

УДК 612.134: 616–092.6.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АРТЕРИОВЕНОЗНОЙ МОЗГОВОЙ РЕАКТИВНОСТИ ПРИ ДИСТОНИЧЕСКОЙ ФОРМЕ ВЕНОЗНОЙ ДИСЦИРКУЛЯЦИИ

Дическул М. Л.

ГБОУ ВПО «Алтайский государственный медицинский университет Минздрава России», Барнаул, Россия (656038, Барнаул, пр.Ленина, 40), e-mail: [mldicheskul@mail.ru](mailto:mldicheskul@mail.ru)

Цель работы – оценить состояние венозного мозгового кровотока, изучить артериальную и венозную цереброваскулярную реактивность, выявить закономерности, характерные для пациентов с легкой черепно-мозговой травмой.

У 64 пациентов с легкой черепно-мозговой травмой (ЧМТ) и 60 здоровых добровольцев с помощью цветового дуплексного сканирования были исследованы показатели кровотока в базальных (БВ), верхних глазных (ВГВ), позвоночных венах (ПВ) и в среднемозговой артерии (СМА). Для оценки артериальной и венозной реактивности использовали гиперкапнический и ортостатический тесты, вычисляли коэффициент реактивности (КР, %).

У пациентов группы ЧМТ величина  $V_{\text{mean БВ}}$  была выше, чем в контрольной группе. Индекс фазности ВГВ  $\geq 0,4$  усл. ед. был зарегистрирован в 6,2 раза чаще, чем у здоровых ( $P < 0,01$ ). Фазность доплеровского спектра ПВ была снижена по сравнению с группой контроля. При гиперкапнии КР  $V_{\text{mean БВ}}$  у пациентов с ЧМТ был меньше, чем в контрольной группе ( $p < 0,05$ ). В ортостазе у пациентов с ЧМТ венозная реактивность превышала артериальную, тогда, как у здоровых величина КР  $V_{\text{mean БВ}}$  и  $V_{\text{mean СМА}}$  не различались. Коэффициент реактивности  $V_{\text{mean ПВ}}$  на ортостаз в группе контроля был больше, чем в группе ЧМТ, при гиперкапнии реакция  $V_{\text{mean ПВ}}$  в обеих группах отсутствовала.

Выводы: 1. При мониторинге венозной гемодинамики в остром периоде легкой черепно-мозговой травмы целесообразно ориентироваться на величины линейной скорости кровотока в базальной вене и значение индекса фазности в верхней глазной и позвоночной венах.

2. Для пациентов с легкой черепно-мозговой травмой характерно снижение церебральной венозной реактивности на гиперкапнию и преобладание венозной мозговой реакции над артериальной при ортопробе. Ортостатическая реактивность позвоночных вен снижена.

Ключевые слова: цветное дуплексное сканирование, цереброваскулярная реактивность, черепно-мозговая травма.

## RESEARCH OF ARTERIOVENOUS CEREBRAL REACTIVITY IN PRESENCE OF DYSTONIC FORM OF VENOUS CIRCULATORY DISTURBANCE

Dicheskul M. L.

Altai State Medical University, Barnaul, Russia (656038, Barnaul, pr. Lenina, 40), e-mail: [mldicheskul@mail.ru](mailto:mldicheskul@mail.ru)

The objective of this research is to estimate venous cerebral blood flow condition, to study arterial and venous cerebrovascular reactivity, and to detect regularities typical of patients with a cerebral concussion.

Colour duplex scanning was used to observe blood flow indices in basal (BV), superior ophthalmic (SOV), vertebral veins (VV), and in middle cerebral artery (MCA) in 64 patients with a cerebral concussion (CC) and 60 healthy volunteers. To estimate arterial and venous reactivity hypercapnic and orthostatic tests were carried out, reactivity ratio (RR) was calculated.

Patients in the CC group showed higher  $V_{\text{mean BV}}$  rate than in the control group (10.5sm/sec [6.5sm/sec; 17.9sm/sec] and 9.9sm/sec [6.5sm/sec; 14.0sm/sec], respectively,  $p < 0.05$ ), while SOV staging index value  $\geq 0.4$ s.u. was registered 6.2 times more frequently than in healthy objects ( $p < 0.01$ ). Up till the fourth day after the injury SOV staging index was higher than in the control group (0.54s.u. [0.2s.u.; 0.98s.u.] and 0.25s.u. [0.07s.u.; 0.73s.u.], respectively,  $p < 0.05$ ). VV Doppler spectrum staging was reduced as compared with the control group (0.62s.u. [0.2s.u.; 0.94s.u.] and 0.71s.u. [0.31s.u.; 0.95s.u.], respectively,  $p < 0.05$ ). During hypercapnia in patients with CC RR  $V_{\text{mean BV}}$  was lower than in the control group (31.6% [-22.6 %; 78.7%] and 37.4 % [3.2 %; 96.4 %], respectively,  $p < 0.05$ ). In orthostasis venous reactivity surpassed arterial reactivity in patients with CC (-15.2 % [-42.6 %; 32.2 %] and -7.0 % [-32.6 %; 16.9 %], respectively,  $p < 0.05$ ), while in healthy objects RR  $V_{\text{mean BV}}$  and  $V_{\text{mean MCA}}$  values did not differentiate (-13.8 % [-36.1 %; 40.7 %] and -9.0 % [-30.4 %; 16.7 %], respectively). Reactivity ratio  $V_{\text{mean VV}}$  in orthostasis in the control group was higher than in the CC group, during hypercapnia  $V_{\text{mean VV}}$  reaction was absent in both groups.

**Conclusions: 1. While monitoring venous hemodynamics during the acute period of cerebral concussion it is expedient to focus on the values of linear blood flow velocity in the basal vein and the staging index value in superior ophthalmic and vertebral veins.**

**2. A decrease in cerebral venous reactivity during hypercapnia and prevalence of venous cerebral reaction over arterial reaction during orthostatic tests is typical of patients with cerebral concussion. Orthostatic reactivity in vertebral veins is decreased.**

Key words: color duplex scanning, TCCS, cerebral concussion, cerebrovascular reactivity.

## Введение

Легкая черепно-мозговая травма (ЧМТ), включающая сотрясение и ушиб головного мозга легкой степени, по своей распространенности и частоте госпитализации занимает ведущее место среди церебральных травм. В подавляющем большинстве случаев данная патология характеризуется сравнительно быстрым восстановлением самочувствия и благоприятным прогнозом [3]. Известно, что легкая ЧМТ характеризуется развитием дистонических нарушений венозного мозгового кровообращения в виде регионарных изменений тонуса внутричерепных вен [1], однако работы, посвященные исследованию мозгового кровотока при венозной дистонии, единичны. Информативность исследования мозгового кровотока при ЧМТ может существенно увеличиться, если дополнительно оценивать цереброваскулярную реактивность. Артериальная реактивность исследована достаточно хорошо [2], а данные о реактивности венозного мозгового кровообращения немногочисленны и касаются только ортостатической пробы [4, 5].

Цель настоящей работы – оценить состояние венозного мозгового кровотока, изучить артериальную и венозную цереброваскулярную реактивность, выявить закономерности, характерные для пациентов с легкой черепно-мозговой травмой.

## Материал и методы

Исследование показателей артериального и венозного мозгового кровотока было выполнено у 64 пациентов с легкой ЧМТ, проходивших стационарное лечение в нейрохирургическом отделении (группа ЧМТ). Из них 47 мужчин и 17 женщин в возрасте от 18 до 47 лет. Критерием включения в исследование было отсутствие соматически и неврологически отягощенного анамнеза. На момент исследования давность полученной травмы составляла от полутора до шести суток включительно и 95 % пациентов предъявляли жалобы на головную боль, в 70–78 % случаев отмечали тошноту, головокружение, нарушения зрения или общую слабость, либо их сочетание. Все пациенты получали стандартную терапию, включавшую анальгетики, ноотропы и дегидратирующие средства. Контрольную группу составили 60 здоровых добровольцев в возрасте от 18 до 53 лет. У всех испытуемых было получено информированное согласие об участии в исследовании.

При помощи цветового дуплексного сканирования была проведена доплерографическая оценка показателей кровотока в базальных венах мозга (БВ), в верхних глазных (ВГВ) и позвоночных венах (ПВ), а также в среднемозговой артерии (СМА). Использовали ультра-

звуковую систему Vivid-3 Pro (GE, США), секторный (2,5–3,6 МГц) и линейный (6–10 МГц) датчики. Измерения выполнялись с двух сторон, по доплерограмме регистрировали максимальную и усредненную линейную скорости кровотока ( $V_{\max}$  и  $V_{\text{mean}}$ , см/с). Для СМА вычисляли индекс резистентности (RI, усл.е.), в венах вычисляли индекс фазности венозного спектра (ИФ, усл.е.), используя формулу  $(V_{\max} - V_{\min}) / V_{\max}$ , где  $V_{\max}$  – максимальная, а  $V_{\min}$  – минимальная скорость кровотока за сердечный цикл. Комплексная оценка артериальной и венозной реактивности была выполнена при помощи двух наиболее изученных проб: гиперкапнической, которая традиционно используется в оценке артериальной реактивности [2], и ортостатической, применяемой для исследования венозной гемодинамики [4]. Гиперкапния создавалась на уровне 5,7–6,4 % в альвеолярном воздухе ( $P_{\text{et}} \text{CO}_2$ ) путем увеличения ДОМП при помощи дыхательного контура «Карбоник-01» (Россия). Параметры кровотока регистрировали по истечении 1 минуты дыхания с помощью устройства. Постуральные изменения фиксировались через 1 минуту после активного перехода в положение сидя. Оценка реакции параметров кровотока на пробы проводили путем расчета коэффициента реактивности (КР, %) по формуле:  $(P_{\text{ФП}}/P_{\text{исх.}} - 1) \times 100$ , где  $P_{\text{ФП}}$  и  $P_{\text{исх.}}$  – значения показателя после функциональной пробы и в покое.

Статистический анализ был проведен с помощью программы Statistica 6 для Windows. Количественные данные представлены в виде медианы, 5–го и 95–го перцентилей (Me [5; 95]). Изначально показатели правой и левой стороны сравнивались и, при отсутствии между ними значимых различий, в дальнейшем оценивались суммарно. Полученные результаты сравнивались при помощи критерия Манна – Уитни, парного теста Вилкоксона, двухстороннего критерия Фишера (P). Статистическая значимость принималась для всех параметров при  $p < 0,05$ .

#### Результаты и обсуждение

В состоянии покоя у пациентов группы ЧМТ средняя скорость кровотока в базальных венах была достоверно выше, чем в контрольной группе (табл. 1) и в 25,8 % случаев величина максимальной скорости в БВ превышала 15см/с ( $P < 0,03$  со здоровыми), что свидетельствовало о наличии внутричерепной гипертензии.

Таблица 1. Величины показателей венозного кровотока у пациентов с легкой ЧМТ и в контрольной группе

Показатель	Группа легкой ЧМТ	Группа контроля
	Базальная вена n = 124	n = 118
$V_{\text{mean}}$ , см/с	10,5 [6,5; 17,9]*	9,9 [6,5; 14,0]
ИФ, усл.ед.	0,23 [0,04; 0,41]	0,24 [0,10; 0,42]

## Верхняя глазная вена

	n = 106	n = 20
$V_{\text{mean}}$ , см/с	8,0 [3,5; 21,9]	8,1 [4,1; 15,2]
ИФ, усл.ед.	0,3 [0,12; 0,91]	0,25 [0,07; 0,73]

## Позвоночная вена

	n = 126	n = 92
$V_{\text{mean}}$ , см/с	9,4 [4,0; 23,4]	9,1 [4,3; 21,0]
ИФ, усл.ед.	0,62[0,2; 0,94]*	0,71[0,31; 0,95]

Примечание: n – количество исследованных сосудов; \* – достоверность различия по отношению к группе контроля при  $p < 0,05$ .

В целом, мы не установили межгрупповых различий по величине фазности доплеровского спектра в верхних глазных венах. Однако у пациентов с ЧМТ величина ИФ<sub>ВГВ</sub>  $\geq 0,4$  усл.ед. была зарегистрирована в 6,2 раза чаще, чем у здоровых ( $P < 0,01$ ). До четвертых суток после травмы индекс фазности ВГВ был значимо выше (0,54 усл.ед. [0,2 усл.ед; 0,98 усл.ед.],  $p < 0,05$ ), чем в контрольной группе, в дальнейшем его величина уменьшалась (рис.1).

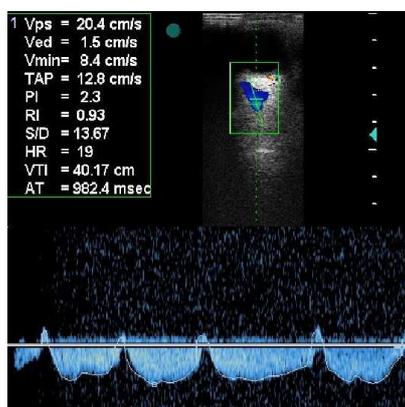


Рис. 1. Допплерограмма кровотока в верхней глазной вене у пациента М., 35 л. с сотрясением головного мозга на третьи сутки после травмы ( $V_{\text{mean}}$  12,8 см/с, ИФ 0,93 усл.ед.)

За счет сердечных и дыхательных влияний доплеровский спектр кровотока в позвоночных венах характеризуется более выраженной фазностью, чем интракраниальные вены. У пациентов с ЧМТ фазность доплеровского спектра ПВ была снижена по сравнению с группой контроля, что характерно для перегрузки венозного русла. Вышеуказанные нарушения венозного оттока у пациентов с ЧМТ свидетельствовали о затруднении венозного оттока по поверхностной системе мозга и шунтировании крови через глубокую и вертебральную системы оттока.

Средняя скорость кровотока в СМА не различалась между группами и составила у пациентов с ЧМТ 66,6 см/с [50,6см/с; 93,2см/с], а в контрольной группе 67,5 см/с [44,0см/с; 84,3см/с].

Артериальная реактивность на гиперкапнию в обеих группах характеризовалась увеличением скорости кровотока в 82–83 % случаев и ее снижением в 17–18 % случаев. Мы не зарегистрировали значимых межгрупповых различий по коэффициенту реактивности  $V_{\text{meanСМА}}$  (табл. 2). Снижение индекса сосудистого сопротивления наблюдалось также в обеих группах, КР  $RI_{\text{СМА}}$  составил у здоровых: – 4,7 % [-22,2 %; 20,8 %], в группе патологии: –7,7 % [-30,2 %; 12,1 %].

Таблица 2. Величины коэффициента реактивности средней линейной скорости кровотока в изученных сосудах на пробы у испытуемых обеих групп

Коэффициент реактивности	Группа легкой ЧМТ	Группа контроля
	(n =70)	(n = 40)
Гиперкапния		
КР $V_{\text{meanСМА}}$ , %	36,1 [-21,1; 93,4]	25,2 [-11,8; 103,8]**
КР $V_{\text{meanБВ}}$ , %	31,6 [-22,6; 78,7]*	37,4 [3,2; 96,4]
КР $V_{\text{meanПВ}}$ , %	5,4 [-44,6; 81,3]	2,0 [-61,0; 123,2]
Ортостаз		
КР $V_{\text{meanСМА}}$ , %	-7,0 [-32,6; 16,9]**	-9,0 [-30,4; 16,7]
КР $V_{\text{meanБВ}}$ , %	-15,2 [-42,6; 32,2]	-13,8 [-36,1; 40,7]
КР $V_{\text{meanПВ}}$ , %	126,2 [-24,7; 608,6]*	194,3 [-24,3; 484,6]

Примечание: n – количество исследованных сосудов; \* – достоверность различия по отношению к группе контроля при  $p < 0,05$ ; \*\* – достоверность различия по отношению к КР  $V_{\text{meanБВ}}$  при  $p < 0,05$ .

В ответ на гиперкапнию скорость кровотока в базальных венах увеличивалась, но КР  $V_{\text{meanБВ}}$  у пациентов с ЧМТ был достоверно меньше, чем в контрольной группе. Было отмечено, что в группе ЧМТ в 13,6 % случаев  $V_{\text{meanБВ}}$  снижалась, тогда как среди здоровых такой реакции не зарегистрировали ( $P < 0,02$ ). При сравнении артериовенозной реактивности на гиперкапнию было установлено, что у здоровых – венозная реактивность превышает артериальную, тогда как в группе ЧМТ они не различаются. Сниженный венозный ответ на гиперкапнию у пациентов с ЧМТ может быть следствием падения тонуса венозного отдела (нарушение активной веноконстрикции) или исходной пассивной веноконстрикции, вследствие повышенного внутричерепного ликворного давления [1].

Реакция интракраниального мозгового кровотока на ортостаз характеризовалась снижением линейной скорости кровотока, как в среднемозговых артериях, так и в базальных венах. Данная сосудистая реакция закономерна, обусловлена одновременным снижением артериального и венозного давления и давления ликвора [1, 4]. Однако если у испытуемых контрольной группы степень снижения линейной скорости кровотока в СМА и БВ не различалась, то у пациентов с ЧМТ венозная реактивность значительно превышала артериальную.

При исследовании реактивности позвоночных вен на гиперкапнию у испытуемых обеих групп мы не зарегистрировали достоверных изменений скорости кровотока, тогда как в ортоположении прирост  $V_{\text{meanПВ}}$  был выраженный. Коэффициент реактивности  $V_{\text{meanПВ}}$  на ортостаз в группе контроля был значимо больше, чем в группе ЧМТ.

Известна тесная взаимосвязь между внутричерепным давлением и венозным оттоком от мозга, поэтому более выраженное снижение линейной скорости кровотока в базальных венах и меньший ее прирост в позвоночных венах при ортоположении у пациентов с ЧМТ можно объяснить исходным нарушением ликвородинамики в пределах как церебрального, так и спинального субарахноидальных пространств [4].

#### Выводы

1. При мониторинге венозной гемодинамики в остром периоде легкой черепно-мозговой травмы целесообразно ориентироваться на величины линейной скорости кровотока в базальной вене и значение индекса фазности в верхней глазной и позвоночной венах.
2. Для пациентов с легкой черепно-мозговой травмой характерно снижение церебральной венозной реактивности на гиперкапнию и преобладание венозной мозговой реакции над артериальной при ортопробе. Ортостатическая реактивность позвоночных вен снижена.

#### Список литературы

1. Бердичевский М. Я. Венозная дисциркуляторная патология головного мозга. – М.: Медицина, 1989. – 224 с.
2. Гайдар Б. В. Транскраниальная доплерография в нейрохирургии / Б. В. Гайдар, В. Б. Семенютин, В. Е. Парфенов, Д. В. Свистов. – СПб.: Элби, 2008. – 281 с.
3. Лихтерман Л. Б. Черепно-мозговая травма. – М.: Медицинская газета, 2003. – 357с.
4. Шахнович А. Р., Шахнович В. А. Неинвазивная оценка венозного кровообращения мозга, ликвородинамики и краниовертебральных объемных соотношений при гидроцефалии // Клиническая физиология кровообращения. – 2009. – № 3. – С.5–15.
5. Schreiber S.J., Lurtzing F., Gotze R., Doepp F., Klingebiel R., Valdueza J.M. Extrajugular pathways of human cerebral venous blood drainage assessed by duplex ultrasound // J. Appl. Physiol. – 2003. V. 94. – P. 1802–1805.

**Рецензенты:**

Шульгина Л. Э., д.м.н., заведующая отделением функциональной диагностики КГБУЗ «Краевая клиническая больница», г. Барнаул.

Смирнова Ю. В., д.м.н., врач отделения функциональной диагностики № 1 заболеваний нервной, мышечной систем, КГБУЗ «Диагностический центр Алтайского края», г. Барнаул .