

УДК 616–134.9

## РЕАКТИВНОСТЬ ПОЗВОНОЧНОЙ АРТЕРИИ НА ГИПЕРКАПИНИЮ И ОРТОСТАЗ ПО ДАННЫМ ТРАНСКРАНИАЛЬНОГО ЦВЕТОВОГО ДУПЛЕКСНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Дическул М.Л., Куликов В.П.

ГБОУ ВПО «Алтайский государственный медицинский университет» Минздравсоцразвития России, Барнаул, e-mail: mldicheskul@mail.ru

Цель настоящей работы – изучить артериальную цереброваскулярную реактивность у пациентов с вертебробазилярной недостаточностью I-II ст. спондилогенного генеза. Исследование средней линейной скорости кровотока в четвертом сегменте позвоночной и среднемозговой артериях ( $V_{\text{mean PA}}$  и  $V_{\text{mean CMA}}$ , см/с) было выполнено у 35 пациентов со спондилогенной вертебробазилярной недостаточностью I-II ст. (группа ВБН) и 15 здоровых добровольцев (группа Контроль). Для оценки артериальной реактивности использовали пробы с гиперкапнией и ортостазом, вычисляли коэффициент реактивности (КР, %). Результаты: Коэффициент межсторонней асимметрии  $V_{\text{mean PA}}$  у здоровых был значимо меньше, чем в группе ВБН. Исследуемые группы различались по количеству случаев КА > 30% ( $P < 0,01$ ). Величины  $V_{\text{mean PA}}$  в контрольной группе, как в состоянии покоя, так и при пробах, были достоверно больше, чем в группе ВБН. Межгрупповых различий по величине  $V_{\text{mean CMA}}$  мы не зарегистрировали. При гиперкапнии в обеих группах был отмечен прирост  $V_{\text{mean PA}}$  и  $V_{\text{mean CMA}}$ , степень этого прироста значимо не отличались. В ортостазе у пациентов с ВБН  $V_{\text{mean PA}}$  снижалась, тогда как у здоровых достоверно не изменялась,  $V_{\text{mean CMA}}$  снижалась в обеих группах. Статистически значимые межгрупповые различия КР  $V_{\text{mean}}$  как в ПА, так и в СМА отсутствовали. Выводы. 1. У здоровых реакция кровотока на гиперкапнию в среднемозговой и позвоночной артериях характеризуется одинаковым по степени выраженности увеличением линейной скорости кровотока. 2. Реакция мозгового кровотока на ортостаз у здоровых в среднемозговой и позвоночной артериях характеризуется одинаковым по степени выраженности снижением линейной скорости кровотока. 3. Нарушение цереброваскулярной реактивности на гиперкапнию и ортостаз не характерно для пациентов с I-II стадией спондилогенной вертебробазилярной недостаточности.

**Ключевые слова:** позвоночная артерия, транскраниальное цветное дуплексное сканирование, цереброваскулярная реактивность

## VERTEBRAL ARTERY REACTIVITY TO HYPERCAPNIA AND ORTHOSTASIS ACCORDING TO THE TRANSCRANIAL COLOR-CODED DUPLEX SONOGRAPHY DATA

Dicheskul M.L., Kulikov V.P.

Altai State Medical University, Barnaul, e-mail: mldicheskul@mail.ru

The aim of the present work was to study arterial cerebrovascular reactivity in patients with I-II degree vertebrobasilar insufficiency of spondylogenic genesis. Average linear blood flow velocity in the fourth segment of vertebral and middle cerebral arteries ( $V_{\text{mean VA}}$  and  $V_{\text{mean MCA}}$ , sm/sec) was assessed in 35 patients with I-II degree spondylogenic vertebrobasilar insufficiency (VBI group) and 15 healthy adults (C group). To estimate arterial reactivity hypercapnic and orthostatic tests were carried out, reactivity ratio (RR, %) was calculated. Results: Coefficient of asymmetry  $V_{\text{mean VA}}$  in healthy adults was significantly lower than in the VBI group. Subjects under study in the group differed in the number of AR cases > 30% ( $P < 0,01$ ). The  $V_{\text{mean VA}}$  values in the C group were significantly higher than in the VBI group both in dormancy and during the tests. We did not record any intergroup variations in the  $V_{\text{mean MCA}}$  value. During hypercapnia an increase in  $V_{\text{mean VA}}$  and  $V_{\text{mean MCA}}$  was noted in both groups, the increase rates did not vary significantly. In orthostasis  $V_{\text{mean VA}}$  decreased in patients with VBI, whereas it did not change significantly in healthy adults,  $V_{\text{mean MCA}}$  decreased in both groups. No significant intergroup variations were detected in RR  $V_{\text{mean}}$  both in VA and MCA. Conclusions 1. Blood flow reactivity to hypercapnia in mesencephalic and vertebral arteries in healthy adults is characterized by identical in its degree of manifestation increase in linear blood flow velocity. 2. Cerebral blood flow reactivity to orthostate in middle cerebral and vertebral arteries in healthy healthy adults is characterized by identical in its degree of manifestation decrease in linear blood flow velocity. 3. Disorder of cerebrovascular reactivity to hypercapnia and orthostasis is not characteristic of patients with I-II degree spondylogenic vertebrobasilar insufficiency.

**Keywords:** vertebral artery, transcranial color-coded duplex sonography, cerebrovascular reactivity

Одной из важных проблем неврологии является нарушение кровотока в вертебробазилярном бассейне при дегенеративно-дистрофических изменениях в шейном отделе позвоночника. Известно, что в начальной стадии вертебробазилярной недостаточности по А.Б. Сителю [2] (ВБН I ст.) ограничение вертебрального кровотока возникает вследствие спондилогенного рефлекторного синдрома при раздражении симпатического сплетения позвоночной

артерии (ПА), но при дальнейшем развитии процесса возможна и непосредственная компрессия сосуда (ВБН II ст.), хотя прямая связь между выраженностью изменений в позвоночнике и вертебральным кровотоком не доказана [4]. За последнее десятилетие опубликовано много работ, посвященных ультразвуковому сканированию позвоночных артерий. Подробно описана методика исследования, патологические изменения показателей кровотока в ПА

на экстра- и интракраниальном уровнях. Однако работы по исследованию реактивности показателей кровотока в ПА единичны. Традиционно оценка цереброваскулярной реактивности проводится на примере среднемозговой артерии (СМА), тогда как изменения кровотока в других мозговых артериях при функциональных тестах мало изучены. Отдельные авторы на небольших группах здоровых взрослых, при помощи транскраниальной доплерографии, исследовали реакцию кровотока на гиперкапнию в основной артерии [6] и заднемозговой артерии [7]. **Цель настоящей работы** – изучить артериальную цереброваскулярную реактивность на гиперкапнию и ортостаз у пациентов с вертебробазилярной недостаточностью I-II ст. спондилогенного генеза.

### Материал и методы исследования

Исследование показателей артериального мозгового кровотока было выполнено у 35 пациентов со спондилогенной вертебробазилярной недостаточностью I-II ст. по классификации А.Б. Ситя [2], из них 12 мужчин и 23 женщины в возрасте от 18 до 53 лет (группа ВБН). Основной жалобой у этих пациентов были периодические боли в области головы и/или шеи, которые возникали при движении головой или изменении позы, сочетались с умеренно выраженным головокружением (83%), зрительными (35%) и/или слуховыми (52%) нарушениями, тошнотой (у 15%). По данным рентгенологического или другого нейровизуализационного (КТ, МРТ) исследования у пациентов группы ВБН имелись проявления остеохондроза шейного отдела позвоночника (ШОП) в виде дистрофических процессов в дисках (73%), нестабильности (34%) или аномалии на верхне-шейном уровне (12,5%), унковертебрального или другого артроза (40%), протрузии или пролапса дисков (5%), а в половине случаев было отмечено сочетание указанных нарушений.

Контрольную группу составили 15 здоровых добровольцев в возрасте от 18 до 50 лет, из них 4 мужчины и 9 женщин. У всех испытуемых было получено информированное согласие об участии в исследовании. Критериями исключения из исследования были ультразвуковые признаки атеросклеротических бляшек, гемодинамически значимых деформаций в изучаемых артериях.

При помощи транскраниального цветового дуплексного сканирования была проведена оценка показателей кровотока в четвертом сегменте позвоночной и среднемозговой артериях. Использовали

ультразвуковую систему Vivid-3 Pro (GE, США), секторный датчик (2,5–3,6 МГц), субкципитальный доступ для изучения ПА (перед их слиянием в основную артерию), трансемпоральное окно для локализации СМА в сегменте M<sub>1</sub>. Измерения выполнялись с двух сторон в симметричных участках сосудов, межсторонний коэффициент асимметрии (КА, %) показателем вычисляли по формуле:

$$\frac{(P_{\text{больш}} - P_{\text{меньш}}) / P_{\text{больш}}}{P_{\text{больш}}} \cdot 100\%,$$

где P<sub>больш</sub> – большее значение показателя, P<sub>меньш</sub> – меньшее значение показателя.

По записанной доплерограмме регистрировали пиковую и усредненную линейную скорости кровотока (V<sub>ps</sub> и V<sub>mean</sub>, см/с), вычисляли индекс резистентности (RI, усл.е). Оценка артериальной реактивности была выполнена при помощи двух наиболее изученных проб: гиперкапнической, которая традиционно используется в оценке артериальной реактивности [1], и ортостатической, применяемой преимущественно для исследования венозной гемодинамики [3]. Первой проводили ортостатическую пробу, постуральные изменения фиксировались через 1 минуту после активного перехода в положение сидя. Затем создавали гиперкапнию на уровне 5,7–6,4% в альвеолярном воздухе (Pet CO<sub>2</sub>) путем увеличения ДОМП при помощи дыхательного контура «Карбоник-01» (Россия). Параметры кровотока регистрировали по истечении 1 минуты дыхания с помощью устройства. Оценку реакции параметров кровотока на пробы проводили путем расчета коэффициента реактивности (КР, %) по формуле:

$$\frac{(P_{\text{ФП}} / P_{\text{исх}} - 1) \cdot 100}{P_{\text{ФП}} / P_{\text{исх}} - 1} \cdot 100,$$

где P<sub>ФП</sub> и P<sub>исх</sub> – 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 процентилей (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 и двухстороннего критерия Фишера (P). Статистическая значимость принималась для всех параметров при p < 0,05.

### Результаты исследования и их обсуждение

Доплерограмма спектра кровотока в интракраниальном сегменте ПА у испытуемых контрольной группы была типичной формы (рис. 1).

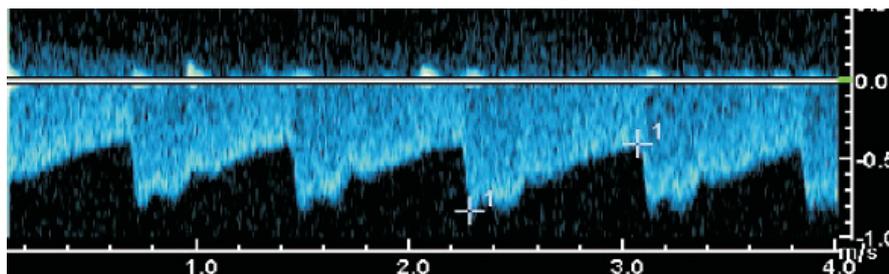
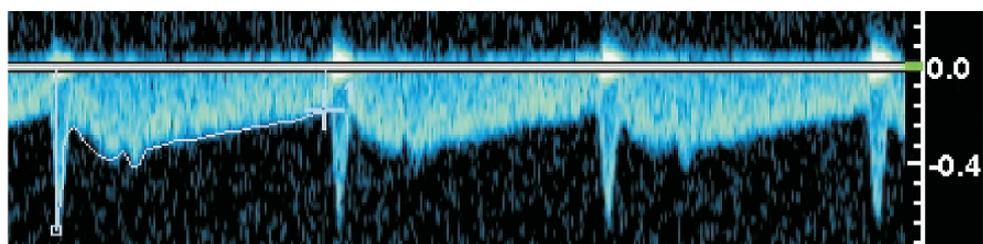


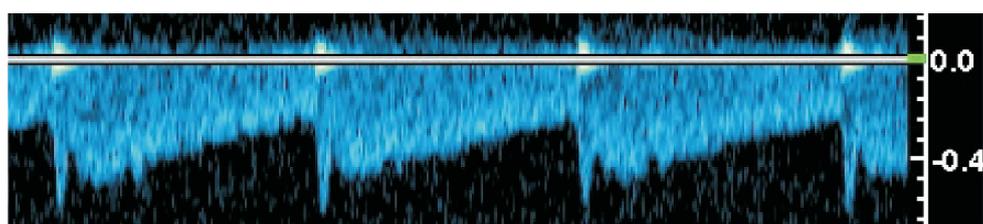
Рис. 1. Допплерограмма в четвертом сегменте позвоночной артерии с нормальным спектром кровотока

У пациентов группы ВБН в 70% случаев спектр кровотока в ПА был нормальный, а в 30% пикообразный/расщеплен-

ный (рис. 2а, 3), что свидетельствовало об умеренно повышенном сопротивлении кровотоку [8].



а



б

Рис. 2. Пациент С., 29 лет. Допплерограмма с пикообразным спектром кровотока в четвертом сегменте позвоночной артерии:  
а – состояние покоя; б – при гиперкапнии

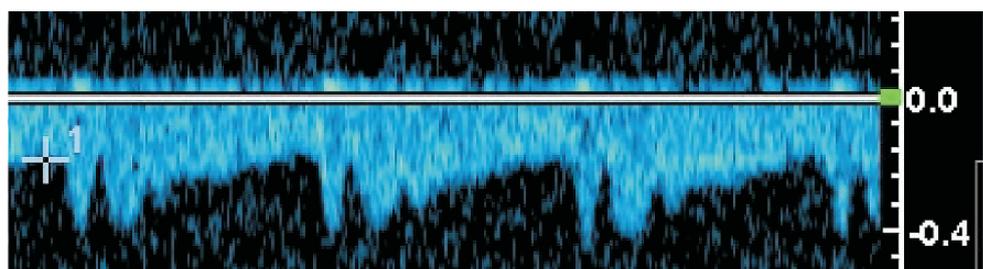


Рис. 3. Пациент М. 40 лет. Допплерограмма с расщепленным спектром кровотока в четвертом сегменте позвоночной артерии

Коэффициент межсторонней асимметрии  $V_{\text{mean ПА}}$  у здоровых составил 15,4% [1,2%; 30,6%] и был значимо меньше, чем в группе ВБН (22,0% [2,0; 63,0%],  $p < 0,05$ ). Исследуемые группы достоверно различались по количеству случаев КА  $> 30\%$  ( $P < 0,01$ ). В контрольной группе такие ве-

личины КА были отмечены в 6,2% случаев, а у пациентов с ВБН – в 34,4% случаев.

Величины средней линейной скорости кровотока в позвоночной артерии в контрольной группе, как в состоянии покоя, так и при пробах, были достоверно больше, чем в группе ВБН (табл. 1).

Таблица 1

Показатели кровотока в позвоночной артерии при пробах у испытуемых обеих групп

$V_{\text{mean ПА}}$ , см/с	Группа ВБН ( $n = 70$ )	$p$	Группа контроля ( $n = 20$ )
Состояние покоя	36,5 [17,6; 63,5]	0,014	44,1 [28,1; 59,7]
Гиперкапния	43,4 [19,7; 78,0]*	0,008	52,7 [32,2; 93,5]*
$KP_{\text{ГК}}$ , %	32,3 [-23,5; 94,2]	$> 0,05$	27,3 [-7,3; 84,6]
Оргостаз	34,7 [14,3; 56,2]*	0,012	39,5 [30,3; 67,0]
$KP_{\text{Орто}}$ , %	-12,9 [-41,7; 36,1]	$> 0,05$	4,3 [-41,7; 34,5]

Примечание:  $n$  – количество исследованных сосудов;  $p$  – достоверность различия между группами; \* – достоверность различия по отношению к состоянию покоя при  $p < 0,05$ .

Средняя скорость кровотока в СМА не различалась между группами и составила у пациентов с ВБН 61,9 см/с [47,3; 82,4 см/с], а в контрольной группе 67,5 см/с [44,0; 84,3 см/с], что соответствует данным других авторов.

При гиперкапнии у испытуемых обеих групп был отмечен прирост  $V_{\text{mean PA}}$  и  $V_{\text{mean CMA}}$ , степень этого прироста значительно не отличалась, что позволяет думать о сохранности цереброваскулярной  $\text{CO}_2$  реактивности у пациентов с I-II стадией спондилогенной ВБН.

У пациентов с исходной пикообразной/расщепленной формой спектра доплерограмма кровотока на высоте гиперкапнии полностью нормализовалась или частично улучшалась (рис. 2б), т.е. изменения спектра несут функциональный характер и обусловлены, по всей видимости, спазмом ПА.

В ортостазе значимых изменений  $V_{\text{mean PA}}$  у здоровых не было отмечено, тогда как у пациентов с ВБН средняя скорость снижалась, что объясняется снижением пиковой скорости кровотока и повышением индекса резистентности в этой группе испытуемых. Несмотря на отсутствие статистически значимых межгрупповых различий реакции  $V_{\text{mean}}$  на ортостаз как позвоночной, так и среднечерепной артерий, медиана КР  $V_{\text{mean}}$  в обоих сосудах у пациентов с ВБН была больше, чем у здоровых. Отдельные авторы рассматривают снижение линейной скорости кровотока при ортостатическом тесте как признак подозрительный на скрытую гипоперфузию [5], однако в СМА  $V_{\text{mean}}$  при ортопробе снижалась в обеих изученных группах, КР  $V_{\text{mean CMA}}$  не различался и составил в контрольной группе – 9,0% [–30,4; 16,7%], а в группе ВБН – 16,4% [–40,5; 15,2%].

### Выводы

1. У здоровых реакция кровотока на гиперкапнию в среднечерепной и позвоночной артериях характеризуется одинаковым по степени выраженности увеличением линейной скорости кровотока.

2. Реакция мозгового кровотока на ортостаз у здоровых в среднечерепной и позвоночной артериях характеризуется одинаковым по степени выраженности снижением линейной скорости кровотока.

3. Нарушение цереброваскулярной реактивности на гиперкапнию и ортостаз не характерно для пациентов с I-II стадией спондилогенной вертебробазиллярной недостаточности.

### Список литературы

1. Куликов В.П. Артериовенозная церебральная реактивность на гиперкапнию в диагностике нарушений мозгового кровообращения // Клиническая физиология кровообращения. – 2009. – №4. – С. 5–15.
2. Ситель А.Б., Нефедов А.Ю. Лечение спондилогенной вертебрально-базиллярной недостаточности методами мануальной терапии – активная профилактика мозгового ишемического инсульта // Мануальная терапия. – 2008. – № 1. – С. 22–30.
3. 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.
4. Effect of cervical spondylosis on vertebral arterial flow and its association with vertigo / I.K. Bayrak, D. Durmus, A.O. Bayrak, B. Diren, F. Canturk // Clin Rheumatol. – 2009. Vol. 28, № 1. – P. 59–64.
5. Altered cerebral vasoregulation in hypertension and stroke / V. Novak, A. Chowdhary, B. Farrar, H. Nagaraja, J. Braun, R. Kanard, P. Novak, A. Slivka // Neurology. – 2003. – Vol. 60, №10. – P. 1657–1663.
6. Autoregulatory Response and  $\text{CO}_2$  Reactivity of the Basilar Artery / C.W.Park, M. Sturzenegger, C.M. Douville, R. Aaslid, D.W. Newell // Stroke. – 2003. – Vol.34, № 1. – P. 34–39.
7. Control system analysis of visually evoked blood flow regulation in humans under normocapnia and hypercapnia / B. Rosengarten, A. Spiller, C. Aldinger, M. Kaps // Eur. J. Ultrasound. – 2003. – Vol. 16, № 3. – P. 169–175.
8. Zwiebel W.J. Introduction to vascular ultrasonography. – Philadelphia.: Saunders Co, 1992. – 423 p.

### References

1. Kulikov V.P. *Klinicheskaja fiziologija krovoobrawenija*, 2009, no.4, pp. 5–15.
2. Sitel' A.B., Nefedov A.Ju. *Manual'naja terapija*, 2008, no.1 (29), pp.22–30.
3. Shahnovich A.R., Shahnovich V.A. *Klinicheskaja fiziologija krovoobrawenija*, 2009, no.3, pp. 5–15.
4. Bayrak I.K., D.Durmus, Bayrak A.O., Diren B., Canturk F. *Clin Rheumatol.*, 2009, Vol. 28, no. 1, pp. 59–64.
5. Novak V., Chowdhary A., Farrar B., Nagaraja H., Braun J., Kanard R., Novak P., Slivka A. *Neurology*, 2003, Vol. 60, no. 10, pp. 1657–63.
6. Park C.W., Sturzenegger M., Douville C.M., Aaslid R., Newell D.W. *Stroke*, 2003, Vol. 34, no. 1, pp. 34–39.
7. Rosengarten B., Spiller A., Aldinger C., Kaps M. *Eur. J. Ultrasound*, 2003, Vol. 16, no. 3, pp. 169–175.
8. Zwiebel W.J. Introduction to vascular ultrasonography. Philadelphia.: Saunders Co, 1992, 423 p.

### 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.

Работа поступила в редакцию 05.03.2012.