

## СОСТОЯНИЕ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ И МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С ГОЛОВНОЙ БОЛЬЮ НАПРЯЖЕНИЯ

Е. Н. Дьяконова\*, доктор медицинских наук,  
О. В. Дмитриева

ГБОУ ВПО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России, 153012, Россия,  
г. Иваново, Шереметевский просп., д. 8

**РЕЗЮМЕ** Исследовали состояние церебральной гемодинамики и микроциркуляции у 105 детей с эпизодическими и хроническими головными болями напряжения в возрасте от 7 до 10 лет. Показано изменение тонуса сосудов артериального русла до состояния спазма (с преобладанием повышенного тонуса сосудов преимущественно вертебробазилярного бассейна у детей с хронической головной болью) и напряжение регуляторных механизмов в системе микроциркуляции, которое приводит к резкому снижению реактивности микрососудов и затруднению венозного оттока крови, сопровождающемуся снижением капиллярного кровотока. Выявленные факторы, возможно, играют определяющую роль в развитии и прогрессировании цефалгического синдрома у младших школьников.

**Ключевые слова:** головная боль напряжения, дети, гемодинамика, микроциркуляция

\* Ответственный за переписку (corresponding author): e-mail: [dyael@mail.ru](mailto:dyael@mail.ru)

Головная боль (ГБ) является одним из распространенных симптомов, встречающихся в клинической практике. Так, D. Lewis et al. [17] установили, что в возрасте 7 лет ГБ выявляется у 37–51% детей, в 15 лет – у 57–82%. В большинстве случаев это первичные ГБ – головные боли напряжения (ГБН) и мигрень [16, 18].

Широкая распространенность ГБН в популяции обусловлена многочисленными причинами. Большинство исследователей считают, что важную роль играет хронический эмоциональный стресс, формирующийся под влиянием индивидуально значимых психогенных факторов у детей с определенными личностными особенностями, а также недостаточность в реагировании антиноцицептивных систем [8, 10].

Данные об изменении церебрального кровотока при первичных ГБ были получены главным обра-

зом у взрослых больных [14, 15]. В отечественной литературе сообщения о церебральной гемодинамике и микрогемодинамике у детей с первичными ГБ немногочисленны и противоречивы [2, 4, 6, 7]. Это указывает на необходимость целенаправленного изучения церебральной гемодинамики и микроциркуляции при данной патологии.

Цель исследования – изучение церебральной гемодинамики и микроциркуляции у детей в возрасте 7–10 лет с различными вариантами течения головной боли напряжения и определение факторов, способствующих развитию и прогрессированию цефалгического синдрома.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследованы 105 детей (63 мальчика и 42 девочки) в возрасте от 7 до 10 лет с ГБН на базе отделения медико-социальной помощи детям кон-

---

## STRAIN HEADACHE IN CHILDREN AGED 7–10 YEARS: CEREBROVASCULAR HEMODYNAMICS MICRO-CIRCULATION

Dyakonova E. N., Dmitrieva O. V.

**ABSTRACT** States of cerebral hemodynamics and microcirculation were examined in 105 children aged 7–10 years with episodic and chronic strain headaches. The authors revealed the alteration of arterial bed vessels tonus to the spasm status (with prevalence of heightened vessel tonus predominantly in vertebrobasilar basin in children with chronic headache) and the strain of regulatory mechanisms in microcirculation system which resulted in sharp decrease of microvessels reactivity and in disturbances in venous blood flowing off; these manifestations were accompanied by capillary blood flow diminishment. Perhaps the revealed factors played definite role in the development and progression of cephalgic syndrome in junior pupils and required correction.

**Key words:** strain headache, children, hemodynamics, microcirculation.

сультативно-диагностического поликлинического отделения № 1 клиники ИвГМА (г. Кохма) и МУЗ «Центр восстановительной медицины и реабилитации» для детей г. Иванова.

Диагноз ГБН устанавливался согласно критериям Международной классификации головных болей (2003) [13]. Критерием исключения больных из исследования служило наличие острых инфекционных заболеваний на момент обследования, тяжелой соматической патологии, а также органического поражения ЦНС и черепно-мозговых травм.

Родители (опекуны) всех детей давали письменное информированное согласие на участие в функциональных обследованиях, включая диагностические пробы. Исследование прошло экспертную оценку и одобрено этическим комитетом ГБОУ ВПО ИвГМА Минздрава России (протокол № 2 от 06.02.2008). Контрольную группу составили 30 практически здоровых сверстников, не страдающих ГБ.

Состояние церебральной гемодинамики изучали методом ультразвуковой доплерографии сосудов шеи и транскраниальной доплерографии сосудов головного мозга на приборе «Сономед-325» («Спектрмед», Россия) с использованием зондов 2, 4, 8 МГц по стандартной методике. Исследование проводили в период между приступами ГБ в состоянии пассивного бодрствования в горизонтальном положении пациента и после 15-минутного отдыха. Оценка гемодинамики производили по максимальной систолической скорости кровотока ( $V_{max}$ ) и по индексу периферического сопротивления ( $RI$ ), характеризующего тонус артериокапиллярного русла. С целью определения нарушений в регуляции сосудистого тонуса от нормы для  $RI$  (интракраниальных сосудов) были приняты значения, наиболее часто встречающиеся у здоровых детей: 0,45–0,55. Критерием для квалификации состояния тонуса сосудов как гипотонии считали значения  $RI$  менее 0,45, а как гипертонии – выше 0,55. Тип кровотока (гиперкинетический, зукинетический и гипокинетический) определяли по максимальной систолической частоте при локации общей сонной артерии [5]. Для оценки реактивности церебральных сосудов использовали гиперкапническую и гипервентиляционную нагрузки, проводя сравнение  $V_{max}$  и  $RI$  по основной артерии до, во время и после нагрузки.

Венозную церебральную гемодинамику оценивали на основании показателей  $V_{max}$  по прямому синусу, локации кровотока по позвоночным венозным сплетениям в горизонтальном положении, наличия ретроградного кровотока по глазным венозным сплетениям. Учитывали следующие ульт-

развуковые признаки венозных нарушений: а) повышение скорости кровотока по прямому синусу (24–30 см/с [11, 12]); б) ретроградный кровоток по глазным венозным сплетениям; в) определение кровотока по позвоночным венозным сплетениям в горизонтальном положении [1, 11]. Выделены три степени нарушения венозного оттока из полости черепа: а) легкая – регистрируется один из признаков; б) умеренная – регистрируются два признака; в) выраженная – регистрируются три признака или два, но одним из этих двух является значение  $V_{max}$  по прямому синусу более 40 см/с.

Для исследования функционального состояния и особенностей микроциркуляции осуществляли лазерную доплеровскую флоуметрию (ЛДФ) с применением лазерного анализатора капиллярного кровотока «ЛАКК-01» (НПО «Лазма», Россия) на передней поверхности в области нижней трети правого предплечья [9]. С помощью компьютерной программы обработки результатов ЛДФ определяли следующие характеристики микроциркуляции: ПМ (параметр микроциркуляции), регистрируемый в относительных перфузионных единицах (перф. ед.), который отражает степень перфузии, преимущественно эритроцитарной фракцией, единицы объема ткани за единицу времени. Среднее квадратичное отклонение (СКО) регистрируемых доплеровских сигналов от среднего значения характеризует колебания величины потока эритроцитов во времени (или уровень флакса).

Одним из этапов ЛДФ является амплитудно-частотный анализ гемодинамических ритмов колебаний тканевого кровотока. При этом амплитуда ( $A$ ) каждой гармонической составляющей определяется в диапазоне частот от 0,01 до 1,2 Гц.

Среди колебаний кровотока, отраженных в ЛДФ и её амплитудно-частотном спектре, наиболее физиологически значимыми являются колебания очень низкой частоты VLF (0,01–0,03 Гц), характеризующие влияние гуморально-метаболических факторов на состояние микроциркуляции.

Низкочастотные колебания LF (0,05–0,15 Гц) обусловлены спонтанной периодической активностью гладких миоцитов в стенке артериол, вызывающей периодические изменения их диаметра, которые называются вазомоциями. Снижение их амплитуды может свидетельствовать об угнетении нейрогенного и вазомоторного механизмов.

Высокочастотные колебания HF (0,2–0,3 Гц) обусловлены периодическими изменениями давления в венозном отделе сосудистого русла, которые вызваны дыхательными экскурсиями.

Пульсовые колебания CF (1,0–1,2 Гц) отличаются малой амплитудой флаксмоций и обусловлены

изменениями скорости движения эритроцитов в микрососудах, к которым приводят перепады систолического и диастолического давления.

При амплитудно-частотном анализе результатов ЛДФ рассматривался вклад (Р, %) различных ритмических составляющих, который оценивался по их мощности в процентном отношении к общей мощности спектра флаксмоций.

Соотношение активных модуляций кожного кровотока, обусловленных миогенными и нейрогенными механизмами, и дополнительных парасимпатических влияний на него рассчитывали как индекс флаксмоций (ИФМ) по формуле:  $ИФМ = A_{LF} / (A_{HF} + A_{CF})$ .

С целью выявления уровня реактивности микрососудов проводили функциональные пробы (дыхательную и окклюзионную), провоцирующие изменения микроциркуляции и ее регуляторных механизмов. Дыхательная проба (ДП) осуществлялась посредством задержки дыхания на высоте вдоха в течение 15 с. Данная проба вызывает активацию суживающих волокон симпатического звена автономной нервной системы, что приводит к спазму приносящих микрососудов и временному снижению кровотока. Для оценки реактивности микрососудов определяли время восстановления кровотока ( $T_{1/2}$ ).

Для оценки механизмов метаболической регуляции кровотока использовали окклюзионную пробу (ОП). Для этого осуществляли трехминутное пережатие манжеткой тонометра участка на плече (выше места обследования). После прекращения компрессии сосудов верхней конечности в микрососудах развивается реактивная постокклюзионная гиперемия, характеризующая резерв капиллярного кровотока (РКК).

Статистический анализ результатов исследования проводился с помощью программы «Statistica 6.0» («StatSoft Inc.», США, 2002) с применением параметрического и непараметрического методов (критерии Стьюдента, Манна – Уитни). В качестве порогового уровня статистической значимости было принято значение  $p$ , равное 0,05. При исследовании связи двух признаков применялась ранговая корреляция по Спирмену.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В соответствии с критериями Международной классификации головной боли основная группа детей была разделена на две подгруппы: с эпизодической ГБН (ЭГБН) – 82 ребенка (78,1%) и хронической ГБН (ХГБН) – 23 (21,9%). На момент осмотра средний возраст детей составил  $9,3 \pm 0,1$  года, частота болевых дней при ЭГБН –  $8,8 \pm 0,3$  дня в месяц и  $105,6 \pm 3,4$  дня в году, а при ХГБН –  $17,1 \pm 0,3$  дня в месяц и  $205,2 \pm 3,4$  – в году.

**Таблица 1.** Показатели амплитудно-частотного спектра у детей 7–10 лет с различными вариантами течения головной боли напряжения

Параметры	Эпизодическая ГБН (n = 82)	Хроническая ГБН (n = 23)	Контрольная группа (n = 30)
Параметры микроциркуляции			
ПМ, перф. ед.	$3,7 \pm 0,2^{***, \#}$	$2,6 \pm 0,1^{***}$	$5,4 \pm 0,1$
СКО, перф. ед.	$0,60 \pm 0,01^{***, \#\#}$	$0,40 \pm 0,02^{***}$	$2,40 \pm 0,07$
ИФМ	$1,50 \pm 0,05^{***}$	$1,40 \pm 0,07^{***}$	$2,60 \pm 0,05$
Амплитудно-частотный спектр			
VLF амплитуда	$1,55 \pm 0,05^{***}$	$1,52 \pm 0,06^{***}$	$3,47 \pm 0,06$
вклад, %	$59,7 \pm 1,4^{**}$	$59,1 \pm 1,3^{**}$	$64,8 \pm 0,4$
LF амплитуда	$1,14 \pm 0,04^{***, \#}$	$0,99 \pm 0,02^{***}$	$2,47 \pm 0,05$
вклад, %	$32,7 \pm 1,3$	$31,8 \pm 1,4$	$32,7 \pm 0,4$
HF амплитуда	$0,41 \pm 0,01$	$0,41 \pm 0,02$	$0,42 \pm 0,01$
вклад, %	$4,50 \pm 0,30^{***}$	$5,50 \pm 0,50^{***}$	$0,99 \pm 0,06$
CF амплитуда	$0,34 \pm 0,02^{***}$	$0,33 \pm 0,03^{***}$	$0,52 \pm 0,01$
вклад, %	$3,20 \pm 0,30^{***}$	$3,60 \pm 0,50^{**}$	$1,50 \pm 0,09$
РКК, %	$296,6 \pm 9,2^{***}$	$283 \pm 26,4^{***}$	$455,43 \pm 8,62$
$T_{1/2}$ , с	$8,20 \pm 0,32^{***}$	$6,98 \pm 0,50^{***, \#}$	$11,40 \pm 0,24$

*Примечание.* Статистическая значимость различий между основной группой и группой контроля: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ ; между детьми с ЭГБН и ХГБН: # –  $p < 0,05$ ; ## –  $p < 0,01$ ; ### –  $p < 0,001$ .

Из анамнестических данных установлено, что дебют ЭГБН приходился в среднем на возраст  $7,2 \pm 0,1$  года, тогда как при ХГБН начало цефалгий было более ранним –  $6,7 \pm 0,23$  года. Давность цефалгий при хронической ГБН превышала таковую при эпизодическом варианте ( $2,8 \pm 0,2$  и  $2,1 \pm 0,1$  года соответственно).

Клиническая картина ГБН у этих детей характеризовалась двусторонней, преимущественно лобно-височной и лобно-теменной локализацией, давящим, сжимающим характером, умеренной интенсивностью, продолжительностью от 30 минут до нескольких часов. Боли возникали чаще во второй половине дня, редко сопровождалась тошнотой, фото- или фонофобией. Головная боль провоцировалась переутомлением в школе, эмоциональным напряжением, сменой погоды. При ЭГБН у большинства детей цефалгия проходила после отдыха, непродолжительного сна, а при ХГБН – после приема анальгетиков. Также дети жаловались на нарушения сна, плохую переносимость изменений погодных условий, транспорта, на головокружения, дискомфорт в шейном отделе позвоночника, астенические и невротоподобные состояния.

Исследование показало, что у всех детей с ГБН присутствовали изменения со стороны церебральной гемодинамики. Установлено статистически значимое ( $p < 0,01$ ) увеличение  $V_{\max}$  в каротидном (средняя мозговая, передняя мозговая, интракраниальный отдел внутренней сонной, общая сонная артерии) и в вертебробазилляр-

ном (задняя мозговая, основная, позвоночные артерии) бассейнах по сравнению с контрольной группой – это увеличение отражает склонность сосудов к ангиоспазму. В группе детей с ХГБН отмечалось статистически значимое ускорение кровотока в средней мозговой, передней мозговой и основной артериях по сравнению с группой детей с ЭГБН ( $p < 0,01$ ).

Оценка сосудистого тонуса артериального русла выявила в группе пациентов с ЭГБН преобладание нормотонии (51%), а гипотония отмечалась у 26% в каротидном бассейне и у 15% – в вертебробазиллярном (рис. 1). Изменение тонуса сосудов в виде гипертонии у детей с ЭГБН выявлено у 23% в каротидном бассейне и у 35% – в вертебробазиллярном. В группе больных с ХГБН преобладали дети с повышенным тонусом сосудов преимущественно вертебробазиллярного бассейна (65%) ( $p < 0,01$ ). Сравнительный анализ RI показал, что гипотония сосудов более выражена в каротидном бассейне, а повышение сосудистого тонуса – в вертебробазиллярном.

Оценка состояния кинематики потока показала наличие гиперкинетического кровотока у 52% детей с ХГБН и у 28% детей с ЭГБН. У детей с ЭГБН превалировал эукинетический тип гемодинамики, а гипокинетический тип был выявлен у 6,1%.

Признаки венозной дисгемии диагностированы у всех детей основной группы, причем выраженная степень нарушений наблюдалась у половины детей с ХГБН и лишь у 1/3 детей с ЭГБН, что свидетельствует о значительной роли венозной диз-

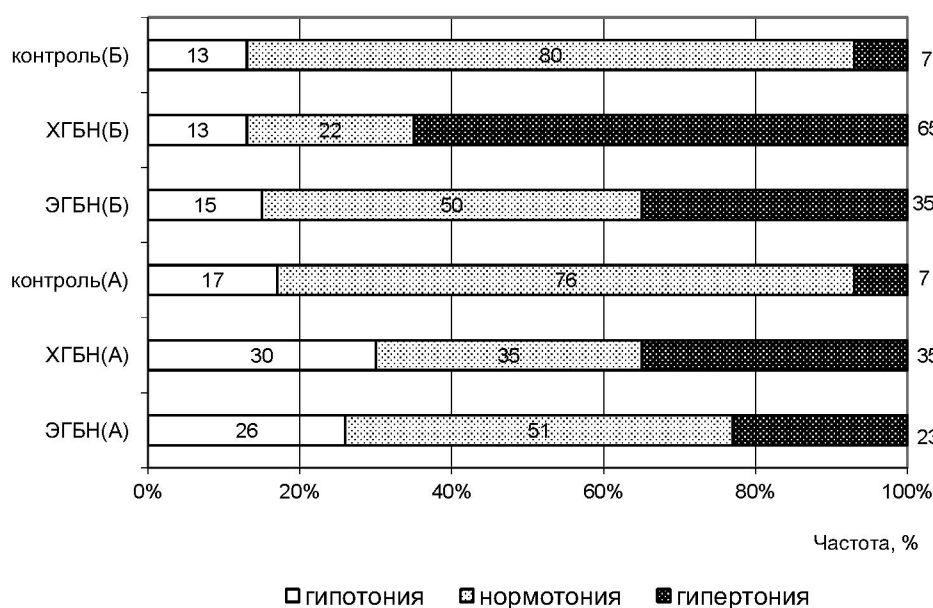


Рис. 1. Сравнительная характеристика детей с головными болями в зависимости от тонуса артериокапиллярного русла в каротидном (А) и вертебробазиллярном (Б) бассейнах головного мозга



нию притока крови в микроциркуляторное русло, а также функциональное напряжение активных вазомоторных механизмов в регуляции тканевого кровотока и снижение функционального резерва микрососудистого русла вследствие развития венозного застоя крови, результатом чего становится уменьшение капиллярного кровотока.

Подводя итог, можно утверждать, что существенную роль в патогенезе цефалгического синдрома у школьников играют нарушения в регуляции церебральной гемодинамики с развитием ангио-

спазма магистральных артерий и разнонаправленным изменением тонуса артериокапиллярного русла: снижением в каротидном бассейне и повышением – в вертебробазилярном. Большую роль в развитии и прогрессировании головной боли напряжения играет нарушение венозного оттока из полости черепа и снижение цереброваскулярной реактивности сосудов, в том числе и на микроциркуляторном уровне, что необходимо учитывать при лечении детей с головной болью напряжения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Современные аспекты диагностики и лечения нарушений венозного кровообращения головного мозга / М. Я. Бердичевский [и др.] // Неврологический журн. – 2004. – № 2. – С. 47–51.
2. Детская неврология : период. сб. им. А. Ю. Ратнера. – № 3. – СПб., 1995.
3. Зуева, Г. А. Особенности микроциркуляции у подростков при головной боли напряжения / Г. А. Зуева, Т. А. Слюсарь // XI Конгресс педиатров России : тез. докл. – М., 2006. – С. 234.
4. Мач Э. С. Лазер-доплер-флоуметрия в оценке микроциркуляции в условиях клиники // Материалы первого Всероссийского симпозиума «Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике». – М., 1996. – С. 56–64.
5. Шахнович, В. А. Нарушение венозного кровообращения головного мозга по данным транскраниальной доплерографии // Ультразвуковая доплеровская диагностика сосудистых заболеваний / под ред. Ю. М. Никитина, А. И. Труханова. – М. : Видар, 1998. – С. 240–260.
6. Assessment of cerebral autoregulation dynamics by simultaneous arterial and venous transcranial Doppler / R. Aaslid [et al.] // Stroke. – 1991. – Vol. 22. – P. 1148–1154.
7. Headache Classification Subcommittee of the International Headache Society. The International Classification of Headache Disorders. – 2<sup>nd</sup> ed. // Cephalalgia. – 2004. – Vol. 24, Suppl. 1. – P. 1–151.
8. Myogenic cerebrovascular autoregulation in migraine measured by stress transcranial Doppler sonography / J. G. Heckmann [et al.] // Cephalalgia. – 1998. – Vol. 18, № 3. – P. 133–137.
9. Transcranial Doppler exercise test in patients with chronic tension headache / J. G. Heckmann [et al.] // Nervenarzt. – 1998. – Vol. 69, № 2. – P. 131–136.
10. Psychosocial factors in children and adolescents with migraine and tension-type headache: a controlled study and review of the literature / A. Karwautz [et al.] // Cephalalgia. – 1999. – Vol. 19. – P. 32–43.
11. Practice parameter: Evaluation of children and adolescents with recurrent headaches: report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology and the Practice Committee of the Child Neurology Society / D. W. Lewis [et al.] // Neurology. – 2002. – Vol. 59. – P. 490–498.
12. Waldie, K. E. Childhood headache, stress in adolescence and primary headache in young adulthood: a longitudinal cohort study / K. E. Waldie // Headache. – 2001. – Vol. 41, № 1. – P. 1–10.