

# Особенности церебрального кровотока у младших школьников, оказавшихся в экстремальных условиях

Ю.В. Глушко, И.Б. Ершова

ГУ ЛНР «Луганский государственный медицинский университет имени Святителя Луки», г. Луганск



Оригинальная  
статья



Original  
Paper

**Цель исследования:** определить особенности церебрального кровотока у детей 7–9 лет, оказавшихся в трудной жизненной ситуации, связанной с военным конфликтом, с развившимся посттравматическим стрессовым расстройством (ПТСР).

**Дизайн:** открытое проспективное нерандомизированное сравнительное клиническое исследование.

**Материалы и методы.** Обследованы 123 ребенка 7–9 лет, находившихся в регионе Донбасс во время активных боевых действий, с развившимся ПТСР (основная группа) и 111 их сверстников, выезжавших за пределы региона, без ПТСР (группа сравнения).

Показатели церебрального кровообращения исследовали методом реоэнцефалографии (РЭГ) во фронто-мастоидальных, бифронтальном и бимастоидальном (ММ) отведениях на этапах «фон» и «умственная нагрузка».

**Результаты.** Фоновая РЭГ у детей основной группы характеризовалась статистически значимым ( $p < 0,01$ ) сокращением времени распространения пульсовой волны во всех отведениях, а также повышением индекса венозного оттока, более высокими показателями периферического сопротивления сосудов и модуля упругости во всех отведениях, кроме ММ ( $p < 0,01$ ). Выявлен напряженный характер адаптации мозгового кровообращения к умственной нагрузке при ПТСР.

**Заключение.** Особенности РЭГ у детей с ПТСР указывают на напряжение механизмов регуляции тканевого кровотока, склонность к ангиоспастическим реакциям и снижение реактивности, что может повлечь за собой формирование цереброваскулярной патологии.

**Ключевые слова:** реоэнцефалография, стресс, дети, младший школьный возраст.

**Для цитирования:** Глушко Ю.В., Ершова И.Б. Особенности церебрального кровотока у младших школьников, оказавшихся в экстремальных условиях // Доктор.Ру. 2018. № 11 (155). С. 21–26. DOI: 10.31550/1727-2378-2018-155-11-21-26

## Characteristics of Cerebral Blood Flow in Younger Schoolchildren in Emergencies

Yu.V. Glushko, I.B. Ershova

Sanctifier Luca's Lugansk State Medical University, Lugansk

**Study Objective:** to identify the characteristics of cerebral blood flow in children aged 7–9 years in hardships caused by the military conflict, with posttraumatic stress disorder (PTSD).

**Study Design:** open prospective non-randomized comparative clinical research.

**Materials and Methods.** 123 children of 7–9 years old which stayed in Donbas during fierce military actions, with PTSD (test group), and 111 peers evacuated from the region, without PTSD (control group), were examined.

Cerebral blood flow parameters were analysed using rheoencephalography (REG) in frontomastoidal, bifrontal and bimastoidal (MM) leads in “background” and “mental burden” modes.

**Study Results.** Background REG in children from the test group was characterised with statistically significant ( $p < 0.01$ ) reduction in the time of pulse wave distribution in all leads, and increase in the venous outflow index, higher peripheral resistance and module of elasticity in all leads, save for MM ( $p < 0.01$ ). Strenuous cerebral blood flow adaptation to mental burden in children with PTSD was recorded.

**Conclusion.** REG characteristics in children with PTSD show strained mechanisms of tissue blood flow regulation, tendency to angiospastic reactions and decreased reactivity, which can result in a cerebrovascular pathology.

**Keywords:** rheoencephalography, stress, children, younger schoolchildren.

**For reference:** Glushko Yu.V., Ershova I.B. Characteristics of Cerebral Blood Flow in Younger Schoolchildren in Emergencies. Doctor.Ru. 2018; 11(155): 21–26. DOI: 10.31550/1727-2378-2018-155-11-21-26

Последствия воздействия на организм экстремальных условий внешней среды — актуальная проблема современной медицины [1]. Военные конфликты подвергают людей тяжелому психоэмоциональному испытанию, вызывая симптомы посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) с последующим развитием психосоматических нарушений [2].

Согласно Федеральному закону от 24.07.1998 № 124-ФЗ «Об основных гарантиях прав ребенка в Российской Федерации» (ст. 1), дети, оказавшиеся в экстремальных условиях, жертвы вооруженных и межнациональных конф-

ликтов входят в категорию детей, находящихся в трудной жизненной ситуации (ТЖС) [3].

Адаптация детского организма к экстремальным условиям внешней среды требует значительной мобилизации резервных возможностей функциональных систем. Особое значение при этом имеет функциональное состояние ЦНС и системы кровообращения [4, 5]. Так как в младшем школьном возрасте происходят процессы становления межполушарных связей, созревания коры головного мозга и перестройки регуляции сосудистого тонуса, немаловажную роль при возникновении патологии играет реактивность сосудов [6, 7].

Глушко Юлия Витальевна — аспирант кафедры педиатрии и детских инфекций ГУ ЛНР «ЛГМУ им. Святителя Луки». 91045, г. Луганск, кв. 50-летия Оборона Луганска, д. 1г. E-mail: irina-ershova@mail.ru

Ершова Ирина Борисовна — д. м. н., профессор, заведующая кафедрой педиатрии и детских инфекций ГУ ЛНР «ЛГМУ им. Святителя Луки». 91045, г. Луганск, кв. 50-летия Оборона Луганска, д. 1г. E-mail: irina-ershova@mail.ru

Одним из общепринятых методов исследования мозговой гемодинамики является реоэнцефалография (РЭГ) [8]. Для детей, переживающих стресс, данный метод представляется оптимальным: он неинвазивный, простой, безвредный, может использоваться многократно для длительной регистрации состояния сосудов головного мозга в покое и при проведении различных функциональных и фармакологических проб, не имеет противопоказаний и характеризуется объективностью результатов [8, 9]. Доводами в пользу выбора РЭГ служат регистрация кровообращения одновременно в нескольких сосудистых бассейнах головного мозга, возможность анализировать кровоток в пределах магистральных артерий, сосудов среднего калибра и в микроциркуляторном русле, доступность метода, удобство применения у детей с повышенным психоэмоциональным возбуждением.

Анализ литературы показывает, что особенности функционального состояния мозгового кровообращения наиболее ярко проявляются при выполнении функциональных нагрузок [9]. Значительное место в жизни младшего школьника занимают умственные нагрузки, однако их влияние на гемодинамику головного мозга детей, находящихся в ТЖС со сверхсильным воздействием стрессового фактора, в литературе не описано. Имеются данные о снижении памяти и концентрации внимания у взрослых людей с ПТСР [10].

**Цель исследования:** определить особенности церебрального кровотока у детей 7–9 лет, оказавшихся в трудной жизненной ситуации, связанной с военным конфликтом, с развившимся посттравматическим стрессовым расстройством.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Открытое проспективное нерандомизированное сравнительное клиническое исследование проводилось на кафедре педиатрии и детских инфекций ГУ ЛНР «Луганский государственный медицинский университет им. Святого Луки» (заведующая кафедрой — д. м. н., профессор И.Б. Ершова), на базе Луганской городской многопрофильной детской больницы № 3 и Республиканской детской клинической больницы г. Луганска в период с 2015 по 2018 г.

В исследование были включены 234 ребенка в возрасте 7–9 лет. Из них 123 ребенка находились в регионе Донбасс во время активных боевых действий (*основная группа*) и 111 детей выезжали за пределы города и не испытывали стресса, связанного с военными действиями (*группа сравнения*).

Критериями включения в основную группу являлись возраст 7–9 лет и клинические проявления ПТСР; критериями исключения — возраст до 7 лет и старше 9 лет, отсутствие ребенка в регионе во время активных боевых действий и наличие признаков ПТСР, этиология которого не связана с военными действиями (насилие в семье, автомобильная авария и т. д.). В группу сравнения отбирались дети со следующими характеристиками: возраст от 7 до 9 лет включительно, отсутствие ребенка в регионе во время активных боевых действий, отсутствие признаков ПТСР любой этиологии.

Выборку детей с ПТСР осуществляли методами интервьюирования родителей, направленного на выявление признаков посттравматического стресса у детей, и медико-психологического тестирования детей, а также на основании заключений психиатра.

Исследование проводили с получением письменного информированного согласия родителей/опекунов каждого ребенка и разрешения межвузовского этического комитета.

Электрофизиологические показатели кровообращения мозга определяли методом РЭГ с применением 6-канального реографа-полианализатора «Реан-Поли» (ООО НПКФ «Медиком МТД», г. Таганрог) в два этапа: «фон» и «умственная нагрузка» (устный счет, решение математических примеров в уме). Показатели РЭГ отслеживали в четырех отведениях: фронто-мастоидальных левого и правого полушарий (FM-L и FM-R соответственно), бифронтальном (FF) и бимастоидальном (MM). В число изучавшихся параметров РЭГ входили реографический индекс (РИ), индекс венозного оттока (ИВО), показатель периферического сопротивления сосудов (ППСС), время распространения пульсовой волны (ВРПВ), диастолический индекс (ДСИ), дикротический индекс (ДКИ) и модуль упругости (МУ).

Статистическая обработка результатов проведена в операционной системе Windows XP с использованием программ Microsoft Office Excel 7.0 и Statistica 10.0 (StatSoft, США). Количественные признаки характеризовали с помощью расчета медианы (Me) и квартилей ( $Q_1$ ;  $Q_3$ ), а также среднего арифметического значения и среднего квадратичного отклонения ( $M \pm \sigma$ ). Для оценки различий в альтернативных выборках в связи с распределением показателей, отличным от нормального, использовали U-критерий Манна — Уитни. Статистическую значимость результатов устанавливали при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Сравнительная оценка показателей РЭГ без умственной нагрузки в двух сформированных группах позволила выявить особенности церебрального кровотока в бассейне внутренних сонных артерий у детей младшего школьного возраста с ПТСР в состоянии покоя (*табл. 1*).

Средние значения ИВО как в FM-L, так и в FM-R у детей с ПТСР были статистически значимо выше, чем у детей группы сравнения ( $p < 0,01$ ): в FM-L у детей с ПТСР он превышал показатель в группе сравнения на 14,5%, а в FM-R — на 16,6% (см. *табл. 1*).

Показатель ППСС также статистически значимо преобладал у детей с ПТСР: в основной группе в FM-L и FM-R он составил  $76,08 \pm 2,26\%$  и  $75,07 \pm 2,10\%$  соответственно, тогда как в группе сравнения —  $74,29 \pm 3,16\%$  и  $73,72 \pm 2,87\%$  (в обоих случаях  $p < 0,01$ ) (см. *табл. 1*).

ВРПВ во фронто-мастоидальных отведениях у детей основной группы было статистически значимо меньше, чем в группе сравнения ( $p < 0,01$ ): в левом полушарии показатель основной группы оказался на 9,7% ниже, чем у детей без ПТСР, в правом — на 8,2% (см. *табл. 1*).

ДКИ в FM-R у детей основной группы составил  $64,73 \pm 1,86\%$  и статистически значимо превзошел аналогичный показатель у детей без ПТСР ( $p < 0,05$ ), тогда как разницы средних показателей ДКИ в FM-L при сравнении двух групп обнаружено не было ( $p > 0,05$ ) (см. *табл. 1*).

Зарегистрировано статистически значимое преобладание показателей МУ в бассейне внутренних сонных артерий в обоих полушариях головного мозга у детей основной группы ( $p < 0,01$ ). Средние значения РИ и ДСИ в исследуемом бассейне у детей с наличием и отсутствием ПТСР не имели статистически значимых различий ( $p > 0,05$ ) (см. *табл. 1*).

Результаты анализа показателей церебрального кровотока в отведениях FF и MM в состоянии покоя у младших школьников сравниваемых групп приведены в *таблице 2*.

У детей с ПТСР в MM-отведении зарегистрировано статистически значимое преобладание РИ: в сопоставлении

Показатели церебрального кровотока в бассейне внутренних сонных артерий в состоянии покоя у детей 7–9 лет

Показатели	Основная группа (n = 123)		Группа сравнения (n = 111)	
	FM-L	FM-R	FM-L	FM-R
РИ, Ом: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	0,178 ± 0,060 0,175 (0,165; 0,183)	0,188 ± 0,016 0,187 (0,175; 0,198)	0,183 ± 0,090 0,175 (0,166; 0,184)	0,192 ± 0,002 0,191 (0,176; 0,207)
ИВО, %: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	24,15 ± 3,30** 23,76 (21,56; 26,86)	23,19 ± 3,15** 22,98 (21,34; 25,43)	21,09 ± 2,49 21,05 (19,06; 22,67)	19,88 ± 2,51 19,45 (17,89; 21,45)
ППСС, %: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	76,08 ± 2,26** 76,45 (74,54; 77,45)	75,07 ± 2,10** 75,34 (73,45; 76,54)	74,29 ± 3,16 74,11 (71,99; 76,95)	73,72 ± 2,87 73,45 (71,34; 75,67)
ВРПВ, мс: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	111,19 ± 5,17** 110,54 (107,54; 114,56)	114,16 ± 4,87** 114,34 (110,45; 117,65)	123,09 ± 6,79 124,54 (117,67; 128,43)	124,33 ± 5,89 125,45 (119,32; 128,76)
ДСИ, %: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	64,73 ± 1,93 64,87 (63,45; 65,98)	64,91 ± 1,83 64,97 (63,45; 65,89)	64,33 ± 2,34 64,55 (62,86; 65,45)	65,05 ± 2,15 65,15 (63,86; 66,43)
ДКИ, %: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	64,94 ± 2,03 64,78 (63,43; 66,11)	64,73 ± 1,86* 64,55 (63,42; 65,47)	64,51 ± 2,89 64,34 (62,88; 65,87)	63,90 ± 3,20 63,76 (62,12; 65,45)
МУ, %: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	17,12 ± 1,24** 17,23 (16,22; 18,11)	16,15 ± 1,08** 16,23 (15,34; 16,74)	16,17 ± 1,37 15,88 (15,11; 17,23)	15,53 ± 0,96 15,44 (15,05; 16,25)

Примечания.

1. В таблице 1 и далее: FM-L и FM-R — фронто-мастоидальные отведения левого и правого полушарий соответственно; ВРПВ — время распространения пульсовой волны; ДКИ — дикротический индекс; ДСИ — диастолический индекс; ИВО — индекс венозного оттока; МУ — модуль упругости; ППСС — показатель периферического сопротивления сосудов; РИ — реографический индекс.

2. Знаком (\*) отмечены статистически значимые различия с аналогичным показателем в группе сравнения: (\*) — p < 0,05; (\*\*) — p < 0,01 (U-критерий Манна — Уитни).

с показателем в группе сравнения его рост составил 20,1% (p < 0,01). При этом в основной группе самый низкий уровень кровенаполнения отмечен в FM-L (0,178 ± 0,060 Ом), тогда как в группе сравнения — в бимастоидальной области (0,159 ± 0,01 Ом) (см. табл. 1, 2).

Среднее значение ИВО в FF-бассейне у детей основной группы было на 24,1% выше показателя в группе сравнения (p < 0,01). Среднее значение ППСС в FF-отведении на 2,9% превосходило показатель в группе сравнения (p < 0,01). Кроме того, в этом же отведении в основной группе преобладали средние показатели ДКИ (p < 0,05) и МУ (p < 0,01) (см. табл. 2).

Одновременно в основной группе зарегистрировано статистически значимое (p < 0,01) уменьшение ВРПВ в обоих бассейнах (в FF — на 6,98%, в MM — на 6,0%). Статистически значимых различий между значениями ДСИ у детей сравниваемых групп не выявлено (p > 0,05) (см. табл. 2).

Особенности изменения показателей мозгового кровотока при умственной нагрузке у младших школьников с наличием и отсутствием ПТСР представлены в таблице 3. Реакция исследуемых параметров РЭГ на умственную нагрузку у детей сравниваемых групп в процентах от фоновых значений приведена в таблице 4.

Обнаружено статистически значимое снижение значений РИ во всех исследуемых бассейнах обеих групп. Наименьшее

снижение РИ отмечено у детей с ПТСР в MM-области: на 6,3% (p < 0,05), тогда как в трех других отведениях основной группы — на 14,1–14,6% (p < 0,01), в группе сравнения — на 10,4–12,0% (p < 0,01) (см. табл. 4).

Обращает на себя внимание то, что ИВО существенно меньше реагирует на нагрузку у детей с ПТСР в FF-области (на 7,8%, p < 0,05), различия прослеживаются в сравнении как с другими регистрируемыми отведениями в основной группе, так и со всеми отведениями в группе сравнения (во всех названных случаях при сопоставлении с фоновыми значениями p < 0,01) (см. табл. 4).

При нагрузке у детей с ПТСР статистически значимо (p < 0,05) снизились значения ВРПВ в FM-R, FF и MM; следует отметить, что ВРПВ в FM-L не изменилось (p > 0,05) (см. табл. 4).

Уровень ППСС в группе сравнения ни в одном из исследуемых отведений при нагрузке не изменился, тогда как в основной группе отмечен статистически значимый (p < 0,01) рост во всех отведениях (наибольшие изменения у детей с ПТСР коснулись отведения FM-R, где наблюдалось увеличение на 3,4%) (см. табл. 4).

У детей основной группы при нагрузке произошло статистически значимое повышение МУ по сравнению с фоновыми значениями: в бассейне внутренних сонных артерий слева на 7,0% (p < 0,05), справа на 12,6% (p < 0,01), в FF

Показатели церебрального кровотока во фронтальном и мастоидальном бассейнах в состоянии покоя у детей 7–9 лет

Показатели	Основная группа (n = 123)		Группа сравнения (n = 111)	
	FF	MM	FF	MM
РИ, Ом: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	0,220 ± 0,020 0,222 (0,204; 0,237)	0,191 ± 0,010** 0,195 (0,176; 0,203)	0,236 ± 0,020 0,236 (0,218; 0,253)	0,159 ± 0,010 0,157 (0,151; 0,168)
ИВО, %: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	23,46 ± 2,86** 23,11 (21,34; 25,43)	25,04 ± 2,29 24,65 (23,45; 26,84)	18,90 ± 1,67 18,76 (17,84; 19,61)	24,68 ± 2,09 24,54 (23,12; 25,67)
ППСС, %: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	76,08 ± 1,35** 76,08 (75,14; 76,94)	76,58 ± 1,46 76,54 (75,56; 77,45)	73,95 ± 1,29 73,98 (73,14; 74,65)	76,46 ± 1,48 76,45 (75,23; 77,45)
ВРПВ, мс: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	121,98 ± 3,65** 122,34 (120,87; 123,76)	108,85 ± 3,76** 108,53 (106,45; 111,23)	131,13 ± 3,97 131,67 (127,12; 133,51)	115,84 ± 2,68 115,76 (114,03; 117,65)
ДСИ, %: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	64,46 ± 1,69 64,65 (63,43; 65,45)	69,93 ± 3,89 69,06 (66,56; 72,87)	63,83 ± 1,66 64,04 (62,56; 65,19)	70,11 ± 3,38 70,34 (66,11; 72,82)
ДКИ, %: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	62,69 ± 1,65* 62,56 (61,45; 63,56)	65,94 ± 2,01 65,55 (64,32; 67,34)	61,81 ± 1,96 61,96 (60,34; 62,98)	66,17 ± 1,67 66,09 (65,12; 67,34)
МУ, %: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	16,86 ± 1,27** 16,96 (16,04; 17,67)	15,08 ± 1,07 15,23 (14,36; 15,67)	15,47 ± 0,94 15,43 (14,95; 16,11)	14,83 ± 1,17 15,11 (14,23; 15,62)

## Примечания.

1. В таблице 2 и далее: FF — бифронтальное отведение; MM — бимастоидальное отведение.
2. Знаком (\*) отмечены статистически значимые различия с аналогичным показателем в группе сравнения; (\*) —  $p < 0,05$ ; (\*\*) —  $p < 0,01$  (U-критерий Манна — Уитни).

на 6,6% ( $p < 0,05$ ) и в MM на 12,0% ( $p < 0,01$ ). В группе сравнения по всем отведениям обнаружен статистически значимый рост ( $p < 0,05$ ) (см. табл. 4).

Как видно из таблицы 4, значения ДКИ и ДСИ у младших школьников обеих групп при выполнении нагрузки статистически значимо не изменялись ( $p > 0,05$ ).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ результатов РЭГ позволил определить особенности мозговой гемодинамики у детей младшего школьного возраста, находившихся в ТЖС, связанной с военным конфликтом, с развившимся в связи с этим ПТСР. Данные особенности характеризовались статистически значимым уменьшением ВРПВ и повышением ИВО относительно показателей в группе сравнения, что свидетельствовало о повышенном тоне крупных артерий и вен и о затруднении венозного оттока.

Кроме того, у детей основной группы зарегистрировано статистически значимое повышение ППСС, который, по мнению ряда авторов, отражает степень нервно-эмоционального напряжения [1, 6], и значений МУ. Полученные данные могут иметь связь со снижением упруго-эластических свойств сосудов крупного и среднего калибра головного мозга и указывать на формирование функциональных нарушений внутричерепного кровотока.

Отмеченное в основной группе статистически значимое увеличение ДКИ указывает на повышенный тонус сосудов микроциркуляторного русла и нарушение оттока крови из артерий в вены.

В отличие от группы детей, выезжавших за пределы региона во время активных боевых действий, в основной группе выявлен напряженный характер адаптации мозгового кровообращения к умственной нагрузке, проявляющийся в увеличении совокупного просвета сосудов во всех бассейнах (с наибольшей выраженностью в бассейне задних мозговых артерий), а также в уменьшении ВРПВ в бассейне передних мозговых артерий. Кроме того, отмечено статистически значимое повышение тонуса крупных артерий и вен у детей с ПТСР в ответ на умственную нагрузку.

Выявленные нарушения могут лежать в основе проблем обучаемости детей младшего школьного возраста с ПТСР, снижения работоспособности и повышения заболеваемости.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У детей, оказавшихся в трудной жизненной ситуации, с развившимся посттравматическим стрессовым расстройством (ПТСР) в результате повышения церебрально-эрготропных влияний отмечаются напряжение механизмов регуляции тканевого кровотока, склонность к ангиоспастическим реакциям и снижение реактивности, что связано с повышенным риском формирования цереброваскулярной патологии.

Выявленное состояние церебральной гемодинамики может быть обусловлено повышенной психоэмоциональной нагрузкой на детский организм в результате роста метаболических потребностей головного мозга под воздействием

Показатели церебрального кровотока при умственной нагрузке у младших школьников

Показатели	FM-L	FM-R	FF	MM
<b>Основная группа (n = 123)</b>				
РИ, Ом: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	0,152 ± 0,009** 0,154 (0,145; 0,157)	0,161 ± 0,01** 0,159 (0,154; 0,167)	0,189 ± 0,02** 0,191 (0,189; 0,206)	0,179 ± 0,01* 0,168 (0,162; 0,176)
ИВО, %: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	30,63 ± 3,11** 30,54 (28,45; 32,76)	29,43 ± 3,05** 29,11 (27,24; 31,56)	25,28 ± 2,26* 25,24 (23,53; 26,57)	31,39 ± 3,62** 32,56 (28,45; 34,34)
ППСС, %: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	78,12 ± 1,97** 78,04 (76,55; 78,95)	77,65 ± 1,77** 77,55 (76,45; 78,45)	78,28 ± 2,06** 78,22 (76,56; 79,09)	78,95 ± 2,35** 78,43 (77,11; 81,04)
ВРПВ, мс: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	109,89 ± 4,15 109,34 (107,45; 111,87)	109,94 ± 3,44* 109,34 (107,65; 112,34)	119,40 ± 3,18* 120,45 (117,23; 121,54)	106,72 ± 2,66* 106,76 (104,56; 108,54)
ДСИ, %: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	64,99 ± 1,69 65,11 (64,04; 66,23)	65,18 ± 1,53 65,33 (64,22; 66,23)	64,74 ± 1,51 62,12 (63,87; 65,67)	70,32 ± 3,64 70,34 (67,56; 72,96)
ДКИ, %: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	65,17 ± 1,94 65,24 (63,66; 66,43)	64,41 ± 1,82 64,32 (63,23; 65,44)	62,40 ± 1,28 62,34 (61,45; 62,98)	66,06 ± 1,91 65,66 (65,11; 67,34)
МУ, %: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	18,32 ± 1,39* 18,23 (17,34; 19,33)	18,19 ± 1,56** 18,11 (16,74; 19,34)	17,97 ± 1,21* 17,95 (17,33; 18,76)	16,89 ± 1,42** 16,56 (15,67; 17,97)
<b>Группа сравнения (n = 111)</b>				
РИ, Ом: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	0,161 ± 0,09** 0,162 (0,157; 0,165)	0,172 ± 0,01** 0,174 (0,164; 0,183)	0,208 ± 0,02** 0,206 (0,205; 0,222)	0,141 ± 0,01** 0,142 (0,136; 0,152)
ИВО, %: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	27,13 ± 4,69** 28,09 (23,45; 30,34)	25,97 ± 4,26** 25,56 (22,87; 29,45)	23,81 ± 3,08** 23,65 (21,54; 26,23)	32,35 ± 3,72** 33,11 (29,04; 34,88)
ППСС, %: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	75,53 ± 2,87 75,67 (73,73; 77,56)	73,18 ± 2,44 73,14 (71,34; 74,52)	74,34 ± 1,39 74,33 (73,34; 75,23)	76,70 ± 1,67 76,56 (75,65; 77,67)
ВРПВ, мс: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	121,03 ± 5,33 122,34 (117,67; 124,34)	121,68 ± 4,03 122,34 (119,32; 123,65)	129,91 ± 3,58 130,87 (127,65; 132,34)	113,86 ± 1,97* 113,45 (112,34; 114,98)
ДСИ, %: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	64,54 ± 2,13 64,56 (62,98; 65,76)	65,38 ± 1,78 65,34 (64,12; 66,45)	64,01 ± 1,64 64,32 (62,78; 65,34)	70,37 ± 3,37 70,84 (67,89; 72,45)
ДКИ, %: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	64,78 ± 2,76 64,87 (63,23; 65,88)	63,43 ± 2,94 63,43 (61,76; 65,23)	62,12 ± 1,83 62,33 (61,23; 63,34)	65,51 ± 1,47 65,43 (64,34; 66,34)
МУ, %: M ± σ Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	17,11 ± 1,68* 16,73 (15,67; 18,43)	16,56 ± 1,57* 16,33 (15,34; 17,63)	16,51 ± 1,28* 16,29 (15,43; 17,23)	15,64 ± 1,09* 15,61 (15,11; 16,33)

Знаком (\*) отмечены статистически значимые отличия от фоновых значений: (\*) — p < 0,05; (\*\*) — p < 0,01 (U-критерий Манна — Уитни).

стрессового фактора, а также особенностями нейроонтогенеза в рассматриваемом возрастном периоде.

Определение показателей реоэнцефалограммы может способствовать принятию своевременных мер по оптимизации мозгового кровотока, влияющего на уровень и степень устойчивости функционального состояния нервной системы

детей, находившихся в стрессовой ситуации. Решение проблемы регуляции гемодинамики при ПТСР или некоторых ее аспектов может помочь в определении стратегии, направленной на коррекцию отклонений в психофункциональном развитии этих детей. Важно подчеркнуть, что оценка адаптации ЦНС детей, которые пережили сильнейший эмоциональный

Реакция параметров реоэнцефалограммы исследуемых групп на умственную нагрузку (% от фоновых значений)

Показатели	Отведения							
	FM-L		FM-R		FF		MM	
	основная группа	группа сравнения	основная группа	группа сравнения	основная группа	группа сравнения	основная группа	группа сравнения
РИ	-14,6**	-12,0**	-14,4**	-10,4**	-14,1**	-11,9**	-6,3*	-11,3**
ИВО	26,8**	28,6**	26,9**	30,6**	7,8*	25,9**	25,4**	31,1**
ППСС	2,7**	1,7	3,4**	-0,7	2,9**	0,5	3,1**	0,3
ВРПВ	-1,2	-1,7	-3,7*	-2,1	-2,1*	-0,9	-2,0*	-1,7*
ДСИ	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,6	0,4
ДКИ	0,4	0,4	-0,5	-0,7	-0,5	0,5	0,2	-1,0
МУ	7,0*	5,8*	12,6**	6,6*	6,6*	6,7*	12,0**	5,5*

Знаком (\*) отмечены статистически значимые реакции параметров реоэнцефалограммы на нагрузку: (\*) —  $p < 0,05$ ; (\*\*) —  $p < 0,01$  (U-критерий Манна — Уитни).

стресс, не должна ограничиваться данными психологической оценки, необходимо учитывать также параметры мозгового кровообращения как в покое, так и при умственной нагрузке.

Исследование показало, что нейрофизиологические нарушения особенно остро проявляются среди детей, дли-

тельно находившихся в стрессовой ситуации (в данной работе — в условиях боевых действий), а под влиянием возрастных нагрузок такие нарушения могут усугубиться. Все это диктует необходимость медико-реабилитационного сопровождения детей с ПТСР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долецкий А.Н. Нейрофизиологические механизмы адаптивного биоуправления и пути повышения его эффективности: Дис. ... докт. мед. наук. Волгоград, 2013. 300 с. [Doletskii A.N. Neirofiziologicheskie mekhanizmy adaptivnogo bioupravleniya i puti povysheniya ego effektivnosti: Dis. ... dokt. med. nauk. Volgograd, 2013. 300 s. (in Russian)]
2. Martínez L., Prada E., Satler C., Tavares M.C.H., Tomaz C. Executive Dysfunctions: The role in attention deficit hyperactivity and post-traumatic stress neuropsychiatric disorders. *Front. Psychol.* 2016; 7: 1230. DOI: 10.3389/fpsyg.2016.01230
3. «Об основных гарантиях прав ребенка в Российской Федерации»: Федеральный закон от 24.07.1998 № 124-ФЗ (ред. от 18.04.2018). URL: <http://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-24071998-n-124-fz-ob/> (дата обращения — 12.05.2018). [Ob osnovnykh garantiyakh prav rebenka v Rossiiskoi Federatsii: Federal'nyi zakon ot 24.07.1998 № 124-FZ (red. ot 18.04.2018). (in Russian)]
4. Филатова О.В., Сидоренко А.А. Возрастные и половые особенности гемодинамических характеристик артерий головного мозга. *Acta Biologica Sibirica.* 2015; 1(3-4): 199-243. URL: <http://dx.doi.org/10.14258/abs.v1i3-4.922> (дата обращения — 11.05.2018). [Filatova O.V., Sidorenko A.A. Vozrastnye i polovye osobennosti gemodinamicheskikh kharakteristik arterii golovnogo mozga. *Acta Biologica Sibirica.* 2015; 1(3-4): 199-243. (in Russian)]
5. Елохова Ю.А. Особенности биоэлектрической активности и гемодинамики головного мозга у детей, занимающихся дайвингом: Дис. ... канд. биол. наук. Омск, 2014. 190 с. [Elokho-va Yu.A. Osobennosti bioelektricheskoi aktivnosti i gemodinamiki golovnogo mozga u detei, zanimayushchikhsya daivingom: Dis. ... kand. biol. nauk. Omsk, 2014. 190 s. (in Russian)]
6. Мелькова Л.А., Федотов Д.М., Багрецова Т.В. Сравнительный анализ состояния церебрального кровотока у детей 7-14 лет с синдромом дефицита внимания и гиперактивности. *Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Сер.: Медико-биологические науки.* 2014; 4: 16-25. [Mel'kova L.A., Fedotov D.M., Bagretsova T.V. Sravnitel'nyi analiz sostoyaniya tserebral'nogo krovotoka u detei 7-14 let s sindromom defitsita vnimaniya i giperaktivnosti. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki.* 2014; 4: 16-25. (in Russian)]
7. Глозман Ж.М. Нейропсихология детского возраста. М.: Академия; 2009. 272 с. [Glozman Zh.M. Neiropsikhologiya detskogo vozrasta. M.: Akademiya; 2009. 272 s. (in Russian)]
8. Яруллин Х.Х. Клиническая реоэнцефалография. М.: Медицина; 1983. 217 с. [Yarullin Kh.Kh. Klinicheskaya reoentsefalografiya. M.: Meditsina; 1983. 217 s. (in Russian)]
9. Животова В.А. Сравнительный анализ реоэнцефалографических показателей детей в норме и при минимальных мозговых дисфункциях: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ростов н/Д; 2011. 26 с. [Zhitovota V.A. Sravnitel'nyi analiz reoentsefalograficheskikh pokazatelei detei v norme i pri minimal'nykh mozgovykh disfunktsiyakh: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Rostov n/D; 2011. 26 s. (in Russian)]
10. Tian F., Yennu A., Smith-Osborne A., Gonzalez-Lima F., North C.S., Liu H. Prefrontal responses to digit span memory phases in patients with post-traumatic stress disorder (PTSD): a functional near infrared spectroscopy study. *Neuroimage Clin.* 2014; 4: 808-19. DOI: 10.1016/j.nicl.2014.05.005