

КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 616.12-008.331.1:615.22

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ЦЕРЕБРОВАСКУЛЯРНОЙ РЕАКТИВНОСТИ

Т.М. Рипп¹, В.Ф. Мордовин¹, Е.Г. Рипп², Н.В. Реброва^{1,2}, Г.В. Семке¹, С.Е. Пекарский¹, А.Ю. Фальковская¹,
Е.С. Ситкова¹, В.А. Личикаки¹, И.В. Зюбанова¹

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научно-исследовательский институт кардиологии", Томск

²Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Сибирский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, Томск

E-mail: ripp@cardio-tomsk.ru

COMPREHENSIVE EVALUATION OF CEREBRAL VASCULAR RESERVE PARAMETERS

T.M. Ripp¹, V.F. Mordovin¹, E.G. Ripp², N.V. Rebrova^{1,2}, G.V. Semke¹, S.E. Pekarsky¹, A.Yu. Falkovskaya¹,
E.S. Sitkova¹, V.A. Lichikaki¹, I.V. Zyubanova¹

¹Federal State Budgetary Scientific Institution "Research Institute for Cardiology", Tomsk

²Siberian State Medical University, Tomsk

Цель: изучить состояние цереброваскулярной реактивности (ЦВР) у здоровых добровольцев (ЗД) и ее изменения у пациентов молодого возраста с эссенциальной артериальной гипертензией (ЭАГ) с помощью разработанных методов комплексной оценки ЦВР в условиях физиологических нагрузочных тестов. Материал и методы. Транскраниальное дуплексное сканирование (ТКДС) средних мозговых артерий (СМА) проводилось у ЗД (27) и пациентов с артериальной гипертензией (АГ) 1–2-й степени (32) в возрасте 18–38 лет с использованием ультразвуковых машин экспертного класса на фоне гипероксии и гиперкапнии по стандартному методу ТКДС. Результаты. Были разработаны формулы математических комплексных расчетов 2 фаз ЦВР: фаза резерва по силе реакции – коэффициент изменения скорости (КИС) линейной скорости кровотока (ЛСК): абсолютный КИС_{абс.} = V_2/V_0 и относительный КИС_{отн.} = $(V_2 - V_0)/V_0 \cdot 100\%$, по скорости – тестовая скорость изменения (ТСИ) ЛСК: $ТСИ = (V_2 - V_0)/T$, фаза ауторегуляции: по силе реакции – индекс восстановления (ИВ) ЛСК: $ИВ = V_0/V_4$, по скорости восстановления (СВ) ЛСК: $СВ = (V_2 - V_4)/T_v$; нормализованный к артериальному давлению (АД) ауторегуляторный ответ (НАО): $НАО = (V_2 - V_0)/(V_0 \cdot (САД_2 - САД_0))$, где V – ЛСК в СМА (см/с), V_2 – ЛСК через 2 мин ингаляции (см/с), T и T_v – время = 2 (мин), САД – систолическое АД (мм рт. ст.), 0 – исходные значения, 2 – значения через 2 мин ингаляции, 4 – значения через 2 мин после ингаляции. У пациентов наблюдалось статистически значимое снижение силы реакции $0,79 \pm 0,16$ и $0,91 \pm 0,09$; $p = 0,036$, замедление скоростей ответа $8,99 \pm 1,61$ и $6,24 \pm 1,12$, $p = 0,026$ и восстановления $2,59 \pm 0,54$ и $1,63 \pm 0,76$; $p = 0,011$ при гипероксии, не происходило значимого нарушения ЦВР при гиперкапнии по сравнению со ЗД. Коэффициент НАО у гипертоников был наиболее результативным при гипероксии и гиперкапнии, различия были иллюстрированы клиническими примерами. Заключение. Исследование демонстрировало действующий комплекс количественных показателей ЦВР; у пациентов молодого возраста с АГ выявлены ранние признаки нарушений ЦВР; разработанный НАО выявил двунаправленные нарушения адаптивных возможностей СМА.

Ключевые слова: гипертензия, органы-мишени, цереброваскулярная реактивность.

Aim: The aim of this study was to examine the state of cardiovascular reactivity (CVR) in healthy volunteers (HV) and CVR changes in young patients with essential hypertension by using the developed methods for integrated CVR assessment. Materials and Methods: Transcranial duplex scanning (TCDS) of the middle cerebral arteries (MCA) was performed in HV ($n=27$) and patients with grade 2 hypertension ($n=32$) aged 18–38 years by using expert class ultrasound machines in the presence of hyperoxia and hypercapnia according to standard TCDS method. Results: The formulas for mathematical calculations of two CVR phases were developed. For reserve phase based on reaction force, absolute or relative change coefficient (CCabs or CCrel) for blood flow velocity (BFV) were calculated as follows: $CCabs = V_2/V_0$ and $CCrel = (V_2 - V_0)/V_0 \cdot 100\%$. For reserve phase based on reaction velocity, test change velocity (TCV) of BFV was calculated: $TCV = (V_2 - V_0)/T$. For autoregulation phase based on reaction force, BFV recovery index (RI) was calculated: $RI = V_0/V_4$. For autoregulation phase based on BFV, recovery rate (RR) was calculated as follows: $RR = (V_2 - V_4)/T_r$. Autoregulation response normalized by arterial blood pressure (NAR) was calculated as follows: $NAR = (V_2 - V_0)/(V_0 \cdot (SBP_2 - SBP_0))$, where V was BFV in MCA (cm/s); V_2 was BFV after 2 min of inhalation (cm/s); T and T_r were times = 2 (min); SBP was systolic blood pressure (mmHg); and 0, 2, and 4 corresponded to initial values, values after 2 min of inhalation, and values 2 min after inhalation, respectively. Patients had significant decrease in reaction force (CCabs: 0.79 ± 0.16 and 0.91 ± 0.09 ; $p = 0.036$).

and significant slowing down in response velocity (TCV: 8.99 ± 1.61 and 6.24 ± 1.12 , $p=0.026$) and in recovery velocity (RI: 2.59 ± 0.54 and 1.63 ± 0.76 ; $p=0.011$) in hyperoxia. No significant BFV abnormalities were found in hypercapnia compared with HV. NAR coefficient in hypertensives was the most effective in hyperoxia and hypercapnia. Differences were illustrated by clinical cases. Conclusions: The study demonstrated valid complex of qualitative CVR indicators. Young patients with arterial hypertension had early signs of abnormal CVR. Developed NAR elucidated bidirectional abnormalities in the adaptive MCA capabilities.

Key words: hypertension, target, cerebrovascular reactivity.

Введение

Повышенное АД находится в независимой непрерывной связи с частотой ряда сердечно-сосудистых событий, прежде всего, инсульта, инфаркта миокарда (ИМ), внезапной смерти, сердечной недостаточности (СН) и периферического поражения артерий [12, 15].

По данным регистра инсульта НИИ неврологии РАМН, синдром АГ регистрируется у 80% больных от общего числа пациентов, перенесших острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) [1]. Инсульты значимо “молодеют”: доля случаев инсульта, развившегося в возрасте до 55 лет, в структуре всех нарушений церебрального кровообращения увеличилась с 12,9 до 18,6%, в те же сроки заболеваемость на 100 тыс. населения увеличилась с 26 до 48 человек [15].

Известно, что пациенты с начальными проявлениями недостаточности кровоснабжения головного мозга и АГ относятся к группе высокого риска развития ОНМК и хронических цереброваскулярных заболеваний [1, 6, 15]. В основе клинических проявлений доинсультных стадий церебральных заболеваний, к которым отнесены функциональные проявления нарушений мозгового кровообращения (НМК), лежит недостаточное гемодинамическое обеспечение повышенной функциональной активности мозга, объясняемое неэффективностью компенсаторно-приспособительных реакций [4, 7, 14].

Несомненным является тот факт, что уровень мозгового кровообращения (МК) всегда находится в прямой зависимости от величины перфузионного давления и обратно пропорционален сопротивлению сосудов, поэтому на функциональном уровне всегда лишь эти две составляющие будут определять величину кровотока и запускать механизмы компенсации [19]. Из этого следует понимание патогенетической сущности начальных стадий церебральных артериальных расстройств, от которой зависит успех профилактических мероприятий в отношении манифестных форм НМК и дисциркуляторной энцефалопатии (ДЭ), что требует изучения системы церебрального кровотока с детальной характеристикой ее регуляторных и приспособительных механизмов [8].

Оценка ЦВР МК заключается в определении способности и возможности мозговых артерий (МА) изменять свой диаметр и величину кровотока в ответ на стимулы физической, химической природы или психофизиологические стимулы [6]. Современные исследования продемонстрировали, что понятие васкулярного резерва (реакция с увеличением скоростных показателей) и ауторегуляции (спонтанное ее уменьшение после прекращения воздействия) отчетливо различаются, что указывает на возможно различные механизмы и временные особенности сохранности резервных и ауторегуляторных способностей МК [6, 13].

Более изучена зависимость ауторегуляции МК от уров-

ня системного АД с непосредственным участием в регуляции интракраниальных артерий [13, 17].

В основе запуска основного механизма ауторегуляции – метаболического – лежит изменение уровня углекислого газа в веществе головного мозга и связанное с этим изменение pH. Метаболические факторы (ионы водорода, карбонат, лактат, аденозин) поддерживают функциональную гиперемия за счет снижения уровня pH в межклеточной жидкости. Лабильным и эффективным фактором, изменяющим pH, является парциальное давление углекислого газа. Влияние изменяющейся гиперкапнии и гипероксии распространяется на все артерии мозга [6].

В последнее время для получения информации о состоянии ЦВР стали применяться транскраниальные доплерографические методы с предъявлением разнообразных физиологических нагрузочных тестов [5, 6]. До настоящего времени нерешенным остается вопрос оценки количественных показателей ЦВР, существует несколько способов количественного отражения церебрального резерва, в основе которых лежит динамическая оценка изменения параметров МК, которые учитывают его исходные значения и изменения (абсолютные или относительные) после воздействия [2, 5, 6]. Как правило, предлагаемые коэффициенты отличаются названиями. Еще не определены комплексные количественные параметры, характеризующие ЦВР МК: ауторегуляция и состояние резерва, а также закономерности последующего прогрессирования дисгемических расстройств. Путаница в терминологии значительно затрудняет оценку научных данных и не позволяет ориентироваться, с помощью какой из многочисленных функциональных проб была оценена ЦВР.

Суммируя имеющиеся данные фундаментальных, экспериментальных и клинических исследований, следует отметить, что многие технические и методические аспекты интракраниальной ультразвуковой оценки резерва и ауторегуляции артерий, включая применение щадящих методов оценки ЦВР, частота, продолжительность и последовательность визуализации каждого нагрузочного и постнагрузочного временного сегмента функциональной пробы, методология комплексного количественного анализа церебрального васкулярного резерва и его ауторегуляции – остаются неизвестными. Цель данного исследования: изучить изменения ауторегуляции кровотока в артериях головного мозга у ЗД и у пациентов молодого возраста с гипертонией с помощью разработанного метода комплексной оценки ЦВР МК в условиях физиологических нагрузочных тестов.

Материал и методы

Исследование выполнено на базе отделения артериальных гипертоний НИИ кардиологии (Томск) в соответствии с принципами Хельсинской декларации и одобре-

но локальным этическим комитетом. Было скринировано 54 ЗД, 27 человек были отобраны в группу контроля по возрастным критериям и техническому соответствию визуализации, 32 пациента были молодого возраста (18–36 лет) с ЭАГ.

Дизайн исследования, этапы: 1 – отбор ЗД и пациентов заключался в определении соответствия основным и дополнительным критериям включения и исключения, выявлении факторов риска сердечно-сосудистых осложнений; 2 – проведение общеклинических и специальных методов исследования, который включал: сбор анамнеза, физикальное и клиническое обследование, ультразвуковое исследование артерий с оценкой состояния симметричности кровотока, стенок артерий, другие исследования органов-мишеней; 3 – контрольное ультразвуковое исследование экстра- и интракраниальных артерий и СМА на фоне и после нагрузочных тестов; 4 – расчеты параметров реактивности кровотока, больных распределяли на группы согласно данным исследования, классифицировали нарушения реактивности артерий, проводили анализ и статистическую обработку данных.

Общие противопоказания для включения в исследование: информированное несогласие участвовать в исследовании, нервно-психические заболевания; повреждения головного мозга в анамнезе (перенесенные ОНМК, черепно-мозговые травмы и др.), важные клинические поражения или нарушения функции систем организма, противопоказания или технические препятствия для проведения методов исследования. Критерий включения для ЗД: отсутствие признаков ЭАГ и факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний, возраст от 20 до 39 лет. ЗД и пациенты не отличались по функциональным показателям дыхания: объем 4,86 и 4,98 л/мин, $p=0,62$; ЧД 12,3 и 12,6 дыханий/мин, $p=0,49$; пациенты имели слабое статистическое отличие по ИМТ 26 (24–31) и 27 (25–32), $p=0,07$; но значимые различия уровней офисного АД 122/74 (118–134/62/82) и 148 (141–156/86–98 мм рт. ст.), что было условием исследования.

Исследуемые были инструктированы о том, что не должны употреблять пищу в течение 6–8 ч до исследования и подвергаться физической нагрузке, употреблять вещества, которые могут повлиять на результаты (кофеин, медикаменты и др.), не должны курить минимум 4 ч до исследования, регистрировалась фаза менструального цикла. До начала исследования пациент находился в горизонтальном положении в покое не менее 20 мин. ТКДС СМА проводили на ультразвуковых машинах экспертного класса с помощью секторального датчика 2,5–4 МГц с использованием режимов TCD через темпоральный доступ. Определяли скоростные параметры и спектральные характеристики кровотока по СМА, а также динамические показатели изменения скорости кровотока по стандартно предлагаемым методам [5, 6]. Проводились предварительные экстра- и интракраниальные исследования сосудов с обеих сторон – дистальный отдел плечевого ствол, проксимальный отдел подключичной артерии, общая и внутренняя (от устья до входа в череп), проксимальные отделы наружных сонных артерий, V1-2 сегменты позвоночных артерий, все отделы МА виллизиева круга с оценкой симметричности

кровотока. Пациенты с коэффициентом асимметрии СМА более 7–10% и аномальным развитием сосудов в исследование не включались.

Исследование ЦВР проводили в СМА с использованием устройства и методов для оценки ЦВР, разработанных авторами патентов РФ [9–11]. Статистический анализ данных проводился с использованием пакета программ STATISTICA for Windows 10.0 (StatSoft, США). Качество данных проверялось с помощью гистограмм распределения. Основные методы статистического анализа данных включали использование t-критерия Стьюдента для количественных параметрических переменных, для непараметрических вариант использовался U-тест Манна–Уитни. Результаты представлены при правильном распределении как $M \pm SD$, где M – среднее арифметическое, SD – стандартное отклонение, при неправильном в виде доверительных интервалов CI 95%. Различия считали статистически значимым при $p < 0,05$.

Результаты

Была разработана комплексная оценка параметров ЦВР, предложены формулы математических расчетов 2 фаз реактивности, характеризующие принципиально разные процессы, составляющие сложный комплекс ЦВР: фаз резерва и ауторегуляции. Показатели резерва МК: параметры, определяющие силу ответной реакции артерий: КИС: абсолютное $KIS_{abs} = V_2/V_0$, или ее относительное изменение $KIS_{отн} = (V_2 - V_0)/V_0 \cdot 100\%$, где V_0 – исходная ЛСК в СМА (см/с), V_2 – ЛСК через 2 мин ингаляции газов (см/с); параметры, определяющие скорость ответной реакции артерии во время предъявления тестовой нагрузки: ТСИ ЛСК: $ТСИ = (V_2 - V_0)/T$, где V_0 – исходная ЛСК в СМА (см/с), V_2 – ЛСК через 2 мин ингаляции (см/мин), T – время ингаляции (мин). Кроме того, были разработаны и предложены коэффициенты, которые позволяют количественно оценить этап восстановительной реакции СМА (параметры ауторегуляции): ее силу – ИВ ЛСК: $ИВ = V_0/V_4$, где V_0 – исходная ЛСК в СМА (см/с), V_4 – ЛСК через 5 мин от начала исследования (см/с); СВ ЛСК: $СВ = (V_2 - V_4)/T_в$, где V_2 – ЛСК через 2 мин ингаляции (см/с), V_4 – ЛСК через 2 мин после ингаляции (см/с), $T_в$ – время контролируемого восстановления (мин).

Определение параметров, учитывающих изменение системного кровотока: нормализованный к АД НАО. $НАО = (V_2 - V_0)/(V_0 \cdot (САД_2 - САД_0))$, где V_0 – исходная ЛСК в СМА (см/с), V_2 – ЛСК через 2 мин ингаляции (см/с), $САД_0$ – исходное систолическое АД (мм рт. ст.), $САД_2$ – систолическое АД через 2 мин ингаляции (мм рт. ст.).

Далее были определены пороговые значения показателей кровотока в СМА, обеспечивающие нормальное состояние ЦВР ЗД и сравнение с пациентами (таблица). Данные ЗД однонаправленно соотносились с результатами при использовании аналогичных проб ингаляций 5% концентраций CO_2 [5, 6].

Полученные данные свидетельствовали о нарушении ЦВР. У пациентов по сравнению со ЗД наблюдалось значимое снижение силы реакции, замедление скоростей ответа на предъявляемое раздражение в процессе восстановления при гипероксии. У пациентов не происходило

Таблица

Сравнение параметров ЦВР при проведении функциональных тестов у ЗД и пациентов

Параметры	Здоровые добровольцы		Пациенты	
	Гипероксический тест	Гиперкапнический тест	Гипероксический тест	Гиперкапнический тест
Коэффициент изменения скорости абсолютный	0,79±0,16	1,53±0,23	0,91±0,09*	1,43±0,33
Коэффициент изменения скорости относительный, %	-19,90±4,13	52,29±13,94	-16,52±2,30*	42,29±23,92
Тестовая скорость изменения ЛСК, см/с за 1 мин	8,99±1,61	19,71±5,42	6,24±1,12*	19,12±7,46
Индекс восстановления ЛСК	1,12±0,11	0,95±0,12	1,16±0,10	0,97±0,17
Скорость восстановления см/с за 1 мин	2,59±0,54	18,27±4,28	1,63±0,76*	18,84±5,28
Нормализованный к АД ауторегуляторный ответ, ед.	1,10-2,86	5,26-8,14	0,54-1,12*	8,56-9,03*

Примечание: ЛСК – линейная скорость кровотока, данные представлены как среднее±стандартное отклонение и 95% CI; * – $p<0,05$ при сравнении групп ЗД и пациентов; # – $p<0,01$.

значимого нарушения ответной реакции на гиперкапнию. В данном случае статистически значимые отличия получены только для 2 показателей: у пациентов была значительно ниже скорость восстановления до исходных значений и зависимый от колебания уровня АД коэффициент НАО по сравнению с группой ЗД. Как и ожидалось, этот коэффициент у гипертоников работает в результате значительного активного реагирования на гиперкапнию чрезмерным подъемом АД.

Подтверждением преимущества предлагаемого способа оценки ЦВР служат и клинические примеры обследования ЗД и пациента.

Пример 1. Доброволец С., 34 лет, неврологических жалоб не предъявлял. При ТКДС СМА были получены следующие результаты: пиковая систолическая скорость (Vps) кровотока 107,2 см/с, конечная диастолическая скорость кровотока (Ved) 54,3 см/с, средняя скорость кровотока за сердечный цикл (TAM) 72,9 см/с, что соответствовало норме, но не позволяло судить о состоянии компенсаторно-приспособительных механизмов (ЦВР), которые адаптируют сопротивление МА к меняющемуся перфузионному давлению, химизму крови и повышенной активности мозга, обеспечивая функциональную устойчивость системы мозгового кровообращения.

При исследовании ЦВР, согласно предлагаемому способу, были получены следующие результаты. Гипероксическая реакция: КИСабс. $O_2=0,81$; КИСотн. $O_2=-19\%$, ТСИ $O_2=5,2$ см/с за 1 мин, ИВС $O_2=1,2$; СВ $O_2=2,9$ см/с за 1 мин, НАО $O_2=1,12$ Ед. Гиперкапническая реакция: КИСабс. $CO_2=1,36$; КИСотн. $CO_2=46\%$, индекс ТСИ $CO_2=5,1$ см/с за 1 мин, ИВС $CO_2=0,98$; СВ $CO_2=12,49$ см/с за 1 мин НАО $CO_2=6,17$ ед.

Пример 2. Пациент К. с АГ 2-й степени, 36 лет, проходил клиническое обследование там же. Неврологических жалоб не предъявлял. При ТКДС СМА: Vps=103,0 см/с, Ved=33,1 см/с, TAM=55,9 см/с, что соответствовало норме. Компьютерная томография головного мозга не выявила органических изменений. С целью оценки ЦВР было проведено исследование согласно предлагаемому способу. Были получены следующие результаты: КИСабс. $O_2=0,96$, КИСотн. $O_2=-3,0\%$, ТСИ $O_2=4,1$ см/с за 1 мин, ИВС $O_2=0,76$, СВ $O_2=1,02$ см/с за 1 мин, НАО $O_2=2,24$ ед. КИСабс. $CO_2=1,12$, КИСотн. $CO_2=12\%$, индекс ТСИ $CO_2=5,1$ см/с за 1 мин, ИВС $CO_2=0,98$, СВ $CO_2=12,49$ см/с

за 1 мин, НАО $CO_2=1,24$ ед. Полученные данные соответствовали групповым показателям ЦВР ЗД и пациентов.

Выводы

Данное исследование, предлагающее оценку комплекса количественных показателей ЦВР, продемонстрировало как на клинических примерах, так и в группах сравнения ЗД и пациентов молодого возраста с АГ признаки формирования нарушений ЦВР в виде снижения ответных силы и скоростей реакций ответа, а также восстановления при гипероксическом тесте и нарушения процесса ауторегуляции в виде снижения скорости восстановления при гиперкапнии. Предлагаемый для исследований коэффициент НАО позволил выявить двунаправленные нарушения адаптивных возможностей артерий головного мозга.

Обсуждение

Термин ЦВР ранее рассматривался как количественный показатель, косвенно характеризующий способность МА к дополнительному изменению своего диаметра в ответ на действие раздражителей [6]. Ключевым моментом в данном определении ЦВР являлось достаточно узкое понимание процессов реактивности. По мнению ряда исследователей, понятие ЦВР следует рассматривать гораздо шире по нескольким причинам: прежде всего, в общем понимании процесса регуляции кровотока, который многокомпонентен и включает не только процесс ответной реакции на раздражитель, т.е. силу ответной реакции на предъявляемое раздражение, но и скорости ответных реакций и процессы их возврата к исходным значениям. И наше глубокое убеждение состоит в том, что реактивность – это сумма ответных реакций подвижных систем организма в виде непрерывных и взаимосвязанных процессов резерва (потенциальные возможности ответа на предъявляемое изменение условий функционирования системы) и ауторегуляции (способность к восстановлению прежнего состояния или генетически детерминированное поддержание гомеостаза). Такой многосторонний подход с анализом различных граней процесса реактивной способности сосудов позволяет выявить более тонкие нарушения на ранних стадиях формирования АГ, что и продемонстрировало данное исследование.

дование. При кажущемся внешнем благополучии показателей кровотока в покое совсем иную картину видит исследователь при тщательном изучении процессов, происходящих при нагрузке и в восстановительном периоде. Причем исследователи обращают внимание на то, что в данной группе пациентов с начальными формами АГ при уровне АД до 2-й степени мы наблюдали нарушение параметров резерва и ауторегуляции при создании гипероксических ситуаций. И лишь два параметра (скорость восстановления и НАО) были нарушены при гиперкапнии. Эти факты позволяют предположить, что генетически запрограммированная устойчивость головного мозга к гиперкапническим состояниям на начальных этапах развития АГ и у молодых пациентов сохраняется дольше, нежели механизмы регуляции кровотока при гипероксии, т.к. она опасна в меньшей степени. Тем не менее, отчетливо прослеживаются изменения ЦВР, особенно зависящие от реактивности системного кровотока, что удалось обнаружить только при применении НАО.

В работах E. Carrera et al. и L.K. Lee et al. (2009), как и в данном исследовании, не было получено различий исходных значений показателей кровотока СМА. Авторами было выдвинуто предположение о различии физиологических механизмов и необходимости дальнейших исследований для определения параметров, отражающих состояние церебрального резерва и/или процессы ауторегуляции, выбора самых рациональных показателей в прогностическом направлении и для лечения патологических состояний [4, 6, 11, 16]. Кроме того, в ряде работ было показано, что пациенты с начальными проявлениями ЦВР относятся к группе высокого риска развития ОНМК и хронических цереброваскулярных заболеваний [18]. Это повышает ценность и практическую значимость данного исследования, которое продемонстрировало, что комплексная оценка ЦВР на фоне 2 разнонаправленных тестов позволяет на ранней доклинической стадии выявить уязвимость циркуляторно-метаболического обеспечения деятельности головного мозга и свидетельствует о формировании 2 компонентных нарушений адаптивных процессов ЦВР; позволяет разработать и дать пациентам практические рекомендации для уменьшения риска развития нарушения цереброваскулярного кровообращения, например, исключить работу в экстремальных условиях (высокогорье, подводные работы и др.); избегать нахождения в помещениях с высокой загазованностью и повышенным содержанием CO₂ или, наоборот, в условиях усиленной оксигенации (лечение в барокамерах и др.) проводить нормализацию АД под контролем параметров ЦВР.

Литература

1. Лавров А.Ю., Яхно Н.Н., Бузиашвили Ю.И. и др. Характеристика артериальной и венозной церебральной гемодинамики на разных стадиях дисциркуляторной энцефалопатии // Журн. неврол. и психиатр. им. С.С. Корсакова. Инсульт (приложение). – 2005. – Вып. 15. – С. 4–12.
2. Белкин А.А., Алашеев А.М., Инюшкин С.Н. Транскраниальная доплерография в интенсивной терапии: метод, руководство для врачей. – Петрозаводск: ИнтелТек, 2006. – 106 с.
3. Гайдар Б.В., Парфенов В.Е., Свистов Д.В. и др. Определение

тактики хирургического лечения артериовенозных мальформаций головного мозга на основании данных минимального инвазивного диагностического комплекса // Повреждения мозга (минимально инвазивные способы диагностики и лечения): матер. междунар. симпозиума. – СПб., 1999. – С. 311–320.

4. Гераскина Л.А. Хронические цереброваскулярные заболевания при АГ: кровоснабжение мозга, центральная гемодинамика и функциональный сосудистый резерв: автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 2008. – 48 с.
5. Куликов В.П. Основы ультразвукового исследования сосудов. – М.: Видар, 2015. – 392 с.
6. Лелюк В.Г., Лелюк С.Э. Церебральное кровообращение и артериальное давление. – М.: Реальное время, 2004. – 304 с.
7. Лишманов Ю.Б., Завадовский К.В., Ефимова Н.Ю. и др. Возможности ядерной медицины в диагностике сердечно-сосудистых заболеваний // Сибирский медицинский журнал (Томск). – 2015. – Т. 30, № 2. – С. 21–28.
8. Молоков Д.Д. Роль реактивности сердечно-сосудистой системы в патогенезе, диагностике и лечении атеросклеротической дисциркуляторной энцефалопатии: автореф. дис. ... докт. мед. наук. – Иванов, 1995. – 29 с.
9. Рипп Е.Г., Рипп Т.М., Шипаков В.Е., Подоксенов Ю.К. и др. Патент на полезную модель РФ № 53881 от 10.06.2006. Устройство для оценки цереброваскулярного резерва // Изобретения, полезные модели, Бюллетень Роспатента. – 2006. – № 16.
10. Рипп Т.М., Рипп Е.Г., Мордовин В.Ф., Карпов Р.С. и др. Патент № 2351282 от 10/04/2009. Способ оценки ауторегуляции мозгового кровотока // Изобретения, полезные модели, Бюллетень Роспатента. – 2009. – № 10.
11. Рипп Т.М., Рипп Е.Г., Мордовин В.Ф., Подоксенов Ю.К. и др. Патент на изобретение РФ № 2351281 от 10.04.09. Способ оценки цереброваскулярной реактивности // Изобретения, полезные модели, Бюллетень Роспатента. – 2009. – № 10.
12. Borglykke A., Andreassen A.H., Jeppesen J. et al. On behalf of the MORGAM Project. Impact of Age on the Importance of Systolic and Diastolic Blood Pressures for Stroke Risk: The MONICA, Risk, Genetics, Archiving and Monograph (MORGAM) [Ibsen H., Jorgensen T.] // J. Hypertension. – 2012. – Vol. 60. – P. 1117–1123.
13. Brodie F.G., Panerai R.B., Foster S. et al. Long-term changes in dynamic cerebral autoregulation: a 10 years follow-up study // Clin. Physiol. Funct. Imaging. – 2009, Sep. – Vol. 29(5). – P. 366–371.
14. Goode S.D., Krishan S., Alexakis C. et al. Precision of cerebrovascular reactivity assessment with use of different quantification methods for hypercapnia functional MR imaging // Am. J. Neuroradiol. – 2009 May. – Vol. 30(5). – P. 972–977.
15. Mancia G., Fagard R., Narkiewicz K. et al. 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). Task Force Members // J. Hypertension. – 2013, Jul. – Vol. 31(7). – P. 1281–1357.
16. Nasr N., Traon A.P., Czosnyka M. et al. Cerebral autoregulation in patients with obstructive sleep apnea syndrome during wakefulness // Eur. J. Neurol. – 2009, Mar. – Vol. 16(3). – P. 386–391.
17. Park C.W., Sturzenegger M., Douville C.M. et al. Autoregulatory response and CO₂ reactivity of the basilar artery // Stroke. – 2003, Jan. – Vol. 34(1). – P. 34–39.
18. Sabayan B., van der Grond J., Westendorp R.G. et al. Total cerebral blood flow and mortality in old age 12-year follow-up study // Neurology. – 2013, Nov. 26. – Vol. 81(22). – P. 1922–1929.
19. Tzeng Y.C., MacRae B.A., Ainslie P.N. et al. Fundamental relationships between blood pressure and cerebral blood flow

in humans [Электронный ресурс] // J. Appl. Physiol. – 2014, Nov 1. – Vol. 117(9). – P. 1037–1048. – doi: 10.1152/japplphysiol.00366.2014.

Поступила 10.02.2016

Сведения об авторах

Рипп Татьяна Михайловна, канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения артериальных гипертензий НИИ кардиологии.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: ripp@cardio-tomsk.ru, rripp@mail.ru.

Мордовин Виктор Федорович, докт. мед. наук, профессор, руководитель отделения артериальных гипертензий НИИ кардиологии.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: mordovin@cardio-tomsk.ru.

Рипп Евгений Германович, канд. мед. наук, руководитель Центра мед. симуляции, аттестации и сертификации ГБОУ ВПО СибГМУ, главный анестезиолог ФГБУ СибФНКЦ ФМБА России.

Адрес: 634050, г. Томск, ул. Советская, 20.

E-mail: rripp@mail.ru.

Реброва Наталья Васильевна, канд. мед. наук, доцент кафедры терапии ГБОУ ВПО СибГМУ, научный сотрудник отделения артериальных гипертензий НИИ кардиологии.

Адреса: 634050, г. Томск, Московский тракт, 2.

634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: nvr@cardio-tomsk.ru.

Семке Галина Владимировна, докт. мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения артериальных гипертензий НИИ кардиологии.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: semke@cardio-tomsk.ru.

Пекарский Станислав Евгеньевич, канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения артериальных гипертензий НИИ кардиологии.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: pekarSKI@cardio-tomsk.ru.

Фальковская Алла Юрьевна, канд. мед. наук, научный сотрудник отделения артериальных гипертензий НИИ кардиологии.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: alla@cardio-tomsk.ru.

Ситкова Екатерина Сергеевна, научный сотрудник отделения артериальных гипертензий НИИ кардиологии.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: ripp@cardio-tomsk.ru или rripp@mail.ru.

Личикаки Валерия Анатольевна, научный сотрудник отделения артериальных гипертензий НИИ кардиологии.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: lichikaki@cardio-tomsk.ru.

Зюбанова Ирина Владимировна, аспирант отделения артериальных гипертензий НИИ кардиологии.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: ziv@cardio-tomsk.ru.

УДК 616.12-008.331.1:616.379-008.64

ВНУТРИПОЧЕЧНОЕ СОСУДИСТОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ У БОЛЬНЫХ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИЕЙ И САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ: СВЯЗЬ С УРОВНЕМ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ И ВЕЛИЧИНОЙ СКОРОСТИ КЛУБОЧКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

О.А. Журавлева, И.В. Винницкая, О.А. Кошельская

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научно-исследовательский институт кардиологии", Томск

E-mail: olgash.cardio@mail.ru

INTRARENAL VASCULAR RESISTANCE IN PATIENTS WITH ARTERIAL HYPERTENSION AND DIABETES MELLITUS: RELATION TO THE LEVEL OF ARTERIAL BLOOD PRESSURE AND VALUE OF GLOMERULAR FILTRATION RATE

O.A. Zhuravleva, I.V. Vinnitskaya, O.A. Koshelskaya

Federal State Budgetary Scientific Institution "Research Institute for Cardiology", Tomsk

Цель исследования: изучить взаимосвязи величины внутрипочечного сосудистого сопротивления (ВПСО) с клинико-лабораторными параметрами и уровнем артериального давления (АД) в зависимости от величины скорости клубочковой фильтрации (СКФ) у пациентов с артериальной гипертензией (АГ) и сахарным диабетом типа 2 (СД 2). Материал и методы. В исследование были включены 130 больных (40/90 м./ж.; 55,4±7,4 лет) с АГ и СД 2. У