

4. Кучма В.Р. и др. Оценка физического развития детей и подростков: методические рекомендации. Гигиена детей и подростков: сборник нормативно-методических документов / Под ред. член-корр. РАМН В.Р. Кучмы. М.: Издательство Научного центра здоровья детей РАМН, 2013. С. 26-41.

*Kuchma V.R. i dr. Ocenka fizicheskogo razvitija detej i podrostkov: metodicheskie rekomendacii. Gigiena detej i podrostkov: sbornik normativno-metodicheskikh dokumentov / Pod red. chlen-korr. RAMN V.R. Kuchmy. M.: Izdatel'stvo Nauchnogo centra zdorov'ja detej RAMN, 2013. S. 26-41.*

5. Матвеева Н.А. и др. Физическое развитие детей и подростков в возрасте 7–17 лет, Нижегородская область. Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации: сб. мат-ов (выпуск VI) / Под ред. акад. РАН и РАМН А.А. Баранова, член-корр. РАМН В.Р. Кучмы. М.: Издательство «Педиатр», 2013. С. 155-158.

*Matveeva N.A. i dr. Fizicheskoe razvitie detej i podrostkov v vozraste 7-17 let, Nizhegorodskaja oblast'. Fizicheskoe razvitie detej i podrostkov Rossijskoj Federacii: sb. mat-ov (vyпуск VI) / Pod red. akad. RAN i RAMN A.A. Baranova, chlen-korr. RAMN V.R. Kuchmy. M.: Izdatel'stvo «Pediater», 2013. S. 155-158.*

6. Региональный мониторинг роста и развития школьников г. Нижнего Новгорода: опыт и перспективы // Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации: сб. мат-ов (выпуск VI) / Под ред. акад. РАН и РАМН А.А. Баранова, член-корр. РАМН В.Р. Кучмы. М.: Издательство «Педиатр», 2013. С. 44-63.

*Regional'nyj monitoring rosta i razvitija shkol'nikov g. Nizhnego Novgoroda: opyt i perspektivy // Fizicheskoe razvitie detej i podrostkov Rossijskoj Federacii: sb. mat-ov (vyпуск VI) / Pod red. akad. RAN i RAMN A.A. Baranova, chlen-korr. RAMN V.R. Kuchmy. M.: Izdatel'stvo «Pediater», 2013. S. 44-63.*

7. WHO AnthroPlus for personal computers Manual: Software for assessing growth of the world's children and adolescents. Geneva: WHO, 2009. (<http://www.who.int/growthref/tools/en/>).

8. Onis de M., Onyango A.W., Borghi E. et al. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. Bulletin of the World Health Organization. 2007. № 85. P. 660-667.

9. Богомолова Е.С. и др. Физическое развитие детей и подростков в возрасте 7–17 лет г. Нижнего Новгорода // Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации: сб. мат-ов (выпуск VI) / Под ред. акад. РАН и РАМН А.А. Баранова, член-корр. РАМН В.Р. Кучмы. М.: Издательство «Педиатр», 2013. С. 152-155.

*Bogomolova E.S. i dr. Fizicheskoe razvitie detej i podrostkov v vozraste 7-17 let g. Nizhnego Novgoroda // Fizicheskoe razvitie detej i podrostkov Rossijskoj Federacii: sb. mat-ov (vyпуск VI) / Pod red. akad. RAN i RAMN A.A. Baranova, chlen-korr. RAMN V.R. Kuchmy. M.: Izdatel'stvo «Pediater», 2013. S. 152-155.*



УДК 616.12-008.331.162.13

## ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ ГЕМОДИНАМИКА У ДЕТЕЙ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПОТЕНЗИЕЙ

Е.В. Салапина, А.И. Рывкин, О.В. Кузнецова, Н.Л. Карпук,  
ГБОУ ВПО «Ивановская государственная медицинская академия»

*Салапина Екатерина Владимировна – e-mail: ekaterina\_salapina@mail.ru*

Представлены данные о периферической микрогемодинамике при артериальной гипотензии у детей в зависимости от типа гемодинамики и уровня АД. У больных с артериальной гипотонией имеют место изменения тканевой перфузии, опосредованные снижением ритмической активности эндотелия и собственной миогенной активности микрососудов, нарушением соотношения между активными и пассивными механизмами регуляции кровотока с развитием застойно-статических явлений в веноулярном звене микроциркуляторного русла и снижением его резервных возможностей. Результаты исследования позволяют оптимизировать медико-функциональное сопровождение.

**Ключевые слова:** артериальная гипотензия, микрогемодинамика, дети.

This paper presents the data on peripheral microhaemodynamics in children with arterial hypotension depending on the hemodynamic type and blood pressure (BP) level. In the patients with arterial hypotonia there are changes in tissue perfusion mediated by the decreased endothelial rhythmic activity and own proper microvascular myogenic activity, ratio distortion between the active and passive blood flow regulating mechanisms with congestive stasis events in the venular microvasculature and decrease in its spare capabilities. The results of the researches make it possible to improve the medical-functional care.

**Key words:** Arterial hypotension, microhemodynamic, children.

### Введение

Актуальность проблемы артериальной гипотонии обусловлена широкой распространенностью данного заболевания в детской и подростковой популяции, динамичностью и полиморфизмом клинических проявлений, выраженным снижением физической и умственной работоспособности, что приводит к развитию синдрома школьной дезадаптации и снижению качества жизни.

Проблеме артериальной гипотонии в современной науке и практике уделяется недостаточно внимания,

несмотря на то, что распространенность заболевания, по данным различных авторов [1, 2], колеблется от 3,1 до 20,9%, с тенденцией к увеличению артериальной гипотонии с возрастом.

Общеизвестно, что в механизмах развития артериальной гипотонии существенное место занимают нарушения системной гемодинамики [2], сопровождающиеся серьезными функциональными и метаболическими расстройствами в органах и тканях. Вместе с тем роль регионарных изменений микроциркуляции в этих сдвигах малоисследована

и не детализирована, содержит противоречивые сведения о состоянии резистивных сосудов микроциркуляторного русла.

**Целью настоящего исследования** было уточнение характера микроциркуляторных изменений при артериальной гипотонии для оптимизации комплекса рекомендаций по медицинскому сопровождению.

#### Материал и методы

Обследованы 37 детей в возрасте 11–14 лет с артериальной гипотонией как проявление синдрома вегетативной дисфункции; 11 (30%) мальчиков и 26 (70%) девочек. Из исследования исключались больные с вторичной артериальной гипотонией.

Капиллярный кровоток изучался методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) с помощью аппарата ЛАКК-1. Оценивались исходные параметры микроциркуляции и результаты функциональных тестов (окклюзионная и постуральная пробы). Сравнительные исследования проведены в группе детей со значениями АД ниже 10-го перцентилля – 18 детей (49%), ниже 5-го перцентилля – 19 детей (51%). Контрольную группу составили 10 здоровых детей того же возраста.

#### Результаты и их обсуждение

При оценке капиллярного кровотока у пациентов с артериальной гипотонией (таб.1) нами отмечена тенденция к повышению показателя тканевой перфузии ( $3,79 \pm 0,33$  перф. ед.; против  $3,25 \pm 0,41$  перф. ед. в группе контроля) и уменьшение среднего квадратичного отклонения амплитуды колебаний ( $\delta$ ), характеризующего временную изменчивость тканевого кровотока ( $\delta = 0,45 \pm 0,04$  перф. ед.;  $\delta_k = 0,67 \pm 0,1$  перф. ед. соответственно), что свидетельствует об ухудшении функционирования механизмов его регуляции. Отмечено снижение коэффициента вариации ( $K_v$ ) ( $K_v = 14,73 \pm 1,71\%$ ;  $K_{vk} = 18,9 \pm 1,94\%$ ), указывающего на более низкую вазомоторную активность микрососудов.

Изменения амплитудно-частотного спектра колебаний микрососудов у пациентов с АГ (таблица 1) свидетельствовали о застойно-стазических явлениях в системе гемодинамики, что подтверждалось значительным уменьшением амплитуды пульсовых колебаний (ACF). Установлена почти двукратная депрессия амплитуд в диапазоне медленных колебаний (Aa, ALF), связанных с ритмической активностью эндотелия и с собственной миогенной активностью сосудов микроциркуляторного ложа, свидетельствующая о снижении их способности активно сокращаться, характеризуя замедление капиллярного кровотока.

При оценке функционирования механизмов регуляции тканевого кровотока (таблица 1) отмечено достоверное снижение показателя собственной миогенной активности вазомоторов (ALF/M) на 59% ( $p < 0,05$ ) и возрастание на четверть (26%) уровня нейрогенного компонента ( $\delta/ALF$ ,  $p < 0,05$ ), определяющего состояние сосудистого тонуса. В то же время снижение миогенной активности, сопряженное с застоем крови в веноулярном звене микроциркуляторного русла, не сопровождалось активированием пассивного механизма регуляции кровотока: респираторные флуктуации (АНФ/ $\delta$ ) достоверно не отличались от показателей здоровых детей, так же, как и флуктуации, синхронизированные с кардиоритмом (ACF/ $\delta$ ).

**ТАБЛИЦА 1.**

**Показатели капиллярного кровотока у здоровых детей и детей, страдающих АГ**

Показатель	Контроль (n=10), 1-я группа	Дети, страдающие артериальной гипотонией (n=37)
M, ПЕ	$3,25 \pm 0,41$	$3,79 \pm 0,33$
$\delta$ , ПЕ	$0,67 \pm 0,1$	$0,45 \pm 0,04$
$K_v$ , %	$18,9 \pm 1,94$	$14,73 \pm 1,71$
A $\alpha$ , ПЕ	$1,74 \pm 0,35$	$0,89 \pm 0,08^*$
ALF, ПЕ	$1,27 \pm 0,19$	$0,69 \pm 0,06^*$
АНФ, ПЕ	$0,36 \pm 0,06$	$0,22 \pm 0,02$
ACF, ПЕ	$0,18 \pm 0,04$	$0,1 \pm 0,01$
MT=ALF/M, %	$34,11 \pm 3,36$	$21,88 \pm 2,53^*$
HT= $\delta$ /ALF, %	$61,48 \pm 2,68$	$69,02 \pm 2,37^*$
АНФ/ $\delta$ , %	$56,32 \pm 8,94$	$49,55 \pm 2,53$
ACF/ $\delta$ , %	$27,5 \pm 4,18$	$23,61 \pm 1,33$
ИЭМ, %	$2,4 \pm 0,1$	$2,11 \pm 0,09$
РКК, %		
Оккл. проба	$472,2 \pm 40,5$	$471,99 \pm 38,93$
Постур. проба	$61,25 \pm 5,5$	$52,26 \pm 6,33$

**Примечания:** \* – достоверность различий показателей между 1-й и 2-й группами ( $p < 0,05$ ). M – коэффициент вариации тканевого кровотока, A $\alpha$  – максимальная амплитуда колебаний в диапазоне 2–3 колеб./мин, ALF – максимальная амплитуда колебаний в диапазоне 3–12 колеб./мин, АНФ – максимальная амплитуда колебаний в диапазоне 12–24 колеб./мин, ACF – максимальная амплитуда колебаний в диапазоне 48–120 колеб./мин, MT=ALF/M – показатель миогенной активности вазомоторов, HT= $\delta$ /ALF – показатель нейрогенной активности вазомоторов, АНФ/ $\delta$  – флуктуации кровотока, синхронизированные с дыхательным ритмом, ACF/ $\delta$  – флуктуации кровотока, синхронизированные с кардиоритмом, ИЭМ – индекс эффективности микроциркуляции, РКК – резерв капиллярного кровотока.

На наш взгляд, подавление активной регуляции тканевого кровотока в сочетании с депрессией показателей пассивной модуляции усугубляло застойные явления в микроциркуляторном русле. Итогом нарушения регуляции капиллярного кровотока явилось снижение его эффективности (ИЭМ= $2,11 \pm 0,09\%$ ; ИЭМк= $2,4 \pm 0,1\%$ ).

При анализе показателей тканевого кровотока в зависимости от типа гемодинамики (таблица 2) наибольшая депрессия коэффициента вариации была выявлена у детей с гипо- и гиперкинетической миокарда, тогда как эукинетический вариант не имел достоверных различий исследуемых маркеров от группы контроля.

У детей с гипокинетическим типом гемодинамики имели место и более низкие показатели РКК, характеризующие резервные возможности микроциркуляторного русла, опосредованные снижением кровотока вследствие миогенной эндотелийзависимой реакции прекапиллярных сфинктеров (РКК  $52,26 \pm 6,33$ , РККк  $61,25 \pm 5,5$ ) (таблица 2).

При сравнительном анализе полученных данных у детей, в зависимости от выраженности артериальной гипотонии (таблица 3), мы отметили, что по мере снижения значений АД существенно углублялись изменения показателей, характеризующих периферическую микрогемодинамику (ПМк  $3,25 \pm 0,41$  перф. ед., ПМ 10-й перцентиль =  $3,44 \pm 0,57$  перф. ед., ПМ 5-й перцентиль =  $4,17 \pm 0,56$  перф. ед.). Достоверно снижались значения среднего квадратичного отклонения амплитуды колебаний ( $\delta$ ) ( $0,67 \pm 0,1$ ,  $0,51 \pm 0,11$ ,  $0,42 \pm 0,03$  соответственно);

коэффициента вариации (Kv) ( $18,9 \pm 1,94\%$ ,  $16,74 \pm 3,74\%$ ,  $13,53 \pm 2,76\%$ ; соответственно); данных амплитудно-частотного спектра колебаний, отражающих застойные явления капиллярного кровотока.

**ТАБЛИЦА 2.**

*Показатели капиллярного кровотока у здоровых детей и детей, страдающих АГ, в зависимости от типа гемодинамики*

Показатель	Контроль (n=10), 1-я группа	Гиперкинетический тип (n=6), 2-я группа	Эукинетический тип (n=19), 3-я группа	Гипокинетический тип (n=13), 4-я группа
M, ПЕ	3,25±0,41	4,41 ±0,67	3,29±0,39	4,28±0,75
δ, ПЕ	0,67±0,1	0,46±0,09	0,43±0,06	0,48±0,05
Kv, %	18,9±1,94	13,51±4,85	15,8±2,93	13,63±1,84
Aα, ПЕ	1,74±0,35	0,99±0,22	0,83±0,12**	0,94±0,12***
ALF, ПЕ	1,27±0,19	0,7±0,13*	0,66±0,1**	0,74±0,09***
АНФ, ПЕ	0,36±0,06	0,23±0,04	0,21±0,03**	0,24±0,03
ACF, ПЕ	0,18±0,04	0,09±0,02	0,09±0,01**	0,13±0,02
MT=ALF/M, %	34,11±3,36	19,7±6,04	23,05±4,15 **	21,11±3,33***
HT=δ/ALF, %	61,48±2,68	67,82±5,68	70,87±3,79**	66,7±3,34
АНФ/δ, %	56,32±8,94	50,19±2,2	49,14±2,7	49,87±2,34
ACF/δ, %	27,5±4,18	19,74±1,87	23,07±1,98	26,42±2,32
ИЭМ, %	2,4±0,1	2,18±0,14	2,1±0,15	2,08±0,14
РКК, % Оккл. проба	472,2±40,5	579±188,31	488±12,22	406±75,19

**Примечания:** \* – достоверность различий показателей между 1-й и 2-й группами ( $p < 0,05$ ), \*\* – достоверность различий показателей между 1-й и 3-й группами ( $p < 0,05$ ), \*\*\* – достоверность различий показателей между 1-й и 4-й группами ( $p < 0,05$ ). M – коэффициент вариации тканевого кровотока, Aα – максимальная амплитуда колебаний в диапазоне 2–3 колеб./мин, ALF – максимальная амплитуда колебаний в диапазоне 3–12 колеб./мин, АНФ – максимальная амплитуда колебаний в диапазоне 12–24 колеб./мин, ACF – максимальная амплитуда колебаний в диапазоне 48–120 колеб./мин, MT=ALF/M – показатель миогенной активности вазомоторов, HT=δ/ALF – показатель нейрогенной активности вазомоторов, АНФ/δ – флуктуации кровотока, синхронизированные с дыхательным ритмом, ACF/δ – флуктуации кровотока, синхронизированные с кардиоритмом, ИЭМ – индекс эффективности микроциркуляции, РКК – резерв капиллярного кровотока.

Нами отмечены отчетливые изменения со стороны механизмов регуляции тканевого кровотока, связанные с уровнем АД (ALF/Mк=34,11±3,36%, ALF/M 2 группа 25,06±0,13%, ALF/M 3-я группа 20,16±3,22% и δ/ALFк 61,48±2,68, δ/ALF 2-я группа 71,56±4,76, δ/ALF 3-я группа 66,51±4,05 соответственно), что подтверждалось изменением значений индекса эффективности микроциркуляции (ИЭМк 2,4±0,1%, ИЭМ 2-я группа 2,26±0,13%, ИЭМ 3-я группа 2,17±0,16%). Отчетливо снижались резервные возможности микроциркуляторного русла по приросту показателя микроциркуляции (РККк 472,24±40,5, РКК 2-я группа 450,04±75,99, РКК 3-я группа 441,26±41,22).

**Выводы**

Таким образом, у больных с артериальной гипотонией наблюдаются изменения тканевой перфузии, опосредо-

ванные снижением ритмической активности эндотелия и собственной миогенной активности микрососудов, нарушением соотношения между активными и пассивными механизмами регуляции кровотока с развитием застойно-статических явлений в веноулярном звене микроциркуляторного русла и снижением резервных возможностей капиллярного кровотока, что обосновывает необходимость оптимизации программ медицинского сопровождения этих детей.

**ТАБЛИЦА 3.**

*Показатели капиллярного кровотока у здоровых детей и детей, страдающих АГ, в зависимости от уровня АД*

Показатель	Контроль (n=10), 1-я группа	Дети, страдающие артериальной гипотонией, (n=18), 10-й коридор, 2-я группа	Дети, страдающие артериальной гипотонией, (n=19), 5-й коридор, 3-я группа
M, ПЕ	3,25±0,41	3,44±0,57	4,17±0,56
δ, ПЕ	0,67±0,1	0,51±0,11	0,42±0,03*
Kv, %	18,9±1,94	16,74±3,74	13,53±2,76
Aα, ПЕ	1,74±0,35	0,97±0,21	0,85±0,09*
ALF, ПЕ	1,27±0,19	0,76±0,19	0,67±0,06*
АНФ, ПЕ	0,36±0,06	0,23±0,05	0,21±0,02*
ACF, ПЕ	0,18±0,04	0,09±0,01	0,1±0,01
MT=ALF/M, %	34,11±3,36	25,06±6,88	20,16±3,22*
HT=δ/ALF, %	61,48±2,68	71,56±4,76	66,51±4,05
АНФ/δ, %	56,32±8,94	43,98±2,48	50,49±2,6
ACF/δ, %	27,5±4,18	20,27±1,97	23,89±1,81
ИЭМ, %	2,4±0,1	2,26±0,13	2,17±0,16
РКК, % Оккл. проба	472,2±40,5	450,04±75,99	441,26±41,22

**Примечания:** \* – достоверность различий показателей между 1-й и 2-й группами ( $p < 0,05$ ), \*\* – достоверность различий показателей между 1-й и 3-й группами ( $p < 0,05$ ), \*\*\* – достоверность различий показателей между 2-й и 3-й группами ( $p < 0,05$ ). M – коэффициент вариации тканевого кровотока, Aα – максимальная амплитуда колебаний в диапазоне 2–3 колеб./мин, ALF – максимальная амплитуда колебаний в диапазоне 3–12 колеб./мин, АНФ – максимальная амплитуда колебаний в диапазоне 12–24 колеб./мин, ACF – максимальная амплитуда колебаний в диапазоне 48–120 колеб./мин, MT=ALF/M – показатель миогенной активности вазомоторов, HT=δ/ALF – показатель нейрогенной активности вазомоторов, АНФ/δ – флуктуации кровотока, синхронизированные с дыхательным ритмом, ACF/δ – флуктуации кровотока, синхронизированные с кардиоритмом, ИЭМ – индекс эффективности микроциркуляции, РКК – резерв капиллярного кровотока.



**ЛИТЕРАТУРА**

1. Леонтьева И.В. Лекции по кардиологии детского возраста. М.: Медпрактика-М, 2005. С. 461-504.  
*Leontieva I.V. Lekcii po kardiologii detskogo vozrasta. M.: Medpractica-M, 2005. S. 461-504.*
2. Кузнецова О.В., Рывкин А.И. и др. Адаптивные изменения гемодинамики у детей с НЦД гипотензивного типа. Вестник Ивановской Медицинской Академии. 2013. Т. 18. № 2. С. 22-26.  
*Kuznecova O.V., Rivkin A.I. i dr. Adaptivnye izmeneniya gemodinamiki u detey s NCD gipotenzivnogo tipa. Vestnic Ivanovskoy Medicinskoy Akademii. 2013. T. 18. № 2. S. 22-26.*