

Статья поступила в редакцию 5.04.2017 г.

Задорожная М.П., Разумов В.В.

*Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей,
г. Новокузнецк*

К ВОПРОСУ О РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТИ СОСУДИСТОГО БАСЕЙНА КАК ПРИЗНАКА ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ

Патофизиологическая проблема изучения взаимодействия сердца и сосудов при гипертонической болезни сталкивается с проблемой выбора репрезентативных как сосудистого бассейна, так и его показателей. С этой целью проведено двустороннее дуплексное сканирование периферических сосудов разного калибра 154 пациентам (23 – группа контроля и 131 – лица с артериальной гипертонией) с изучением их структурных и функциональных параметров. Выявлено многоуровневое и неоднородное поражение сосудов при данной нозологии, диктующее при научных исследованиях необходимость оценки данного «органа-мишени» путем двустороннего исследования как можно большего количества сосудистых бассейнов. Ремоделирование периферических сосудов обнаружило склонность к асимметрии при артериальной гипертонии во всех изучаемых бассейнах в сравнении с группой контроля; первичность изменения функциональных характеристик в виде повышения скорости распространения пульсовой волны, снижения диаметрального расширения сосуда при возросшем напряжении сосудистой стенки и достоверное утолщение стенки артерий разного калибра при одностороннем увеличении диаметра крупных артерий.

Ключевые слова: гипертоническая болезнь; ремоделирование периферических сосудов; общая сонная артерия; бедренная артерия; большеберцовые артерии; плечевая артерия.

Zadorozhnaya M.P., Razumov V.V.

Novokuznetsk State Institute for Advanced Training, Novokuznetsk

TO THE QUESTION OF THE REPRESENTATION OF VASCULAR BASIN AS A SYMPTOM OF HYPERTENSION DISEASE

The pathophysiological problem of the study of the interaction of the heart and blood vessels in hypertensive disease is faced with the problem of choosing representative of both the vascular basin and its indices. For this purpose, a duplex duplex scanning of peripheral vessels of different calibers was performed in 154 patients (23 controls and 131 patients with arterial hypertension) with a study of their structural and functional parameters. A multilevel and heterogeneous vascular lesion was revealed at a given nosology, dictating, in scientific studies, the need to evaluate this «target organ» by bilateral research of as many vascular pools as possible. Remodeling of peripheral vessels revealed a tendency to asymmetry in arterial hypertension in all studied basins; The primary change in functional characteristics in the form of an increase in the speed of propagation of the pulse wave, a decrease in the diametrical expansion of the vessel with an increased vascular wall tension, and a reliable thickening of the artery wall of different caliber with a one-sided increase in the diameter of large arteries.

Key words: hypertension; remodeling of peripheral vessels; common carotid artery; femoral artery; tibial artery; brachial artery.

Кооперация сердечных и сосудистых компонентов в функционировании сердечно-сосудистой системы доказывается многолетним использованием (с 1974 г.) [1] в определении типов гемодинамики показателей, как периферического сосудистого сопротивления, так и параметров центральной гемодинамики, претерпевших некоторые изменения при стандартизации минутного объема кровообращения (МОК) [2-4]. Значимость сосудистого компонента в последние годы возросла в связи с изучением «феномена амплификации» пульсовой волны, выявившего модифицирующее влияние на него гетерогенности строения сосудистой стенки разных бассейнов на анатомическом и гистологическом уровне [5-8]. Как оказалось, «амплификация» пульсовой волны при гипертонической болезни (ГБ) возникает раньше, чем в норме, влияя на состояние центральной гемодинамики [9-11].

Можно предполагать, что при ГБ ремоделирование сосудистой системы, как неременная составляющая её генеза, прогрессирования и развития осложняющая её генеза, прогрессирования и развития одной сосудистой зоны, что стало очевидным при появившейся возможности ультразвукового метода исследования сосудов. При этом дуплексное сканирование (ДС) позволяет изучать сосуды разных калибров, вплоть до пальцевых артерий, оставляя вне зоны изучения лишь микроциркуляторное русло. Наиболее используемыми структурными показателями состояния артерий являются толщина стенки (ТС), в том числе и относительная; интимы-медиа (ТИМ); диаметры, масса артериальной стенки (АМ), а из функциональных – скорость распространения пульсовой волны (СРПВ), индекс жесткости (β), коэффициент диаметральной растяжимости (ДС) под растягивающим действием пульсового давления [14].

Таким образом, патофизиологическая проблема изучения взаимодействия сердца и сосудов при ГБ сталкивается с проблемой выбора «репрезентативных» как сосудистого бассейна, так и его показателей.

Действительно, ряд авторов, изучая ремоделирование и функциональные характеристики артерии

Корреспонденцию адресовать:

ЗАДОРОЖНАЯ Марина Петровна,
654079, г. Новокузнецк, пр. Metallurgov, д. 31, кв. 43.
Тел.: +7-923-507-85-88.
E-mail: 3mp@mail.ru

разных бассейнов при АГ {общей сонной артерии (ОСА) [15, 16]; либо ОСА, плечевой артерии (ПА) и лучевой артерии (ЛА) [17]; ОСА, общей бедренной артерии (ОБА) и поверхностной бедренной (ПБА) [18]; ОСА, ОБА и ПА [19]; ОСА, ОБА, ПА и ЛА [20]; ОСА, ОБА и подколенной артерии (ПКА) [21]}, использовали разный перечень показателей без обоснования выбранного бассейна, односторонности исследования, не всегда указывая выбранную сторону тела.

Venetos et al. [22] при двухстороннем исследовании ОСА, ПА и ПБА у 17 нормотензивных лиц не нашли достоверных различий в показателях между одноименными сосудами, что побудило их проводить исследование сосудов правой половины тела и экстраполировать результаты исследования небольшой группы здоровых лиц на контингент с АГ.

Ряд исследователей, придя к выводу о необходимости двухстороннего исследования одноименных сосудов и обнаружив при этом морфологические и функциональные различия в разных сосудистых бассейнах, предложили использовать новый показатель – васкулярный индекс «CARFEM». Общий индекс определяли как среднеарифметическое значение суммы четырех величин – ТИМ ОСА и ТС ПБА с обеих сторон, а правый и левый индексы «CARFEM» – как среднеарифметическое значение справа и слева [23].

Приведенные выше публикации свидетельствуют об отсутствии единого подхода к выбору сосудистого бассейна и его показателей для изучения закономерностей сердечно-сосудистой кооперации, как в норме, так и в патологии; а также многоуровневое и неоднородное поражение сосудов при АГ. Кроме того, существует разночтение понятий эластических и мышечных сосудов, сосудов крупного, среднего и мелкого калибров [21, 24-28].

Цель исследования – выбор наиболее информативных сосудистых бассейнов и их морфофункциональных показателей как предикторов гипертонической болезни.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Двухстороннее изучение структурной перестройки периферических сосудов проведено путем ДС периферических артерий разного калибра и разной локализации 154 пациентам (23 – группа контроля (ГК), 131 – лица с гипертонической болезнью (ГБ) I-III стадий) на УЗ-сканере «Medison 8000». Исследованы артерии крупного (ОСА у всех лиц, ОБА у 21 пациента ГК и 110 лиц с ГБ), малого (ЗББА у 21 и 105; ПББА – у 7 и 51, соответственно), а также среднего калибра – правой ПА (ГК – 21 пациент, АГ – 110 лиц).

В качестве структурных параметров изучались ТИМ, ТС в диастолу, субадвентициальный диаметр всех исследуемых сосудов в систолу (D_s) и диастолу (D_d), диаметр просвета сосуда ($D_{пр}$), относительная толщина стенки (RWT , рассчитываемая, как $2 \times TC / D_{пр}$), артериальная масса (AM , рассчитанная по формуле $AM = \rho \times L \times (\pi \times Re^2 - \pi \times Ri^2)$, где ρ – плотность артериальной стенки, L – референтная длина артериального сегмента, равная 1 см, Re – наружный радиус сосуда, Ri – внутренний радиус сосуда).

Кроме того, мы рассчитывали параметры, характеризующие функциональные свойства артериальной стенки: коэффициент диаметального расширения ($DC = ((2 \times (D_s - D_d) / D_d) \times 10^3) / (ПАД / 5,5187)$), индекс жесткости ($\beta = \ln (САД / ДАД) \times D_d / (D_s - D_d)$), циркуферентное напряжение ($ЦН = АДер / (ТС / D_{пр})$, мм рт. ст.), эластический модуль Петерсона ($E_p = ПАД \times (D_d / (D_s - D_d))$, мм рт. ст. на единицу относительной деформации), статический эластический модуль Юнга ($E_s = E_p \times D_d / (2 \times TC)$, мм рт. ст. на единицу относительной деформации), скорость распространения пульсовой волны ($PWV = E_p \times TC / (2 \times \rho \times R)$, где R – радиус сосуда) [24].

Статистический анализ. Проведен непараметрический анализ сравнения средних при помощи теста Манна-Уитни; корреляционный анализ; дискриминантный анализ предикторности структурно-функциональных сосудистых параметров у лиц с ГБ. За достоверное значение коэффициента результативности (КФР) принимали значение, превышающее 75 %, при $p < 0,05$. Данные представлены в виде $M \pm \delta$, где δ – ошибка среднего. Статистическая обработка результатов проводилась программой SPSS, Versia 19 (лицензия №20101223-1).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе исследования мы исключили влияние на сосудистые показатели конституциональных факторов, как в группе контроля, так и у лиц с ГБ: рост, вес, пол, ИМТ и возраст, поскольку КФР = 71 %.

На втором этапе – корреляционным анализом оценили симметричность строения одноименных сосудов (справа и слева) у лиц ГК и ГБ, обнаружившим большую её выраженность между диаметрами на всех уровнях, а также ТИМ в ОСА и ПББА в группе контроля, нежели в группе ГБ, что указывало на большую симметричность строения периферических сосудов у здоровых лиц и склонность к асимметрии при ГБ (табл. 1).

Непараметрическим анализом выявлены достоверные различия по структурным (абсолютной и относительной ТС, ТИМ, АМ) и функциональным (DC,

Сведения об авторах:

ЗАДОРЖНАЯ Марина Петровна, канд. мед. наук, доцент, кафедра функциональной диагностики, НГИУВ – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: zmp@mail.ru

РАЗУМОВ Владимир Валентинович, профессор, доктор мед. наук, зав. кафедрой профпатологии, НГИУВ – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: razumov2@rambler.ru

Таблица 1
Достоверные значения коэффициента корреляции (r) ТИМ и диаметров сосудов справа и слева
Table 1
Reliable values of correlation coefficient (r) of TIM and vessel diameters on the right and left

Показатель	ОСА		ОБА		ЗББА		ПББА	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Группа контроля								
ТИМ	0,797	0,0001	0,642	0,0001	0,393	0,078	0,778	0,039
Ds	0,844	0,0001	0,891	0,0001	0,95	0,0001	0,903	0,005
Dd	0,829	0,0001	0,812	0,0001	0,906	0,0001	0,923	0,002
Dпр	0,84	0,0001	0,79	0,0001	0,824	0,0001	0,956	0,001
Группа лиц с гипертонической болезнью								
ТИМ	0,783	0,0001	0,72	0,0001	0,515	0,0001	0,556	0,0001
Ds	0,84	0,0001	0,594	0,0001	0,827	0,0001	0,411	0,003
Dd	0,818	0,0001	0,778	0,0001	0,794	0,0001	0,45	0,001
Dпр	0,728	0,0001	0,772	0,0001	0,653	0,0001	0,365	0,008

Примечание: ОСА - общие сонные артерии; ОБА - общие бедренные артерии; ЗББА - задние большеберцовые артерии; ПББА - передние большеберцовые артерии; ТИМ - толщина интимы-медиа; Ds - диаметр в систолу; Dd - диаметр в диастолу; Dпр - диаметр просвета; r - коэффициент корреляции; p - уровень значимости.

β, PWC) признакам между здоровыми и больными в каждом изучаемом бассейне с обеих сторон ($p < 0,05$), в большей степени по крупным периферическим сосудам, ЗББА и ПА, в меньшей – по ПББА.

Поиск наиболее адекватного показателя, или их набора, характеризующих поражение сосудов как единого «органа-мишени» при ГБ, осуществлен дискриминантным анализом предикторности структурных и функциональных параметров по каждому изучаемому сосудистому бассейну, отдельно справа и слева, а также при их сочетании с обеих сторон одного бассейна и разных бассейнов. Полученные значения КФР представлены в таблице 2.

Выявлено достоверное различие структурных параметров крупных артерий (ОСА и ОБА) и ЗББА между анализируемыми группами, в отсутствие такового по ПА и ПББА, что частично согласуется с данными других авторов [19-22]. Так, Venetos A. et al., Boutouyrie P. et al. указывают на большую жесткость сонных артерий, чем бедренных или лучевых у пожилых людей с АГ или сахарным диабетом. Возможно, полученные нами данные обусловлены более сильным механическим воздействием пульсовой волны на стенки ОСА из-за близости к аорте, а ОБА и ЗББА – большим объемом зоны кровоснабжения в сравнении с ПА и ПББА.

Таблица 2
Достоверные значения КФР (%) предикторности структурных параметров и функциональных характеристик между ГК и ГГБ (p = 0,0001)
Table 2
Reliable values of KFR (%) predictor of structural parameters and functional characteristics between HA and GHB (p = 0,0001)

Сосуд	Структурные показатели			Функциональные характеристики		
	D	S	D+S	D	S	D+S
ОСА	82,5	76,6	81,2	87	90,3	87
ОБА	81,7	87	84	84	89,3	92,4
ЗББА	81,7	79,4	86,5	81	74,6	80,2
ПББА	-	-	-	87,9	84,5	93,1
ПА	-	-	-	84,7	-	-
ОСА+ОБА	82,4	84,7	87	89,3	90,1	90,8
ЗББА+ПББА	75,4	91,4	91,4	72,2	89,7	91,8
Все сосуды	81	100	100	94,8	90,8	100

Примечание: D - справа; S - слева; D+S - с обеих сторон; ОСА - общие сонные артерии; ОБА - общие бедренные артерии; ЗББА - задние большеберцовые артерии; ПББА - передние большеберцовые артерии; ПА - плечевая артерия справа; ОСА+ОБА - общая сонная и общая бедренная артерии; ЗББА+ПББА - задняя и передняя большеберцовые артерии.

Information about authors:

ZADOROZHNYAYA Marina Petrovna, candidate of medical sciences, docent, department of functional diagnostics, Novokuznetsk State Institute for Advanced Training of Physicians, Novokuznetsk, Russia. E-mail: 3mp@mail.ru

RAZUMOV Vladimir Valentinovich, doctor of medical sciences, professor, head of department of pathology, Novokuznetsk State Institute for Advanced Training of Physicians, Novokuznetsk, Russia. E-mail: razumov2@rambler.ru

Таблица 3
Достоверные значения коэффициента результативности (%)
при сочетании в качестве независимых переменных сосудистых показателей
справа и слева, и использовании их среднеарифметических значений

Table 3
Reliable values of the coefficient of effectiveness (%) when combined as independent
variables of vascular indicators on the right and left, and using their arithmetic mean values

Сосуд	Структурные показатели		Функциональные характеристики		Структурные и функциональные показатели	
	D+S	(D+S)/2	D+S	(D+S)/2	D+S	(D+S)/2
ОСА	81,2	78,6	85,7	85,1	91,6	90,9
ОБА	84	84	84	80,2	95,4	91,6
ЗББА	86,5	86,5	80,2	83,3	84,1	88,9
ПББА	-	-	87,9	81	93,1	94,8
ОСА+ОБА	87	86,3	84	89,3	92,4	91,7
ЗББА+ПББА	91,4	89,7	72,2	70,6	98,3	73,8
ОСА+ОБА+ЗББА	90,5	90,5	84,1	82,5	91,3	92,9
ОСА+ОБА+ЗББА+ПББА	100	87,3	96,6	91,4	100	98,3

Примечание: D+S - в качестве независимых переменных использовались показатели справа и слева; (D+S)/2 - независимые переменные - среднеарифметические значения показателей справа и слева соответствующего бассейна; ОСА - общие сонные артерии; ОБА - общие бедренные артерии; ЗББА - задние большеберцовые артерии; ПББА - передние большеберцовые артерии; ПА - плечевая артерия справа; ОСА+ОБА - общая сонная и общая бедренная артерии; ЗББА+ПББА - задняя и передняя большеберцовые артерии; ОСА+ОБА+ЗББА - общая сонная, общая бедренная, задняя большеберцовая артерии; ОСА+ОБА+ЗББА+ПББА - общая сонная, общая бедренная, задняя и передняя большеберцовые артерии.

Мы не нашли работ, которые в качестве независимых переменных одновременно изучали бы показатели разных сосудистых бассейнов, но ряд исследователей, убедившись в асимметрии структурных характеристик одного бассейна [18], а тем более разных бассейнов [23], использовали среднеарифметические показатели. Поэтому, мы провели анализ при объединении структурных характеристик сосудов одного бассейна с двух сторон, что дало прирост КФР по ЗББА и усреднило его по крупным артериям.

Объединение этих же параметров сосудов схожего калибра усилило различия между сравниваемыми группами, как при одностороннем, так и при двустороннем объединении для крупных артерий (ОСА и ОБА). Для мелких артерий (ЗББА и ПББА) аналогичный анализ показал прирост КФР слева и с двух сторон.

Изменения функциональных характеристик в этих же группах оказались более выраженными, чем структурных во всех исследуемых бассейнах, даже там, где отсутствовала структурная перестройка (ПББА и правая ПА), что указывает на первичность и преобладание функциональных расстройств сосудистой стенки над их структурной перестройкой, время возникновения которого у пациентов ГБ требует дальнейшего изучения.

Объединение изучаемых функциональных показателей с двух сторон одного бассейна повысило предикторность со стороны ОБА и берцовых артерий, а разных бассейнов — и для крупных, и для мелких артерий.

Объединение параметров сосудов всех изучаемых калибров с обеих сторон повысило КФР до 100 %, как по структурным, так и по функциональным характеристикам. Учитывая выявленные различия па-

раметров сосудов разной локализации, разных сторон, между контролем и больными предпочтительно проведение, как двустороннего, так и разноуровневого ДС периферических сосудов.

Использование среднеарифметических значений между правой и левой сторонами одного бассейна показывает больший КФР только по функциональным характеристикам сосудистой стенки для ЗББА и объединения крупных артерий (ОСА и ОБА), не имея преимуществ по структурным параметрам ни в одном из изучаемых сосудов (табл. 3). Наиболее демонстративно это видно при слиянии морфометрических и функциональных показателей.

Этот же дискриминантный анализ позволил выявить и оценить значения изучаемых сосудистых маркеров ГБ (табл. 4).

У лиц с ГБ выявлено достоверное преобладание в крупных сосудах (ОСА и ОБА), как ТИМ, абсолютной и относительной ТС, так и их диаметров; в ЗББА же при данном заболевании достоверно повышены только характеристики толщины стенки (ТИМ и АМ). При ГБ оказалась выше жесткость стенки артерий ног (ОБА и ЗББА), патологически увеличенная PWV во всех бассейнах, кроме ПББА, на фоне закономерного снижения ДС и возросшего напряжения на стенку сосудов всех калибров, в том числе и ПББА. Таким образом, ГБ сопряжена с утолщением сосудистой стенки артерий разных калибров и расширением диаметра лишь крупных артерий, и то односторонним. Диффузное утолщение сосудистой стенки исследуемых артерий при дилатации артерий крупного калибра, возможно, обусловлено исходно большей представленностью мышечных элементов относительно просвета сосуда в более мелких периферических артериях.

Таблица 4
Значения достоверно различных структурно-функциональных параметров периферических сосудов в группах контроля и ГБ

Table 4
Values of significantly different structural and functional parameters of peripheral vessels in control groups and GHV

Показатель	ГК (М ± δ)	ГБ (М ± δ)
Структурные показатели		
ТИМоса справа, см	0,61 ± 0,2	0,86 ± 0,17
RWTоса справа	0,4 ± 0,08	0,49 ± 0,09
Dd оса справа, см	6,67 ± 0,83	7,2 ± 1,04
ТИМоса слева, см	0,62 ± 0,12	0,86 ± 0,17
ТСоса слева, см	1,05 ± 0,17	1,35 ± 0,21
ТИМоба справа, см	0,67 ± 0,07	0,91 ± 0,16
RWTоба справа	0,33 ± 0,05	0,43 ± 0,09
ТИМоба слева, см	0,62 ± 0,06	0,93 ± 0,19
Ds оба справа, см	9,02 ± 1,18	9,16 ± 1,27
ТСоба слева, см	1,11 ± 0,08	1,48 ± 0,23
ТИМзбба справа, см	0,25 ± 0,05	0,44 ± 0,12
АМзбба справа, гр	0,04 ± 0,02	0,06 ± 0,03
ТИМзбба слева, см	0,29 ± 0,05	0,45 ± 0,1
Функциональные характеристики		
ДСоса справа	26,52 ± 9,84	16,84 ± 8,42
ЦНоса справа	466,99 ± 108,42	484,8 ± 111,03
Er оса слева	681,07 ± 276,05	1193,86 ± 729,03
Es оса слева	1937,34 ± 921,8	3199,54 ± 2125,03
ЦНоса слева	439,45 ± 91,55	464,64 ± 105,03
PWVоса слева, см/сек	9,36 ± 1,92	13,03 ± 3,7
ЦНоба справа	542,45 ± 95,14	546,45 ± 124,08
PWVоба справа	8,13 ± 1,6	12,84 ± 4,06
βоба справа, мм рт. ст.	6,31 ± 3,21	10,77 ± 6,61
Er оба справа	1067 ± 250,01	1318,63 ± 826,63
Es оба справа	2249,49 ± 968,05	3980,5 ± 2599,8
ДСоба слева	25,45 ± 10,61	15,35 ± 7,77
βзбба справа, мм рт. ст.	4,54 ± 2,18	8,53 ± 5,3
PWVзбба справа, см/сек	9,13 ± 1,49	14,79 ± 4,34
PWVзбба слева, см/сек	9,51 ± 1,49	14,4 ± 4,01
PWVпа, см/сек	10,69 ± 2,24	13,95 ± 4,23
ЦНпа	373,22 ± 70,9	513,66 ± 136,56
ДСпбба справа	43,48 ± 42,83	15,47 ± 10,24
ДСпбба слева	30,46 ± 20,57	18,84 ± 13,27
ЦНпбба слева	246,36 ± 35,16	233,16 ± 73,21

Примечание: $p < 0,0001$; ТИМоса, ТИМоба, ТИМзбба - толщина интимы-медиа общей сонной, общей бедренной, задней большеберцовой артерий, соответственно; ТСоса, ТСоба - толщина стенки ОСА и ОБА; Dd - диаметр в диастолу; Ds - диаметр в систолу; RWTоса, оба - относительная толщина стенки ОСА и ОБА; АМ - масса артериальной стенки; ДСоса, оба, пбба - коэффициент диаметра расширения ОСА, ОБА и ПББА соответственно; ЦНоса, оба, па, пбба - циркуферентное напряжение ОСА, ОБА, ПА и ПББА, соответственно; Er оса, оба - эластический модуль Петерсона ОСА и ОБА соответственно; Es оса, оба - статический эластический модуль Юнга ОСА и ОБА; PWVоса, оба, збба - скорость распространения пульсовой волны ОСА, ОБА и ЗББА; βоба, збба - индекс жесткости ОБА и ЗББА

ВЫВОДЫ:

1. Бульшая выраженность коэффициента корреляции между морфометрическими показателями сосудов одного бассейна справа и слева в группе контроля указывает на склонность ремоделирования при ГБ к асимметрии, возможно обусловленную как разным строением, так и неодинаковыми условиями гемодинамической нагрузки в различных сосудистых бассейнах.
2. Выявлено достоверное различие структурных и функциональных параметров сосудов разных калибров между группой контроля и лицами с ГБ, причем развитие функциональных изменений опережало структурные и обнаружено даже в отсутствие последних в ПББА и ПА.
3. Объединение параметров, как структурных, так и функциональных справа и слева одного бассейна, либо разных бассейнов, не снижает, а чаще повышает КФР, достигая 100 % при суммации параметров всех изучаемых бассейнов с двух сторон. Одномоментный анализ структурных и функциональных параметров, как одного бассейна, так и их совокупностей, проявляет ещё большую предикторность в отношении ГБ.
4. Использование среднеарифметических показателей между правой и левой сторонами не обнаруживает преимуществ перед одномоментным включением в независимые переменные изучаемых параметров обеих сторон одного бассейна.
5. Поиск наиболее информативного сосудистого бассейна и интегрального структурно-функционального параметра при ГБ выявил многоуровневое и неоднородное поражение сосудистой системы при данной нозологии, что диктует необходимость при научных изысканиях оценки данного «органа-мишени» путем двустороннего исследования как можно большего количества сосудистых бассейнов.
6. Обнаружено, что при ГБ выявлено достоверное утолщение сосудистой стенки разных бассейнов (и крупного и мелкого калибра, кроме ПББА), а расширение диаметра — прерогатива крупных артерий (ОСА и ОБА), и то одностороннее. Утолщение сосудистой стенки ассоциировано с повышением PWV, снижением диаметра расширения и возрастанием напряжения.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Savitsky NN. Biophysical basis of blood circulation and clinical methods of studying hemodynamics. М.: Medicine, 1974. 307 p. Russian (Савицкий Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. М.: Медицина, 1974. 307 с.)
2. Vinogradova TS. Instrumental methods of studying the cardiovascular system (Handbook). М.: Medicine, 1986. 416 p. Russian (Виноградова Т.С. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы (Справочник). М.: Медицина, 1986. 416 с.)
3. Teregulov YuE. To the method of determining the types of central hemodynamics in clinical practice. *Practical medicine*. 2011; 52: 138-

140. Russian (Терегулов Ю.Э. К методике определения типов центральной гемодинамики в клинической практике //Практическая медицина. 2011. № 52. С. 138-140.)
4. Antonov AA. Hemodynamics in hypertensive disease. *Polyclinic*. 2012; 3: 40-45. Russian (Антонов А.А. Гемодинамика при гипертонической болезни. Поликлиника. 2012. № 3. С. 40-45.)
5. Wilkinson IB, Franklin SS, Hall IR et al. Pressure amplification explains why pulse pressure is unrelated to risk in young subjects. *Hypertension*. 2001; 38(6): 1461-1466.
6. Nichols WW, O'Rourke MF. McDonald's blood flow in arteries. Theoretical, Experimental and Clinical Principles. 5th ed. Oxford University Press, 2005. P. 624.
7. O'Rourke MF. Arterial Function in Health and Disease. Edinburgh: Churchill, 1982.
8. Laurent S, Beaussier H, Collin C, Boutouyrie P. Large artery damage in hypertension. *Arterial Hypertension*. 2010; 16(2): 115-125. Russian (Laurent S., Beaussier H., Collin C., Boutouyrie P. Повреждение крупных артерий при гипертонии //Артериальная гипертензия. 2010. Т. 16, № 2. С. 115-125.)
9. StruijkerBoudier HA, Cohuet GM, Baumann M, Safar ME. The heart, macrocirculation and microcirculation in hypertension: a unifying hypothesis. *J. Hypertens. Suppl*. 2003; 2: S19-S23.
10. Laurent S, Cockcroft J, Van Bortel L et al. On behalf of the European Network for Non-invasive Investigation of Large Arteries. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications. *Eur. Heart J*. 2006; 27: 2588-2605.
11. Kobalava ZhD, Kotovskaya YuV, Kobzev RYu. Characteristics of the central pulse wave in young men with different phenotypes of blood pressure. *Cardiology*. 2010; 2: 36-40. Russian (Кобалава Ж.Д., Котовская Ю.В., Кобзев Р.Ю. Характеристики центральной пульсовой волны у молодых мужчин с разными фенотипами артериального давления //Кардиология. 2010. № 2. С. 36-40.)
12. Gurgenyanyan SV, Vatinyan SKh. Multifactorial genesis of left ventricular remodeling with essential arterial hypertension. *Cardiology*. 2013; 5: 38-42. Russian (Гургенян С.В., Ватинян С.Х. Многофакторный генез ремоделирования левого желудочка при эссенциальной артериальной гипертензии //Кардиология. 2013. № 5. С. 38-42.)
13. Mulvani MZh. Peripheral vascular system with essential hypertension. Medication of Pharmaceutical Group Servier: cardiovascular remodeling. M., 1997. P. 11-15. Russian (Мулвани М.Ж. Периферическая сосудистая система при эссенциальной гипертензии. Медикография фармацевтической группы Сервье: сердечно-сосудистое ремоделирование. М., 1997. С. 11-15.)
14. Dotsenko NY, Dotsenko SY, Porada LV. Technical possibilities of studying the elastic-elastic properties of vessels. *Arterial hypertension*. 2011; 2(16): 69-73. Russian (Доценко Н.Я., Доценко С.Я., Порада Л.В. и др. Технические возможности исследования упругоэластических свойств сосудов //Артериальная гипертензия. 2011. Т. 16, № 2. С. 69-73.)
15. Grechishkina OA, Melnikova LV, Bartosh LF. Remodeling of common carotid arteries with arterial hypertension of 1-2 degrees, depending on the type of central hemodynamics. *Practical medicine*. 2013; 13(3): 97-101. Russian (Гречишкина О.А., Мельникова Л.В., Бартош Л.Ф. Ремоделирование общих сонных артерий при артериальной гипертензии 1-2 степени в зависимости от типа центральной гемодинамики //Практическая медицина. 2013. Т. 13, № 3. С. 97-101.)
16. Jaroach J, Rzyczkowska B, Bociaga Z et al. Relationship of carotid arterial functional and structural changes to left atrial volume in untreated hypertension. *Acta Cardiol*. 2016; 71(2): 227-233. doi: 10.2143/AC.71.2.3141854.
17. Lyamina NP, Broyaka NA, Lyamina SV et al. The state of the vascular link in arterial hypertension at a young age. *Bulletin of the Volgograd State Medical University*. 2008; 4(28): 44-47. Russian (Лямина Н.П., Брояка Н.А., Лямина С.В. и др. Состояние сосудистого звена при артериальной гипертензии в молодом возрасте //Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2008. Т. 28, № 4. С. 44-47.)
18. Denisenko MN, Genkel VV, Shaposhnik II. Features of peripheral vascular lesions in patients with essential hypertension. *Therapeutics*. 2016; 2: 33-37. Russian (Денисенко М.Н., Генкель В.В., Шапошник И.И. Особенности поражения периферических сосудов у пациентов с гипертонической болезнью //Лечебное дело. 2016. № 2. С. 33-37.)
19. Molchanova NN, Zagretidinov IA, Teregulova AG, Mingazetdinova LN, Mutalova EG, Novikova LB. Remodeling of peripheral arteries as a predictor of endothelial dysfunction in arterial hypertension and abdominal obesity. *Russian Cardiology Journal*. 2010; 81(1): 13-17. Russian (Молчанова Н.Н., Заргетдинов И.А., Терегулова А.Г., Мингазетдинова Л.Н., Муталова Э.Г., Новикова Л.Б. Ремоделирование периферических артерий как предиктор эндотелиальной дисфункции при артериальной гипертензии и абдоминальном ожирении //Российский кардиологический журнал. 2010. Т. 81, № 1. С. 13-17.)
20. Boutouyrie P, Laurent S, Benetos A et al. Opposite effects of ageing on distal and proximal large arteries in hypertensives. *J. Hypertens*. 1992; 10(Suppl 6): S87-S92.
21. Kafetzakis A, Kochiadakis G, Laliotis A, Peteinarakis I, Touloupakis E, Igoumenidis N, Katsamouris A. Association of subclinical wall changes of carotid, femoral, and popliteal arteries with obstructive coronary artery disease in patients undergoing coronary angiography. *Chest*. 2005; 128(4): 2538-2543.
22. Benetos A, Laurent S, Hoeks AP et al. Arterial alterations with ageing and high blood pressure. A noninvasive study of carotid and femoral arteries. *Arterioscler. Thromb*. 1993; 13(1): 90-97.
23. Claessens P, Claessens C, Claessens M, Claessens M, Claessens J. The 'CARFEM' vascular index as a predictor of coronary atherosclerosis. *Med. Sci. Monit*. 2002; 8(1): MT1-9.
24. Agafonov AV. Clinical and structural and functional features of the condition of the heart and vessels of the elastic and muscular types, their prognostic significance in patients with arterial hypertension of older age groups: author's abstract: Abstr. of diss. ... the doctor of medical sciences. Perm, 2007. 47 p. Russian (Агафонов А.В. Клинические и структурно-функциональные особенности состояния сердца и сосудов эластического и мышечного типов, их прогностическая значимость у больных артериальной гипертензией старших возрастных возрастов: автореф. дис. ... докт. мед. наук. Пермь, 2007. 47 с.)
25. Agafonov AV, Bochkova UV, Lykova DA et al. Evaluation of vascular remodeling in the elderly with different types of arterial hypertension. *Perm Medical Journal*. 2003; 20: 20-23. Russian (Агафонов А.В., Бочкова Ю.В., Лыкова Д.А. и др. Оценка сосудистого ремоделирования у пожилых с разными типами артериальной гипертензии //Пермский медицинский журнал. 2003. Т. 20. С. 20-23.)

26. Milyagin VA, Makarova IV, Milyagina IV, Leksina UN. The cardiovascular vascular index is a new criterion for the rigidity of arterial vessels. *Vestnik of the St. Petersburg State Medical Academy II Mechnikov*. 2007; 2: 113. Russian (Милягин В.А., Макарова И.В., Милягина И.В., Лексина Ю.Н. Сердечно-сосудистый индекс – новый критерий жесткости артериальных сосудов //Вестник Санкт-Петербургской государственной медицинской академии им. И.И. Мечникова. 2007. № 2. С. 113.)
27. Shlyakhto EM, Moiseeva OM. Vessel remodeling and apoptosis reaction in arterial hypertension. *Arterial hypertension*. 2008. P. 12. Russian (Шляхто Е.М., Моисеева О.М. Ремоделирование сосудов и реакция апоптоза при артериальной гипертензии. Артериальная гипертензия. 2008. С. 12.)
28. Shlyakhto EV, Konradi AO, Moiseeva OM. Molecular and cellular aspects of cardiac and vascular remodeling in hypertensive disease (review). *Therapeutic archive*. 2004; 76(6): 51-58. Russian (Шляхто Е.В., Конради А.О., Моисеева О.М. Молекулярно-генетические и клеточные аспекты ремоделирования сердца и сосудов при гипертонической болезни (обзор). Терапевтический архив. 2004. Т. 76, № 6. С. 51-58.)

