

О «РЕПРЕЗЕНТАТИВНОМ» СОСУДЕ ИЛИ СОСУДИСТОМ БАССЕЙНЕ ПРИ ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ

Задорожная М.П.¹, Разумов В.В.¹

¹Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новокузнецк, e-mail: postmaster@ngiuv.ru

Проблема изучения ремоделирования сосудов при гипертонической болезни сталкивается с выбором репрезентативных сосудистых бассейнов и наиболее объективных показателей структурного и функционального состояния сосудов. Изучение структурных и функциональных параметров периферических сосудов разного калибра методом двустороннего дуплексного сканирования, выполненное у 154 человек (23 – группа контроля и 131 – лица с гипертонической болезнью), выявило многоуровневое и неоднородное поражение сосудов при гипертонической болезни. Данный факт диктует необходимость проведения с научной целью оценки сосудистой системы как «органа-мишени» путём двустороннего исследования как можно большего количества сосудистых бассейнов. Ремоделирование периферических сосудов обнаружило при артериальной гипертонии склонность к асимметрии 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, а также 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.

ABOUT "REPRESENTATIVE" VESSEL OR VASCULAR BASIN WITH HYPERTENSION DISEASE

Zadorozhnaya M.P.¹, Razumov V.V.¹

¹Novokuznetsk State Institute of Advanced Medical Education - a branch of the federal state budgetary educational institution of supplementary professional education "Russian Medical Academy of Continuing Professional Education" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Novokuznetsk, e-mail: postmaster@ngiuv.ru

The problem of studying vascular remodeling in hypertensive disease is confronted with the choice of representative vascular pools and the most objective indicators of the structural and functional state of the vessels. The study of structural and functional parameters of peripheral vessels of different caliber by the method of bilateral duplex scanning, performed in 154 patients (23 - control group and 131 - persons with hypertensive disease), revealed multilevel and inhomogeneous damage of blood vessels in hypertensive disease. This fact dictates the need to conduct a scientific assessment of the vascular system as a "target organ" through a two-way study of as many vascular pools as possible. Remodeling of peripheral vessels revealed an inclination to asymmetry in arterial hypertension in all studied basins in comparison with the control group; 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 also a reliable thickening of the artery wall of different caliber with a one-sided increase in the diameter of large arteries.

Keywords: hypertension, remodeling of peripheral vessels, common carotid artery, femoral artery, tibial artery, brachial artery.

Возможность осуществления функции кровообращения кооперацией деятельности двух органов – сердца и сосудов – объясняет объединение их с незапамятных времен в единую сердечно-сосудистую систему. Интегральная характеристика степени участия сердечного и сосудистого компонентов в величине артериального давления (АД) крови и типов гемодинамики [1], предложенная в 1974 г., таковой и осталась, несмотря на уже многолетние определения функциональных и морфологических параметров гемодинамики

ультразвуковым исследованием (УЗИ). Была предложена лишь стандартизация минутного объема крови [2], а составляющие сосудистого компонента были дополнены феноменом амплификации пульсовой волны [3], связанным с морфологической гетерогенностью сосудистых бассейнов, модифицирующейся, естественно, в условиях патологии. При гипертонической болезни (ГБ) этот феномен негативно сказывается на показателях центральной гемодинамики, а природа его возникновения не позволяет считать ремоделирование сосудистой стенки при ГБ прерогативной какой-то одной сосудистой зоны [4; 5].

В то же время клиническая литература наводнена публикациями об ассоциациях показателей центральной гемодинамики с фрагментарными морфологическими или функциональными показателями периферической гемодинамики того или иного бассейна, в которых отсутствует аргументация выбора исследуемого бассейна, не объясняется, чем была определена односторонность или двусторонность исследования его сосудов, почему при одностороннем исследовании авторы отдали предпочтение одной из сторон. К примеру, изучая ремоделирование артерий разных бассейнов при ГБ – общей сонной артерии (ОСА) [6; 7]; ОСА, плечевой артерии (ПА) и лучевой артерии (ЛА) [8]; ОСА, общей бедренной артерии (ОБА) и поверхностной бедренной (ПБА) [9]; ОСА, ОБА, ПА и ЛА [10]; ОСА, ОБА и подколенной артерии (ПКА) [11], исследователи использовали различные показатели без обоснования выбора изучаемого бассейна, односторонности исследования, не всегда указывая даже выбранную сторону тела.

Проведя двухстороннее исследование одноименных сосудов и обнаружив морфологические и функциональные различия в разных сосудистых бассейнах [12], предложили использовать васкулярный индекс CARFEM, определяемый как среднеарифметическое значение суммы четырех величин – толщины интимы-медиа (ТИМ) ОСА и толщины стенки (ТС) ПБА с обеих сторон или двух – для правой и левой стороны соответственно. Кроме того, существует различие понятий эластических и мышечных сосудов, сосудов крупного, среднего и мелкого калибров [11; 13-16].

Приведенные публикации, указывая на многоуровневое и неоднородное поражение сосудов при ГБ, свидетельствуют об отсутствии единого подхода к выбору сосудистого бассейна и показателей оценки его состояния для изучения закономерностей сердечно-сосудистой кооперации как в норме, так и в патологии.

Цель исследования: обосновать выбор приоритетных сосудистых бассейнов, а также ультразвуковых показателей, отражающих морфологическое и функциональное состояние их сосудов, при обследовании пациентов с гипертонической болезнью.

Материал и методы. Проведено дуплексное сканирование (ДС) периферических артерий разного калибра и разной локализации с обеих сторон у 154 человек в возрасте от 21 до 75 лет (в среднем $51,82 \pm 10,01$): 23 – контрольная группа (КГ), представленная практически здоровыми лицами в возрасте 34-70 лет (в среднем $47 \pm 8,41$), и 131 – лица с гипертонической болезнью (ГБ) I-III стадий в возрасте 21-75 лет (в среднем $52,65 \pm 10,07$) на УЗ-сканере «Medison 8000». Исследованы артерии крупного (ОСА – все лица КГ и пациенты с ГБ; ОБА – 21 лицо КГ и 110 пациентов с ГБ); малого (задняя большеберцовая артерия (ЗББА) – 21 и 105; передняя большеберцовая (ПББА) – 7 и 51 соответственно), а также среднего калибра (правой ПА – 21 лицо КГ и 110 пациентов с АГ).

Из структурных показателей состояния артерий определяли толщину стенки (ТС) артерии, в том числе и относительную, ТИМ, диаметры артерий, массу артериальной стенки (АМ) рассчитывали 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, были рассчитаны параметры, характеризующие функциональные свойства артериальной стенки: коэффициент диаметрального расширения ($DC = ((2 \times (Ds - Dd) / Dd) \times 10^3) / (ПАД / 5,5187)$), индекс жесткости ($\beta = \ln (САД / ДАД) \times Dd / (Ds - Dd)$), циркуферентное напряжение ($ЦН = АДср / (ТС / Dпр)$, мм рт.ст.), эластический модуль Петерсона ($Ер = ПАД \times (Dd / (Ds - Dd))$ мм рт.ст. на единицу относительной деформации), статический эластический модуль Юнга ($Es = Ер \times Dd / (2 \times ТС)$, мм рт. ст. на единицу относительной деформации), скорость распространения пульсовой волны ($PWV = \sqrt{Ер \times ТС \times / (2 \times \rho \times R)}$, где R – радиус сосуда) [12; 13].

Статистический анализ. Нормальность распределения изучаемых показателей оценивали по критерию Колмогорова-Смирнова. Большая часть параметров не имела нормального распределения, и достоверность их различий между лицами КГ и пациентами с ГБ определяли непараметрическим критерием U Манна-Уитни. Корреляционный анализ использовали для оценки симметричности строения одноименных сосудов. Дискриминантным анализом определялась предикторность структурных и 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 $M \pm SD$, где SD – среднее квадратичное отклонение. Статистическая обработка результатов проводилась программой SPSS, Versia 19 (лицензия № 20101223-1).

Результаты и обсуждение. Дискриминантным анализом было исключено (КФР=71%) влияние конституциональных факторов, таких как рост, вес, пол, ИМТ и возраст на сосудистые параметры.

Непараметрический анализ выявил значимые различия как по структурным, так и по функциональным признакам между группой контроля и лицами ГБ в каждом изучаемом бассейне с обеих сторон ($p < 0,05$). В большей степени эти различия были выражены при сравнении крупных периферических сосудов, ЗББА и ПА, в меньшей – по ПББА.

Корреляционным анализом оценена симметричность строения одноименных сосудов (справа и слева) у лиц КГ и ГБ. В группе контроля обнаружена высокая корреляция между диаметрами на всех уровнях, а также ТИМ в ОСА и ПББА. У пациентов с ГБ корреляционные связи между этими показателями справа и слева указывают на склонность к асимметрии ремоделирования (табл. 1).

Таблица 1

Значения коэффициента корреляции (r) между правыми и левыми одноименными артериями по ТИМ, диаметрами сосудов в систолу, диастолу и диаметрами просвета

Показатель	ОСА		ОБА		ЗББА		ПББА	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Контрольная группа								
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.

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

Таблица 2

Значения КФР (%) предикторности функциональных характеристик и структурных параметров между лицами КГ и пациентами с ГБ ($p = 0,0001$)

Сосуд	Функциональные характеристики			Структурные показатели		
	D	S	D+S	D	S	D+S
ОСА	87,0	90,3	87,0	82,5	76,6	81,2
ОБА	84,0	89,3	92,4	81,7	87,0	84,0

ЗББА	81,0	74,6	80,2	81,7	79,4	86,5
ПББА	87,9	84,5	93,1	–	–	–
ПА	84,7			–		
ОСА+ОБА	89,3	90,1	90,8	82,4	84,7	87,0
ЗББА+ПББА	72,2	89,7	91,8	75,4	91,4	91,4
Все сосуды	94,8	90,8	100,0	81,0	100,0	100,0

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.

Преобладание функциональных расстройств сосудистой стенки над их структурной перестройкой доказано большей выраженностью изменений функциональных характеристик между сравниваемыми группами, в том числе и в сосудах с отсутствием структурной перестройки (ПББА и правая ПА). Время же возникновения ремоделирования сосудов у пациентов ГБ требует дальнейшего его изучения по стадиям ГБ. 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.

Выявленные нами в ходе анализа различия структурных показателей согласуются с данными [9; 11], которые касаются обнаруженных изменений крупных артерий и ЗББА при отсутствии таковых в ПА и ПББА. Boutouyrie P., Venetos A. et al. [10] получили большую жесткость сонных артерий, чем бедренных или лучевых, у пожилых людей с АГ или сахарным диабетом. Возможно, полученные результаты обусловлены более сильным механическим воздействием пульсовой волны на стенки ОСА из-за близости к аорте, большим объемом зоны кровоснабжения ОБА и ЗББА в сравнении с ПА и ПББА.

Отсутствие публикаций с одномоментным изучением показателей разных сосудистых бассейнов как предикторов ГБ, полученные некоторыми авторами доказательства асимметрии структурных характеристик одного бассейна [8], а тем более разных бассейнов [12], и использование среднеарифметических величин некоторых показателей побудило нас провести дискриминантный анализ при объединении структурных характеристик сосудов одного бассейна с двух сторон, что дало прирост КФР по ЗББА и усреднило его по крупным артериям.

Объединение же структурных параметров сосудов крупного или мелкого калибра усилило различия между сравниваемыми группами как при одностороннем, так и при двустороннем объединении для крупных артерий. Для берцовых же артерий аналогичный анализ показал прирост КФР слева и с двух сторон. Объединение параметров сосудов всех изучаемых калибров с обеих сторон повысило КФР до 100% как по структурным, так и по функциональным характеристикам.

Изучение среднеарифметических значений между правой и левой сторонами одного бассейна показало больший КФР только по функциональным характеристикам сосудистой стенки ЗББА (при включении в независимые переменные одномоментно показателей справа и слева получено значение КФР=80,2%, а по среднеарифметическим значениям этих же параметров КФР=83,3%) и объединения крупных артерий (84% и 89,3% соответственно), не имея преимуществ по структурным параметрам ни в одном из изучаемых сосудов.

Выявлены различия параметров сосудов не только разной локализации, но и разных сторон между контролем и больными, что делает обоснованным проведение как двустороннего, так и разноуровневого ДС периферических сосудов, хотя бы при научных исследованиях.

Параллельно дискриминантный анализ позволил выявить и сосудистые маркеры ГБ (табл. 3).

Таблица 3

Значения функциональных и структурных параметров периферических сосудов в контрольной группе и у больных ГБ (значимо отличающиеся)

Показатель	КГ (M±SD)	ГБ (M±SD)
Функциональные показатели		
ДСоса справа	26,52±9,84	16,84±8,42
ЦНоса справа	466,99±108,42	484,8±111,03
Ер оса слева	681,07±276,05	1193,86±729,03
Еs 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
β оба справа, мм рт. ст.	6,31±3,21	10,77±6,61
Ер оба справа	1067±250,01	1318,63±826,63
Еs оба справа	2249,49±968,05	3980,5±2599,8
ДСоба слева	25,45±10,61	15,35±7,77
β збба 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
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

RWТоба 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

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; RWТоса, оба – относительная толщина стенки ОСА и ОБА; АМ – масса артериальной стенки; DCоса, оба, пбба – коэффициент диаметрального расширения ОСА, ОБА и ПББА соответственно; ЦНоса, оба, па, пбба – циркуферентное напряжение ОСА, ОБА, ПА и ПББА соответственно; Ер 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; β оба, збба – индекс жесткости ОБА и ЗББА.

Более выраженные изменения при ГБ выявлены в артериях крупного калибра в виде двухстороннего утолщения сосудистой стенки и её компонентов при одностороннем увеличении диаметров. В мелких артериях ремоделирование имеет несколько иной характер: в ЗББА только двустороннее увеличение толщины стенки без дилатации просвета; в ПА и ПББА определены лишь функциональные изменения. ГБ ассоциирована с повышением жесткости сосудистой стенки артерий ног (ОБА и ЗББА), PWV во всех исследуемых бассейнах (кроме ПББА) при закономерном снижении диаметрального расширения и возросшем напряжении на стенку всех сосудистых бассейнов (даже ПББА).

Таким образом, ремоделирование артерий разного калибра при ГБ имеет некоторые особенности: утолщение стенки на разных уровнях, одностороннее увеличение диаметра крупных артерий, что может быть объяснено исходными морфометрическими и гистологическими отличиями в виде большей представленности в более мелких периферических артериях гладкомышечных клеток.

Выводы

1. Причина асимметричности ремоделирования сосудов при ГБ изначально заложена в асимметричности их морфологического строения у лиц контрольной группы.

2. Выраженность функциональных изменений у лиц ГБ бóльшая, чем структурных, причем в ПББА и ПА первые из них развивались изолированно.

3. Объединение параметров, либо структурных, либо функциональных одноименных сосудов одного бассейна, а также у сосудов разных бассейнов чаще повышает КФР вплоть до 100% при суммации параметров сосудов всех изучаемых бассейнов с обеих сторон. Объединение для анализа всех структурных и функциональных параметров как одного бассейна, так и их совокупностей обнаруживает ещё бóльшую предикторность в отношении ГБ.

4. Использование среднеарифметических показателей одноименных сосудов одного бассейна не обнаруживает преимуществ перед использованием в качестве независимых переменных каждого из слагаемых.

5. При ГБ выявлено достоверное утолщение сосудистой стенки разных бассейнов (кроме ПББА), а расширение диаметра – только у крупных артерий, и то одностороннее. Утолщение сосудистой стенки ассоциировано с повышением PWV, снижением диаметрального расширения и возрастанием напряжения.

6. Поиск при ГБ наиболее информативного сосудистого бассейна и его структурных и функциональных параметров не выявил приоритетности какого-либо из них, а обнаружил многоуровневое и неоднородное поражение сосудов при данной нозологии, диктующее необходимость в научных изысканиях состояния сосудов исследовать как можно большее их количество.

Список литературы

1. Савицкий Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. – М.: Медицина, 1974. – 307 с.
2. Терегулов Ю.Э. К методике определения типов центральной гемодинамики в клинической практике // Практическая медицина. - 2011. – № 52. – С. 138–140.
3. Laurent S., Beaussier H., Collin C., Boutouyrie P. Повреждение крупных артерий при гипертензии // Артериальная гипертензия. - 2010. – № 2. – С. 115-125.
4. 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.
5. Laurent S., Cockcroft J., Van Bortel L. et al. 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. - P. 2588-2605.
6. 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. - № 3. - С. 97-101.
7. Jaroch J., Rzyckowska B., Bociąga Z. et al. Relationship of carotid arterial functional and structural changes to left atrial volume in untreated hypertension // Acta Cardiol. – 2016. - Vol. 71. - № 2. - P. 227-33. doi: 10.2143/AC.71.2.3141854.

8. Состояние сосудистого звена при артериальной гипертонии в молодом возрасте / Н.П. Лямина [и др.] // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. - 2008. - № 28. - С. 44-47.
9. 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.
10. 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). – P. 87-S92.
11. Ремоделирование периферических артерий как предиктор эндотелиальной дисфункции при артериальной гипертонии и абдоминальном ожирении / Н.Н. Молчанова [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2010. - № 1. – С. 13-17.
12. Claessens P., Claessens C., Claessens M. et al. The «CARFEM» vascular index as a predictor of coronary atherosclerosis // Med Sci Monit. – 2002. - Vol. 8. - № 1. - P. 1-9.
13. Агафонов А.В. Клинические и структурно-функциональные особенности состояния сердца и сосудов эластического и мышечного типов, их прогностическая значимость у больных артериальной гипертонией старших возрастных возрастов: автореф. дис. ... докт. мед. наук. – Пермь, 2007. – 47 с.
14. Оценка сосудистого ремоделирования у пожилых с разными типами артериальной гипертензии / Агафонов А.В. [и др.] // Пермский медицинский журнал. – 2003. – Т. 20. – С. 20-23.
15. Милягин В.А. и др. Сердечно-коленный васкулярный индекс – новый критерий жесткости артериальных сосудов / Современная кардиология: наука и практика: материалы научно-практической конференции // Вестник Санкт-Петербургской государственной медицинской академии им. И.И. Мечникова. – 2007. – № 2. – С. 113.
16. Шляхто Е.М., Моисеева О.М. Ремоделирование сосудов и реакция апоптоза при артериальной гипертонии // Артериальная гипертензия. – 2008. – № 3. – С. 12–18.