

Особенности интравенальной гемодинамики у больных эссенциальной гипертензией

Е. В. Осипова, Л. В. Мельникова

Государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Пензенский институт усовершенствования врачей» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Пенза, Россия

Контактная информация:

Осипова Елена Валентиновна,
ГБОУ ДПО «Пензенский институт усовершенствования врачей» Минздрава России,
ул. Стасова, д. 8 А, Пенза, Россия, 440060.
Факс: +7(412)43-58-97.
E-mail: osylena@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 11.12.13
и принята к печати 10.09.14.

Резюме

Цель исследования — изучить доплерографические особенности внутривенного кровотока у больных артериальной гипертензией (АГ). **Материалы и методы.** Обследовано 49 пациентов с эссенциальной АГ (средний возраст $52,8 \pm 12,9$ года) и 20 здоровых лиц (средний возраст $49,2 \pm 17,6$ года). Интравенальный кровоток исследовали с применением триплексного ультразвукового сканирования. Функциональное состояние почек оценивали путем определения уровня креатинина, расчетной скорости клубочковой фильтрации по формуле MDRD и клиренса креатинина по формуле Кокрофта-Гаулта; экскреции альбумина с мочой. **Результаты.** Установлено снижение скоростных показателей кровотока и увеличение диаметра просвета проксимального сегмента почечных артерий у лиц с эссенциальной гипертензией (пиковая систолическая скорость в устьях правой и левой почечных артерий $78,4 \pm 21,4$ и $59,3 \pm 11,4$ см/с в основной группе и $100,8 \pm 34,3$ и $88,7 \pm 18,2$ см/с в контрольной группе, $p < 0,05$; индекс резистентности в правой и левой почечных артериях $0,66 \pm 0,05$ и $0,67 \pm 0,05$ в основной группе и $0,62 \pm 0,06$ и $0,63 \pm 0,06$ в контрольной группе, $p < 0,05$); разницы скоростей кровотока в дистальном сегменте почечных артерий между группами выявлено не было. **Выводы.** При АГ в проксимальных и дистальных сегментах наблюдаются разные варианты ремоделирования почечных артерий. Для основного ствола почечной артерии характерно увеличение просвета, сопровождаемое снижением скоростных характеристик кровотока, а в сегментарных и междолевых артериях, напротив, диаметр просвета сужается, что может способствовать впоследствии развитию нефроангиосклероза.

Ключевые слова: артериальная гипертензия, внутривенный кровоток, гемодинамические показатели.

Для цитирования: Осипова Е. В., Мельникова Л. В. Особенности интравенальной гемодинамики у больных эссенциальной гипертензией. Артериальная гипертензия. 20(6):553–558.

Intrarenal hemodynamics in hypertensive patients

E. V. Osipova, L. V. Melnikova

Penza University of Advanced Medical Training, Penza, Russia

Corresponding author:

Elena V. Osipova,
MD, Penza University of Advanced Medical
Training, 8A Stasov street, Penza, 440060
Russia.
Fax: +7(412)43-58-97.
E-mail: osylena@yandex.ru

Received 11 December 2013; accepted
10 September 2014.

Abstract

Objective. To investigate the doppler features of the blood flow in hypertensive patients. **Design and methods.** We examined 49 hypertensive patients (mean age $52,8 \pm 12,9$ years) and 20 healthy subjects (mean age $49,2 \pm 17,6$ years). The intrarenal blood flow was studied by the triplex scan. We also assessed creatinine levels, estimated glomerular filtration rate by MDRD formula and creatinine clearance by Cockcroft-Gault formula, and albuminuria. **Results.** A decreased blood flow velocity parameters and the increase of the proximal renal artery segment were found (peak systolic velocity in right and left renal arteries — $78,4 \pm 21,4$ and $59,3 \pm 11,4$ cm/s in hypertensive group and $100,8 \pm 34,3$ and $88,7 \pm 18,2$ cm/s in control group, $p < 0,05$; resistant index in right and left renal arteries — $0,66 \pm 0,05$ and $0,67 \pm 0,05$ in hypertensives and $0,62 \pm 0,06$ and $0,63 \pm 0,06$ in controls, $p < 0,05$). There was no difference of blood flow velocities in the distal segment of the renal arteries between the groups. **Conclusions.** Different variants of the renal artery remodeling occur in proximal and distal segments of renal arteries in hypertensive patients. The most typical changes include the increase of the main renal artery trunk with the decreased blood flow velocity, while segment and interlobar renal arteries are characterized by narrowing that might result in nephroangiosclerosis.

Key words: arterial hypertension, intrarenal blood flow, hemodynamic parameters.

For citation: Osipova EV, Melnikova LV. Intrarenal Hemodynamics in hypertensive patients. Arterial Hypertension = Arterial'naya Gipertenziya. 2014;20 (6):553–558.

Введение

Эссенциальная артериальная гипертензия (АГ) является серьезной патологией, приводящей к сердечно-сосудистым и почечным осложнениям. Распространенность АГ в странах Европы составляет 30–45% в общей популяции [1], в России — около 40% [2]. Почки принимают активное участие в патогенезе АГ и в то же время являются одним из поражаемых органов-мишеней [3]. Повышенное артериальное давление (АД) и значительная его продолжительность способствуют развитию нефроангиосклероза и хронической почечной недостаточности [4–6]. Раннее выявление признаков поражения почек при АГ является одной из задач практической кардиологии, и вместе с тем

начальные стадии повреждения почек обычно протекают бессимптомно, затрудняя своевременную диагностику [7]. Признаками, характеризующими первичный гломерулосклероз при АГ, являются повышение уровня креатинина, снижение скорости клубочковой фильтрации и микроальбуминурия [1, 8], но данные показатели свидетельствуют о далеко зашедшем и необратимом поражении почек. В последние годы рядом авторов показано, что триплексное сканирование почечных сосудов — важнейший метод для выявления ранних нарушений внутривисцерального кровотока при АГ [7, 9, 10]. Однако данные современной отечественной и зарубежной литературы, касающиеся особенностей интрааренальной гемодинамики при АГ,

носят единичный и противоречивый характер; недостаточно освещен вопрос, касающийся динамики показателей кровотока в различных сегментах почечной артерии от устья к периферии.

Целью настоящего исследования послужило изучение интравенальной гемодинамики и особенностей почечных артерий у больных эссенциальной гипертензией.

Материалы и методы

В исследуемую группу были включены 49 пациентов (24 мужчины и 25 женщин) с эссенциальной АГ I–II стадии (согласно Национальным клиническим рекомендациям по диагностике и лечению АГ, 2010) в возрасте от 41 до 64 лет (средний возраст — $52,8 \pm 12,9$ года, средняя длительность заболевания — $14,4 \pm 9,7$ года). АГ I стадии диагностирована у 23 (47%) пациентов, АГ II стадии — у 26 (53%) человек. Среди членов изучаемой группы курящие составили 16,3% (8 человек), лица с абдоминальным ожирением — 55,1% (27 человек), семейный анамнез ранних сердечно-сосудистых заболеваний отмечался у 36,7% (18 человек). Группа контроля состояла из 20 здоровых лиц (8 мужчин и 12 женщин) в возрасте от 31 до 67 лет (средний возраст составил $49,2 \pm 17,6$ года), из них курильщиков — 20% (4 человека), лиц с абдоминальным ожирением — 45% (9 человек), с семейным анамнезом ранних сердечно-сосудистых заболеваний — 40% (8 человек). Исследование проводилось на чистом фоне после трехдневной отмены антигипертензивной терапии. Предшествующее лечение включало один или два компонента терапии. Больные принимали ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента (эналаприл, фозиноприл), диуретики (индапамид). Все пациенты были согласны подписывали информированное согласие на участие в исследовании.

Критерием включения было наличие эссенциальной гипертензии I–II стадии. Критериями

исключения являлись неудовлетворительная ультразвуковая визуализация почек и почечных артерий, вторичные АГ, патология щитовидной железы, сахарный диабет, нарушения коронарного и мозгового кровообращения в анамнезе, хроническая сердечная недостаточность выше II Б стадии.

Для верификации диагноза АГ и исключения сопутствующей патологии проводилось офисное измерение АД, суточное мониторирование АД (СМАД), учитывались данные анамнеза и записи в амбулаторных картах. СМАД проводилось аппаратом «BPLab МнСДП-2» («Петр Телегин», Нижний Новгород) в режиме: в дневное время — каждые 15 минут, ночью — каждые 30 минут. Оценивались показатели среднесуточного, среднедневного, средненочного систолического АД (САД) и диастолического АД (ДАД).

Измерение АД в плечевой артерии на обеих руках проводилось по стандартной методике после 10-минутного отдыха непосредственно перед началом ультразвукового исследования, оценивалось среднее САД и ДАД по двум измерениям.

Ультразвуковое исследование почек с анализом почечного кровотока проводилось на аппарате «Vivid 7 Dimension» (США). По стандартной методике выполнялись измерения длины, толщины и ширины почек, оценивалась толщина паренхиматозного слоя.

Объем почек (V) рассчитывался по формуле [11]:

$$V = A \times B \times C \times 0,523,$$

где A — длина (см), B — толщина (см), C — ширина (см).

Триплексное сканирование с оценкой спектра кровотока проводилось в магистральных артериях в устье и воротах почек, а также в сегментарных и междольевых почечных артериях. Анализируются: диаметр почечной артерии в первом сегменте, скоростные характеристики: пиковая систолическая скорость кровотока (V_{ps}) и конечная диастолическая скорость (V_d). Из индексов периферического

Таблица 1

КЛИНИКО-ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБСЛЕДОВАННЫХ ЛИЦ

Показатель	Больные АГ (n = 49)	Здоровые (n = 20)
Пол (мужчины/женщины), количество	24/25	8/12
Средний возраст, годы	$52,8 \pm 12,9$	$49,2 \pm 17,6$
Систолическое АД, мм рт. ст.	$162,7 \pm 28,9$	$112,7 \pm 16,4^*$
Диастолическое АД, мм рт. ст.	$95,9 \pm 15,3$	$72,2 \pm 12,0^*$
Индекс массы тела, кг/м ²	$28,6 \pm 5,7$	$25,4 \pm 4,1$

Примечание: АГ — артериальная гипертензия; АД — артериальное давление; * — $p < 0,05$ при сравнении с группой больных артериальной гипертензией.

ПАРАМЕТРЫ ВНУТРИПОЧЕЧНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ
У БОЛЬНЫХ ЭССЕНЦИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ И ЗДОРОВЫХ ЛИЦ

Сегменты почечной артерии	Параметры	Правая почка		Левая почка	
		Больные АГ (n = 49)	Здоровые (n = 20)	Больные АГ (n = 49)	Здоровые (n = 20)
Устье	Vps, см/с	78,4 ± 21,4	100,8 ± 34,3*	59,3 ± 11,4	88,7 ± 18,2*
	Vd, см/с	27,1 ± 9,4	38,2 ± 18,1*	20,9 ± 5,3	32,5 ± 6,5*
	RI	0,66 ± 0,05	0,62 ± 0,06*	0,67 ± 0,05	0,63 ± 0,04*
Дистальный отдел I сегм.	Vps, см/с	60,7 ± 25,8	71 ± 28,5	51,6 ± 12,6	64,5 ± 17,3*
	Vd, см/с	21,8 ± 9,2	29,5 ± 11,8*	18,4 ± 5,6	25 ± 5,6*
	RI	0,64 ± 0,06	0,58 ± 0,04*	0,65 ± 0,06	0,6 ± 0,04*
Сегментарные артерии	Vps, см/с	37,4 ± 10,2	38 ± 14,9	37,1 ± 8,2	39,3 ± 6,1
	Vd, см/с	15,7 ± 5,3	17,3 ± 8,4	14,2 ± 3,4	17,6 ± 2,5*
	RI	0,6 ± 0,06	0,55 ± 0,03*	0,6 ± 0,05	0,54 ± 0,05*
Междолевые артерии	Vps, см/с	28,5 ± 8,1	28,7 ± 7,2	26,5 ± 6,2	26 ± 3,8
	Vd, см/с	12,8 ± 2,3	14,1 ± 3,0*	11,1 ± 2,4	13 ± 2,1*
	RI	0,57 ± 0,05	0,51 ± 0,05*	0,57 ± 0,06	0,49 ± 0,03*

Примечание: АГ — артериальная гипертензия; Vps — пиковая систолическая скорость; Vd — конечная диастолическая скорость; RI — индекс резистентности; * — $p < 0,05$ при сравнении с группой больных артериальной гипертензией.

сопротивления был избран индекс резистентности (RI), как наиболее информативный для сосудов с низким периферическим сопротивлением, к которым относятся почечные артерии.

С целью изучения функционального состояния почек исследовался уровень креатинина с применением метода Яффе, производился расчет скорости клубочковой фильтрации по формуле MDRD [8] и клиренса креатинина по формуле Кокрофта-Гаулта [8], значения показателей мочевины были получены методом ферментного анализа, экскреция альбумина с мочой определялась иммунотурбохимическим методом.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием пакета программ Statistica 6.0 ("StatSoft" Inc, США). Правильность распределения выборки проверяли с помощью теста Колмогорова-Смирнова. Данные в изучаемых группах соответствовали нормальному распределению. Полученные результаты представлены в виде $M \pm SD$, где M — среднее арифметическое, SD — стандартное отклонение. Для сравнения средних показателей между двумя независимыми выборками использовали t -критерий Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при уровне $p < 0,05$.

Результаты

По демографическим показателям — возрасту и полу — группа сравнения и контрольная группа не отличались между собой (табл. 1). При изучении данных внутривисочечной гемодинамики наблюда-

лись значимые различия в параметрах кровотока магистральных почечных артерий между больными эссенциальной гипертензией и группой контроля (табл. 2). Так, пиковая систолическая скорость в устьях правой ($78,4 \pm 21,4$ см/с) и левой ($59,3 \pm 11,4$ см/с) почечных артерий была существенно ниже, чем в группе сравнения ($100,8 \pm 34,3$ см/с и $88,7 \pm 18,2$ см/с). Аналогичные различия отмечались и в значениях конечной диастолической скорости. Индекс резистентности у пациентов с АГ в проксимальном отделе правой ($0,66 \pm 0,05$) и левой ($0,67 \pm 0,05$) почечных артерий был существенно выше, чем в соответствующих артериях группы контроля ($0,62 \pm 0,06$ и $0,63 \pm 0,06$).

Показатели Vps у пациентов с АГ в I сегменте левой почечной артерии ($51,6 \pm 12,6$ см/с) также оказались значительно ниже, чем в аналогичных сосудах группы сравнения ($p < 0,05$). Значения RI в дистальных отделах магистральных правой ($0,64 \pm 0,06$) и левой ($0,65 \pm 0,06$) почечных артерий были более высокими, чем в соответствующих артериях группы контроля ($0,62 \pm 0,06$ и $0,63 \pm 0,04$).

В сегментарных и междолевых артериях значимых различий в характеристиках пиковой систолической скорости между больными эссенциальной гипертензией и группой здоровых лиц не было выявлено, уровень значимости соответствовал $p > 0,05$. Однако показатели индекса резистентности внутривисочечного кровотока у пациентов с АГ оказались существенно выше, чем в группе сравнения ($p < 0,05$).

Таблица 3

ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧЕК У ОБСЛЕДОВАННЫХ ГРУПП

Показатели		Больные АГ (n = 49)	Здоровые (n = 20)	p
Мочевина, ммоль/л		5,3 ± 1,3	4,2 ± 1,3	0,004
Креатинин, мкмоль/л		83,6 ± 15,5	87,5 ± 15,6	0,34
СКФ, мл/мин/1,73 м ²		75,7 ± 14,1	99,8 ± 16,5	0,0001
Клиренс креатинина, мл/мин		107,4 ± 37,6	123,7 ± 35,7	0,1
Экскреция альбумина с мочой, мг/л		6,9 ± 3,4	5,2 ± 3,1	0,057
Правая почка	ТПС, см	1,55 ± 0,15	1,54 ± 0,13	0,73
	Объем, см ³	108,5 ± 21,5	116,7 ± 33,8	0,22
	Диаметр ПА, см	0,55 ± 0,07	0,47 ± 0,04	0,0001
Левая почка	ТПС, см	1,56 ± 0,14	1,61 ± 0,15	0,2
	Объем, см ³	114,3 ± 29,5	102,2 ± 11,8	0,08
	Диаметр ПА, см	0,54 ± 0,07	0,48 ± 0,04	0,003

Примечание: АГ — артериальная гипертензия; СКФ — скорость клубочковой фильтрации; ТПС — толщина паренхиматозного слоя; ПА — почечная артерия.

Обращало на себя внимание то, что более широкими размерами отличались диаметры правой (0,55 ± 0,07 см) и левой (0,54 ± 0,07 см) почечных артерий у больных эссенциальной гипертензией по сравнению с группой контроля (0,47 ± 0,04 см, $p = 0,0001$ и 0,52 ± 0,05 см, $p = 0,003$ соответственно) (табл. 3).

Сравнение лабораторных данных показало существенные различия в значениях мочевины, показателях скорости клубочковой фильтрации между пациентами с АГ и группой сравнения. Так, в группе сравнения содержание мочевины в сыворотке крови (5,3 ± 1,3 ммоль/л) превышало аналогичный параметр в группе здоровых лиц (4,2 ± 1,3 ммоль/л, $p = 0,004$). Величина скорости клубочковой фильтрации (71,1 ± 8,5 мл/мин/1,73 м²) у больных эссенциальной гипертензией оказалась более низкой по сравнению с группой контроля (99,8 ± 16,5 мл/мин/1,73 м², $p = 0,0001$) (табл. 3).

Обсуждение

Сравнительный анализ полученных результатов в контрольной группе и группе больных АГ выявил повышение индекса резистентности, отражающего величину периферического сопротивления, во всех сегментах почечных артерий у больных АГ по сравнению со здоровыми лицами. Это согласуется с результатами исследований, проведенных другими авторами [7, 9, 10].

Согласно данным М. Н. Насруллаева (2010) [7], скоростные характеристики кровотока в сегментарных артериях у больных АГ выше, чем в контрольной группе. В нашем исследовании систолическая скорость кровотока в сегментарных и междолевых артериях не отличалась от аналогичных показателей здоровых лиц, а диастолическая скорость была ниже. Именно с этим, на наш взгляд, и было связано

повышение индексов резистентности, обусловленное сужением просвета данных артерий [12].

Впервые выявлена неоднозначность распределения скоростных характеристик интраартериального кровотока в проксимальных и дистальных отделах почечных артерий. В основном стволе почечных артерий, как в устье, так и ближе к воротам почек, пиковая систолическая и конечная диастолическая скорости у больных АГ были снижены по сравнению с контрольной группой. Вместе с тем наблюдалось расширение диаметра почечной артерии в устье при АГ по сравнению с лицами с нормальным уровнем АД. Согласно исследованиям G. H. Gibbons и соавторов (1994), при АГ выделяют несколько типов ремоделирования сосудов. Один из них, характеризующийся увеличением просвета сосуда, наблюдается в артериях эластического и переходного типа (аорта, сонная артерия). Второй, отличающийся гипертрофией стенок и сужением просвета, отмечается в мелких резистивных сосудах [13]. Почечные артерии в области устья относятся к сосудам переходного типа, следовательно, повышение внутрисосудистого давления при АГ ведет к увеличению в них как наружного, так и внутреннего диаметров с незначительным изменением толщины сосудистой стенки в результате дезорганизации клеточного и неклеточного ее компонентов. Повышение индекса резистентности в сегментарных и междолевых артериях почек у больных АГ указывает на сужение просвета этих сосудов. Причиной нарастающего нефроангиосклероза при этом являются эндотелиальная дисфункция, персистирующий спазм внутривисцеральных артерий и артериол, приводящий к пролиферации и гиалинозу стенок сосудов [14].

Выводы

Таким образом, на основании проведенного исследования можно сделать вывод о том, что ремоделирование почечных артерий при АГ неоднородно проявляется в проксимальных и дистальных сегментах. Для основного ствола почечной артерии характерно увеличение просвета, сопровождаемое снижением скоростных характеристик кровотока, а в сегментарных и междолевых артериях, напротив, диаметр просвета сужается, что и способствует впоследствии развитию нефроангиосклероза.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / The authors declare no conflicts of interest.

Список литературы / References

1. 2013 Guidelines for the management of arterial hypertension. *J Hypertens.* 2013;31(7):1281–357.
2. Результаты второго этапа мониторинга эпидемиологической ситуации по артериальной гипертензии в Российской Федерации (2005–2007 гг.), проведенного в рамках федеральной целевой программы «Профилактика и лечение артериальной гипертензии в Российской Федерации» Информационно-статистический сборник. М.; 2008. 224 p. [The results of the second stage of monitoring the epidemiology situation of hypertension in the Russian Federation (2005–2007), which conducted by as part of the federal target program “Prevention and treatment of hypertension in the Russian Federation”. Informational statistical compilation. Moscow; 2008. 224 p. In Russian].
3. Почки и артериальная гипертензия. В кн. Нефрология: Руководство для врачей. Под ред. И. Е. Тареевой. М.: Медицина; 2000; 2-е изд., переработанное и дополненное. с. 164–87. [Kidney and arterial hypertension. In the book *Nephrology: Guidance for doctors.* Ed. by IE Tareyeva. Moscow: Medicine, 2000. 2nd ed., revised and supplemented. P. 164–87. In Russian].
4. Sans SS, Kestelot H, Kromhout D. Task force of the European Society of Cardiology on cardiovascular mortality and morbidity statistics in Europe. *Eur. Heart J.* 1997;18(8):123–48.
5. Белоусов Ю. Б. Поражение органов-мишеней при артериальной гипертензии. *Терапевтический архив.* 1997;69:12–5. [Belousov YB. The damage of target organs. *Terapevticheskij arhiv.* 1997;69:12–5. In Russian].
6. The sixth report of the Joint National Committee on prevention, detection, evaluation and treatment of high blood pressure. NIH Publication. 98(4080); November; 1997.
7. Насруллаев М. Н., Баязитова Л. И. Особенности внутрипочечной гемодинамики у больных с артериальной гипертензией. *Практическая медицина.* 2010;5(44):125–6. [Nasrullaev MN, Bayazitova LI. The peculiarities of intrarenal of hemodynamic in patients with arterial hypertension. *The Practical Medicine.* 2010;5(44):125–6. In Russian].
8. Диагностика и лечение артериальной гипертензии. Российские рекомендации (четвёртый пересмотр). Системные гипертензии. 2010;3:5–26. [Diagnostic and management of arterial hypertension. Russian guidelines (4th edition). *Systemic Hypertensions.* 2010;3:5–26. In Russian].
9. Трубникова К. Е., Румянцева И. В., Рублева С. П. и др. Возможность диагностики раннего поражения почек при стабильной форме эссенциальной артериальной гипертензии у детей. *Лучевая диагностика и терапия.* 2011;3(2):80–84.

[The possibility of the diagnostic earliest damage of kidneys with essential arterial hypertension in children. *Radial diagnostic and therapy.* 2011;3(2):80–84. In Russian].

10. Мельникова Л. В., Бартош Л. Ф. Ранние доплерографические признаки структурно-функциональных изменений почечных артерий у больных с эссенциальной гипертензией. *Артериальная гипертензия.* 2010;3(16):282–5. [Early Doppler signs of structural and functional changes of renal arteries in hypertensive patients. *Arterial'naya gipertenziya = Arterial hypertension.* 2010;3(16):282–5. In Russian].

11. Змитрович О. А. Ультразвуковая диагностика в цифрах: справочно-практическое руководство. СПб.: Спецлит; 2011. 71 с. [Zmitrovich OA. *Ultrasound in figures: reference and a practical guide.* St Petersburg: Publisher “Special Literature”; 2011. 71 p. In Russian].

12. Нанчикеева М. Л., Козловская Л. В., Фомин В. В. и др. Ранняя стадия поражения почек у больных эссенциальной артериальной гипертензией: диагностика и мониторинг. *Вестник Новгородского государственного университета.* 2011;62:69–73. [Nanchikeeva ML, Kozlovskaya LV, Fomin VV et al. Early stage of renal pathology in patients with essential arterial hypertension: diagnostic and monitoring. *Vestnik of Novgorod State University.* 2011;62:69–73. In Russian].

13. Gibbons GH, Dzau VJ. The emerging concept of vascular remodeling. *N Engl J. Med.* 1994;330 (20):1431–8.

14. Поражение почек при эссенциальной артериальной гипертензии // Нефрология: национальное руководство под ред. Н. А. Мухина. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2009. p. 434–45. [Kidney damage with essential arterial hypertension // *Nephrology: national leadership ed. by NA. Mukhin.* Moscow: GEOTAR-Media; 2009. p. 434–45. In Russian].

Информация об авторах:

Осипова Елена Валентиновна — ассистент кафедры ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО «Пензенский институт усовершенствования врачей» Минздрава России;

Мельникова Людмила Владимировна — доктор медицинских наук, проректор по научной и инновационной работе, заведующая кафедрой ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО «Пензенский институт усовершенствования врачей» Минздрава России.