, эластичности и венозного оттока у мальчиков с СДВГ по сравнению с мальчиками контрольной группы: за 100 % приняты значения показателей у мальчиков контрольной группы, статистическая значимость различий между группами: \* –  $p \leq 0,05$



лярной области слева и справа на 4,7 и 1,5 % соответственно. Ухудшение венозного оттока носит компенсаторный характер, увеличивая время нахождения крови в микроциркуляторном русле и улучшая экстракцию кислорода из кровяного русла. Выявленные изменения интенсивности кровенаполнения мозговых артерий и венозная дисгемия подтверждаются и согласуются с данными исследований других авторов [2, 5, 15].

Отмечается и некоторое снижение показателей, характеризующих состояние микроциркуляторного русла. Так, ДКИ, отражающий состояния артериол и прекапилляров, оказался ниже в каротидной области слева на 5,0 % и справа на 3,9 %, в вертебробазиллярной области выше слева на 1,3 %, а справа без значимых изменений. Снижение дикротического индекса свидетельствует о снижении периферического сосудистого сопротивления или гипорезистентности мелких сосудов микроциркуляторного русла. Также

выявлено снижение показателя ДСИ, отражающего тонус посткапилляров и венул, в бассейне внутренней сонной артерии слева и справа на 3,7 %, а в бассейне позвоночных артерий на 2,3 и 3,3 % соответственно, что подтверждается исследованиями других авторов [1, 18, 31, 36].

**Заключение.** Таким образом, полученные результаты свидетельствуют, что у мальчиков 11–14 лет с СДВГ выявлено снижение артериального притока и резистентности крупных, средних и мелких мозговых артерий в лобных и затылочных областях головного мозга, нарушения микроциркуляции и снижение тонуса вен, затруднение венозного оттока. Кроме того отмечается значимое увеличение показателей, характеризующих интенсивность кровенаполнения и упругоэластические свойства сосудов в вертебро-базиллярном бассейне левого полушария головного мозга, и повышение тонуса сосудов среднего и мелкого калибра в каротидном бассейне правого полушария.

## Список литературы

1. Батуева Е.В. Особенности нервно-психического развития, церебральной гемодинамики и микроциркуляции у детей с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Иваново, 2008. 18 с.
2. Белоусова Е.Д., Никонова М.Ю. Синдром дефицита внимания/гиперактивности // Рос. вестн. перинатологии и педиатрии. 2000. № 3. С. 39–42.
3. Брызгунов И.П., Касатикова Е.В. Дефицит внимания с гиперактивностью у детей. М., 2002. 128 с.
4. Глозман Ж.М., Шевченко И.А. Проблема синдрома дефицита внимания с гиперактивностью и подходы к его коррекции // Вестн. КемГУ. 2013. № 3. С. 129–137.
5. Грибанов А.В., Мелькова Л.А., Старцева Л.Ф. Мозговая гемодинамика у гиперактивных детей с дефицитом внимания // Экология человека. 2013. № 10. С. 49–54.
6. Грибанов А.В., Волокитина Т.В., Гусева Е.А., Подопрёкин Д.Н. Синдром дефицита внимания с гиперактивностью у детей: Руководство практического психолога и социального педагога / под общ. ред. А.В. Грибанова. М., 2004. 176 с.
7. Грибанов А.В., Панков М.Н. Центр компетенций развития ребенка «Содействие» как научно-образовательное подразделение университета по проблеме дефицита внимания с гиперактивностью // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. 2014. № 1. С. 5–13.
8. Данилова Н.И. Психофизиология. М., 2007. 368 с.
9. Заваденко Н.Н. Синдром дефицита внимания с гиперактивностью: диагностика, патогенез, принципы лечения // Вопр. практ. педиатрии. 2012. Т. 7, № 1. С. 54–62.
10. Заваденко Н.Н. Диагностика и лечение когнитивных и поведенческих нарушений у детей. Применение церебролизина в их комплексной коррекции: метод. пособие для врачей. М., 2005. 89 с.

11. *Заваденко Н.Н.* Синдром дефицита внимания и гиперактивности: новое в диагностике и лечении // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. 2014. № 1. С. 31–39.
12. *Касатикова Е.В., Ларионов Н.П., Брызгунов И.П.* Исследование распространенности, показателей внимания и факторов риска для развития синдрома дефицита внимания с гиперактивностью у школьников // Педиатрия. 1999. № 5. С. 73–76.
13. *Мелькова Л.А.* Особенности мозговой гемодинамики у детей дошкольного возраста с нарушением внимания и гиперактивностью // Бюл. Ин-та развития ребенка. 2010. № 1(3). С. 66–69.
14. *Морозова Е.А.* Отдаленные последствия перинатальной патологии мозга // Дет. больница. 2011. № 3. С. 43–49.
15. *Морозова Е.А., Мадякина А.А.* Современные представления о происхождении синдрома дефицита внимания с гиперактивностью – психиатрия или неврология // Рус. журн. дет. неврологии. 2011. № 3. С. 3–8.
16. *Морозова Е.А., Мубаракишина А.Р.* Неврологические проблемы детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивностью: материалы III регион. науч.-практ. конф. «Педиатрия и детская хирургия в Приволжском федеральном округе» // Казан. мед. журн. 2006. Т. 87, прилож. С. 175–176.
17. *Москаленко Ю.Е., Вайнштейн Г.Б.* Реоэнцефалография: биофизические основы, информативность, границы применения // Физиология человека. 1983. Т. 9, № 5. С. 70–72.
18. *Мубаракишина А.Р.* Ультразвуковая доплерографическая оценка церебрального кровотока у детей с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Казань, 2009. 23 с.
19. *Мубаракишина А.Р., Тухбатуллин М.Г., Прусаков В.Ф.* Сосудистые нарушения у детей, страдающих синдромом дефицита внимания с гиперактивностью // Невролог. вестн. 2006. Т. XXVIII, вып. 1-2. С. 26–30.
20. *Мубаракишина А.Р., Тухбатуллин М.Г., Прусаков В.Ф., Зайкова Ф.М.* Комплексная эхография в оценке церебрального кровотока у детей с СДВГ // Детская неврология: материалы науч.-практ. конф. Казань, 2008, С. 38–42.
21. *Нифонтова О.Л., Литовченко О.Л., Гудков А.Б.* Показатели центральной и периферической гемодинамики у детей коренной народности Севера // Экология человека. 2010. № 1. С. 28–32.
22. *Осколкова М.К.* Функциональные методы исследования системы кровообращения у детей. М., 1988. 341 с.
23. *Подоплёкин А.Н., Старцева Л.Ф., Джос Ю.С.* Функциональное состояние головного мозга у детей с СДВГ при различных стратегиях поведенческого реагирования // Экология человека. 2010. № 11. С. 28–34.
24. *Ратнер А.Ю.* Нарушение мозгового кровообращения у детей. Казань, 1986. 287 с.
25. *Ронкин М.А., Иванов Л.Б.* Реография в клинической практике. М., 1997. 403 с.
26. Синдром дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ): этиология, патогенез, клиника, течение, прогноз, терапия, организация помощи (экспертный доклад). М., 2007. 64 с.
27. *Фефелкина Н.С.* Клинические и патогенетические особенности гиперактивного расстройства с дефицитом внимания у детей: автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2007. 22 с.
28. *Чутко Л.С.* Синдром дефицита внимания с гиперактивностью и сопутствующие расстройства. СПб., 2007. 136 с.
29. *Чутко Л.С., Пальчик А.Б., Кропотов Ю.Д.* Синдром дефицита внимания с гиперактивностью. СПб., 2004. 112 с.
30. *Шишелова О.В., Гудков А.Б.* Морфофункциональные особенности брахицефальных артерий у детей среднего школьного возраста по данным ультразвуковой диагностики // Экология человека. 2003. № 2. С. 44–47.
31. *Amen D.G., Carmichael B.D.* High Resolution Brain SPECT Imaging in ADHD // Ann. Clin. Psychiatry. 1997. Vol. 9, № 2. P. 81–86.
32. *Barkley R.A.* Attention Deficit Hyperactivity Disorder. N. Y.; London, 1998. 628 p.
33. *Barkley R.A.* The Inattentive Type of ADHD as a Distinct Disorder: What Remains to Be Done // Clinical Psychology: Science and Practice. 2001. Vol. 8, № 4. P. 489–493.
34. *Barkley R.A.* Adolescents with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: An Overview of Empirically Based Treatments // J. Psychiatr. Pract. 2004. № 10. P. 39–56.
35. Guiding Principles for the Diagnosis and Treatment of Attention Deficit Hyperactivity Disorder. Washington, 2006. 12 p.
36. *Kim B.N., Lee J.S., Shin M.S. et al.* Regional Cerebral Perfusion Abnormalities in Attention Deficit Hyperactivity Disorder. Statistical Parametric Mapping Analysis // Eur. Arch. Psychiatry Clin. Neurosci. 2002. № 252. P. 219–225.



---

---

## References

1. Batueva E.V. *Osobennosti nervno-psikhicheskogo razvitiya, tserebral'noy gemodinamiki i mikrotsirkulyatsii u detey s sindromom defitsita vnimaniya s giperaktivnost'yu*: avtoref. dis. ... kand. med. nauk [Features of Neuropsychological Development, Cerebral Hemodynamics and Microcirculation in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder: Cand. Med. Sci. Diss. Abs.]. Ivanovo, 2008. 18 p.
2. Belousova E.D., Nikonova M.Yu. Sindrom defitsita vnimaniya/giperaktivnosti [Attention Deficit/Hyperactivity Disorder]. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii*, 2000, no. 3, pp. 39–42.
3. Bryazgunov I.P., Kasatikova E.V. *Defitsit vnimaniya s giperaktivnost'yu u detey* [Attention Deficit Hyperactivity Disorder in Children]. Moscow, 2002. 128 p.
4. Glozman Zh.M., Shevchenko I.A. Problema sindroma defitsita vnimaniya s giperaktivnost'yu i podkhody k ego korreksii [Problem of Attention Deficit/Hyperactivity Disorder and Approaches to Its Remediation]. *Vestnik KemGU*, 2013, no. 3, pp. 129–137.
5. Gribanov A.V., Mel'kova L.A., Startseva L.F. Mozgovaya gemodinamika u giperaktivnykh detey s defitsitom vnimaniya [Cerebral Hemodynamics in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder]. *Ekologiya cheloveka*, 2013, no. 10, pp. 49–54.
6. Gribanov A.V., Volokitina T.V., Guseva E.A., Podoplekin D.N. *Sindrom defitsita vnimaniya s giperaktivnost'yu u detey: Rukovodstvo prakticheskogo psikhologa i sotsial'nogo pedagoga* [Attention Deficit Hyperactivity Disorder in Children: A Guide for Practical Psychologists and Social Workers]. Moscow, 2004. 176 p.
7. Gribanov A.V., Pankov M.N. Tsentri kompetitsiy razvitiya rebenka "Sodeystvie" kak nauchno-obrazovatel'noe podrazdelenie universiteta po probleme defitsita vnimaniya s giperaktivnost'yu [Child Development Competency Center "Sodeystvie" as the University's Research and Education Division for Attention Deficit Hyperactivity Disorder]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*, 2014, no. 1, pp. 5–13.
8. Danilova N.I. *Psikhofiziologiya* [Psychophysiology]. Moscow, 2007. 368 p.
9. Zavadenko N.N. *Sindrom defitsita vnimaniya s giperaktivnost'yu: diagnostika, patogeneza, printsipy lecheniya. Voprosy prakticheskoy pediatrii* [Attention Deficit Hyperactivity Disorder: Diagnosis, Pathogenesis, Treatment Approaches]. *Issues of Practical Pediatrics*, 2012, vol. 7, no. 1, pp. 54–62.
10. Zavadenko N.N. *Diagnostika i lechenie kognitivnykh i povedencheskikh narusheniy u detey. Primenenie tserebrolizina v ikh kompleksnoy korreksii* [Diagnosis and Treatment of Cognitive and Behavioral Disorders in Children. Use of Cerebrolysin in Their Multimodality Remediation]. Moscow, 2005. 89 p.
11. Zavadenko N.N. Sindrom defitsita vnimaniya i giperaktivnosti: novoe v diagnostike i lechenii [Attention Deficit Hyperactivity Disorder: New Developments in Diagnosis and Treatment]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*, 2014, no. 1, pp. 31–39.
12. Kasatikova E.V., Larionov N.P., Bryazgunov I.P. Issledovanie rasprostranennosti, pokazateley vnimaniya i faktorov riska dlya razvitiya sindroma defitsita vnimaniya s giperaktivnost'yu u shkol'nikov [Study of Prevalence, Attention Indicators and Risk Factors for the Development of Attention Deficit Hyperactivity Disorder in Schoolchildren]. *Pediatriya*, 1999, no. 5, pp. 73–76.
13. Mel'kova L.A. Osobennosti mozgovoy gemodinamiki u detey doshkol'nogo vozrasta s narusheniem vnimaniya i giperaktivnost'yu [Features of Cerebral Hemodynamics in Preschool Children with Attention Deficit and Hyperactivity]. *Byulleten' Instituta razvitiya rebenka*, 2010, no. 1 (3), pp. 66–69.
14. Morozova E.A. Otdalennye posledstviya perinatal'noy patologii mozga [Remote Consequences of Perinatal Brain Pathology]. *Detskaya bol'nitsa*, 2011, no. 3, pp. 43–49.
15. Morozova E.A., Madyakina A.A. Sovremennye predstavleniya o proiskhozhdenii sindroma defitsita vnimaniya s giperaktivnost'yu – psixiatriya ili nevrologiya? [Current Opinions About the Origin of Attention Deficit Hyperactivity Disorder – Psychiatry or Neurology?]. *Russkiy zhurnal detskoy nevrologii*, 2011, no. 3, pp. 3–8.
16. Morozova E.A., Mubarakshina A.R. Nevrologicheskie problemy detey s sindromom defitsita vnimaniya i giperaktivnost'yu: materialy III regional'noy nauch.-prakt. konf. "Pediatriya i detskaya khirurgiya v Privolzhskom federal'nom okruge" [Neurological Problems of Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder: Proc. III Regional Sci. Conf. "Pediatrics and Pediatric Surgery in the Volga Federal District"]. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal*, 2006, vol. 87, appendix, pp. 175–176.

17. Moskalenko Yu.E., Vaynshteyn G.B. Reoentsefalografiya: biofizicheskie osnovy, informativnost', granitsy primeneniya [Rheoencephalography: Biophysical Fundamentals, Information Content, Range of Application]. *Fiziologiya cheloveka*, 1983, vol. 9, no. 5, pp. 70–72.
18. Mubarakshina A.R. *Ul'trazvukovaya doplerograficheskaya otsenka tserebral'nogo krovotoka u detey s sindromom defitsita vnimaniya s giperaktivnost'yu*: avtoref. dis. ... kand. med. nauk [Ultrasonic Dopplerography of Cerebral Blood Flow in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder: Cand. Med. Sci. Diss. Abs.]. Kazan, 2009. 23 p.
19. Mubarakshina A.R., Tukhbatullin M.G., Prusakov V.F. Sosudistye narusheniya u detey, stradayushchikh sindromom defitsita vnimaniya s giperaktivnost'yu [Vascular Disorders in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder]. *Nevrologicheskiy vestnik*, 2006, vol. 28, iss. 1–2, pp. 26–30.
20. Mubarakshina A.R., Tukhbatullin M.G., Prusakov V.F., Zaykova F.M. Kompleksnaya ekhografiya v otsenke tserebral'nogo krovotoka u detey s SDVG [Integrated Sonography for Assessment of Cerebral Blood Flow in Children with ADHD]. *Det'skaya nevrologiya: materialy nauch.-prakt. konf.* [Pediatric Neurology: Proc. Sci. Conf.]. Kazan, 2008, pp. 38–42.
21. Nifontova O.L., Litovchenko O.L., Gudkov A.B. Pokazateli tsentral'noy i perifericheskoy gemodinamiki u detey korennoy narodnosti Severa [Indices of Central and Peripheral Hemodynamics in Indigenous Children of the North]. *Ekologiya cheloveka*, 2010, no. 1, pp. 28–32.
22. Oskolkova M.K. *Funktsional'nye metody issledovaniya sistemy krovoobrashcheniya u detey* [Functional Studies of the Circulatory System in Children]. Moscow, 1988. 341 p.
23. Podoplekin A.N., Startseva L.F., Dzhos Yu.S. Funktsional'noe sostoyanie golovnoy mozga u detey s SDVG pri razlichnykh strategiyakh povedencheskogo reagirovaniya [Functional State of the Brain in Children with ADHD at Different Strategies of Behavioral Response]. *Ekologiya cheloveka*, 2010, no. 11, pp. 28–34.
24. Ratner A.Yu. *Narushenie mozgovogo krovoobrashcheniya u detey* [Cerebral Blood Flow in Children]. Kazan, 1986. 287 p.
25. Ronkin M.A., Ivanov L.B. *Reografiya v klinicheskoy praktike* [Rheography in Clinical Practice]. Moscow, 1997. 403 p.
26. *Sindrom defitsita vnimaniya s giperaktivnost'yu (SDVG): etiologiya, patogenez, klinika, techenie, prognoz, terapiya, organizatsiya pomoshchi (ekspertnyy doklad)* [Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD): Etiology, Pathogenesis, Clinical History, Course, Prognosis, Therapy, Assistance (Expert Report)]. Moscow, 2007. 64 p.
27. Fefelkina N.S. *Klinicheskie i patogeneticheskie osobennosti giperaktivnogo rasstroystva s defitsitom vnimaniya u detey*: avtoref. dis. ... kand. med. nauk [Peculiarities of Clinical History and Pathogenesis of Attention Deficit Hyperactivity Disorder in Children: Cand. Med. Sci. Diss. Abs.]. St. Petersburg, 2007. 22 p.
28. Chutko L.S. *Sindrom defitsita vnimaniya s giperaktivnost'yu i soputstvuyushchie rasstroystva* [Attention Deficit Hyperactivity Disorder and Comorbid Conditions]. St. Petersburg, 2007. 136 p.
29. Chutko L.S., Pal'chik A.B., Kropotov Yu.D. *Sindrom narusheniya vnimaniya s giperaktivnost'yu* [Attention Deficit Hyperactivity Disorder]. St. Petersburg, 2004. 112 p.
30. Shishelova O.V., Gudkov A.B. Morfofunktsional'nye osobennosti brakhitsefal'nykh arteriy u detey srednego shkol'nogo vozrasta po dannym ul'trazvukovoy diagnostiki [Morphological and Functional Features of Brachycephalic Arteries in Middle School-Age Children According to Ultrasound Diagnostics]. *Ekologiya cheloveka*, 2003, no. 2, pp. 44–47.
31. Amen D.G., Carmichael B.D. High Resolution Brain SPECT Imaging in ADHD. *Ann. Clin. Psychiatry*, 1997, vol. 9, no. 2, pp. 81–86.
32. Barkley R.A. *Attention Deficit Hyperactivity Disorder*. New York, London, 1998. 628 p.
33. Barkley R.A. The Inattentive Type of ADHD as a Distinct Disorder: What Remains to Be Done. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 2001, vol. 8, no. 4, pp. 489–493.
34. Barkley R.A. Adolescents with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: An Overview of Empirically Based Treatments. *J. Psychiatr. Pract.*, 2004, no. 10, pp. 39–56.
35. *Guiding Principles for the Diagnosis and Treatment of Attention Deficit/Hyperactivity Disorder*. Washington, 2006. 12 p.
36. Kim B.N., Lee J.S., Shin M.S., et al. Regional Cerebral Perfusion Abnormalities in Attention Deficit Hyperactivity Disorder. Statistical Parametric Mapping Analysis. *Eur. Arch. Psychiatry Clin. Neurosci.*, 2002, no. 252, pp. 219–225.

---

---

**Gribanov Anatoly Vladimirovich**  
Institute of Medical and Biological Research,  
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

**Melkova Lyudmila Artemyevna**  
Institute of Medical and Biological Research,  
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

**Fedotov Denis Mikhailovich**  
Institute of Medical and Biological Research,  
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

### **CEREBRAL HEMODYNAMICS IN CHILDREN AGED 11–14 YEARS WITH ATTENTION DEFICIT HYPERACTIVITY DISORDER**

The paper presents the results of the study of cerebral circulation using rheoencephalography in 54 middle school-age boys with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and 45 children without this condition. Boys with ADHD showed lower intensity of cerebral blood flow and elasticity of large and medium vessels, as well as reduced vascular tone in the microvascular bed in carotid and vertebrobasilar arteries of the brain. Hindrance of venous outflow and circulation were also observed. Having analyzed the interhemispheric asymmetry, we found a significant increase in blood supply intensity and vascular elasticity in the vertebrobasilar arteries of the left hemisphere, as well as higher vascular tone of small and medium carotid vessels of the right hemisphere.

**Keywords:** *middle school age, cerebral blood flow, Attention Deficit Hyperactivity Disorder.*

*Контактная информация:*

Грибанов Анатолий Владимирович  
*адрес:* 163045, г. Архангельск, проезд Бадигина, д. 3;  
*e-mail:* a.gribanov@narfu.ru

Мелькова Людмила Артемьевна  
*адрес:* 163045, г. Архангельск, проезд Бадигина, д. 3;  
*e-mail:* l.melkova@narfu.ru

Федотов Денис Михайлович  
*адрес:* 163045, г. Архангельск, проезд Бадигина, д. 3;  
*e-mail:* doktorpro@yandex.ru

Рецензент – *Ишеков Н.С.*, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой возрастной физиологии и валеологии института естественных наук и биомедицины Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова