



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-4-58-64

Использование антропометрической оценки почек и надпочечников методами МР-томографии для прогнозирования эффективности ренальной симпатической денервации почечных артерий у пациентов с медикаментозно резистентной артериальной гипертензией

Рюмшина Н.И. *, Лукьяненко П.И., Мордовин В.Ф., Усов В.Ю.

Научно-исследовательский институт кардиологии Томского национального исследовательского медицинского центра Российской академии наук, Томск, Россия

Magnetic-Resonance Tomography for Anthropometric Value of Kidneys and Adrenals in Prognosis Efficiency of Renal Sympathetic Denervation in Patients with Treatment-Resistant Hypertension

Ryumshina N.I. *, Lukyanenok P.I., Mordovin V.F., Usov V.Yu.

Cardiology Research Institute of Tomsk National Research Medical Centre, Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia

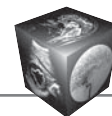
Цель исследования: оценить влияние антропометрических данных почек и надпочечников, полученных при магнитно-резонансной томографии (МРТ), у пациентов с резистентной артериальной гипертензией на эффективность лечения методом ренальной денервации.

Материал и методы. Обследовано 24 пациента с резистентной артериальной гипертензией в возрасте 39–73 лет (средний – $57,8 \pm 8,75$ года). Артериальное давление (АД) офисное – 140–230/74–162 мм рт.ст.; по СМАД – 137–210/57–148 мм рт.ст. МРТ-исследование почек проводили исходно до проведения ренальной денервации и по достижению контрольных точек в 6, 12 мес. МРТ проводилась в лаборатории МРТ НИИ кардиологии Томского НИМЦ на магнитно-резонансном томографе Titan Vantage фирмы Toshiba со сверхпроводящим магнитом с индукцией магнитного поля 1,5 Т. Протокол МРТ-исследования включал T2ВИ, T1ВИ, FatSat режимы в коронарных и аксиальных проекциях, режим МР-ангиографии. Аналогичный протокол использовался после проведения контрастного усиления. В качестве контрастного препарата – парамагнетика

использовались 0,5 М Омнискан (Гадодиамид) и 0,5 М Оптимарк (Гадоверсетамид) внутривенно 0,2 мл на 1 кг массы тела.

Результаты. Анализ данных дооперационного МРТ-исследования показал, что определяющими для степени снижения АД параметрами являются объем левой почки и объем правого надпочечника. При этом корреляция между величиной снижения АД и объемом левой почки составляла в частности: снижение АД = $42,7 - 0,35 \cdot (V \text{ почки левой})$ ($r = -0,45$, $p = 0,08$). У пациентов с объемом почки более 220 см³ (объемом коркового вещества более 90 см³) снижения АД в результате проведения ренальной денервации не происходило. При сравнении снижения АД и объема надпочечника также оказалось, что имеется достоверная корреляция между ними, составляющая АД = $16,5 - 6,78 \cdot (V \text{ правого надпочечника})$ ($r = -0,350$, $p = 0,04934$).

Заключение. Антропометрические данные предоперационных МРТ-исследований почек и надпочечников целесообразно использовать в качестве прогностического инструмента у пациентов с резистентной арте-



риальной гипертензией, направляемых на ренальную денервацию.

Ключевые слова: МР-томография почек и надпочечников, резистентная артериальная гипертензия, ренальная денервация.

Ссылка для цитирования: Рюмшина Н.И., Лукьяненко П.И., Мордовин В.Ф., Усов В.Ю. Использование антропометрической оценки почек и надпочечников методами МР-томографии для прогнозирования эффективности ренальной симпатической денервации почечных артерий у пациентов с медикаментозно резистентной артериальной гипертензией. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (4): 58–64. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-4-58-64.

Aim: to evaluate the possible role of contrast-enhanced MRI studies of the kidneys in prognosis of clinical effect of the renal denervation treatment of the resistant hypertension.

Material and methods. 24 patients (57.8 ± 8.75 years) with resistant hypertension were included, in everybody the radiofrequency ablation (RFA) of the sympathetic nerves of renal arteries was carried out. The average 24-h monitor of the arterial pressure was as 137–210/57–148 mm Hg. The MRI studies were performed using MRI scanner “Titan Vantage” (by “Toshiba Medical Ltd”, with the field induction 1.5 T). After this the intravenous contrast enhancement has been carried out (with 0.5 M solution, 0.2 ml/Kg), with repeat acquisition of T1-weighted spin-echo images in 3–5 min after contrast injection.

Results. MRI was employed for quantitative calculation of renal volumes of cortex, medulla and of kidney as total, as well as of suprarenal’s volume. Significant negative correlation of postoperation decrease of arterial pressure has been detected with both volume of renal cortex, as {Decrease in AP = 42.7–0.35 · (V left kidney)}, and also with mass of the right suprarenal gland as {Decrease in SAP = 16.5–6.78 · (V right suprarenal)}.

Conclusion. The anatomic quantitative data of the pre-operative MRI studies of the kidneys can be employed as prognostic tool in patients referred to the renal denervation treatment of the resistant hypertension.

Key words: MR imaging of renal and adrenal glands, resistant hypertension, renal sympathetic denervation.

Recommended citation: Ryumshina N.I., Lukyanenok P.I., Mordovin V.F., Usov V.Yu. Magnetic-Resonance Tomography for Anthropometric Value of Kidneys and Adrenals in Prognosis Efficiency of Renal Sympathetic Denervation in Patients with Treatment-Resistant Hypertension. *Medical visualization*. 2017; 21 (4): 58–64. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-4-58-64.

Введение

Согласно современным представлениям, под резистентной артериальной гипертензией (или рефрактерной к терапии) (РАГ) понимается такое состояние, когда лечение пациента включает изменение образа жизни и назначение не менее трех антигипертензивных препаратов в максимально переносимых дозах, но при этом систолическое и/или диастолическое артериальное давление (АД) не снижается должным образом [1, 2]. В литературе встречаются различные данные по распространенности РАГ – 1–11%, 10–13% в специализированных отделениях [3], не более чем 5% среди всей популяции больных АГ [4]. Одним из методов лечения таких пациентов была предложена методика радиочастотной абляции (РЧА) симпатических сплетений почечных артерий (ПА), или ренальная денервация (РД). Методика хорошо зарекомендовала себя во всем мире, о чем свидетельствуют многочисленные публикации с результатами проведенных операций [5–9]. Кроме того, была доказана безопасность РД на основании исследования функций почек после процедуры через 6 и 12 мес. Для этого проводили исследование биохимических показателей (оценивали скорость клубочковой фильтрации, уровень сывороточного креатинина, с-цистеина), а также посредством радионуклидных методов [2, 8, 10].

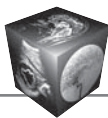
Однако известные международные исследования Simplicity 1, 2, 3 дали неожиданные результаты. После проведения РД у части пациентов АД

Для корреспонденции*: Рюмшина Надежда Игоревна – 634012 Россия, Томск, ул. Киевская, 111а, НИИ кардиологии ТНИМЦ, отделение рентгеновских и томографических методов диагностики. Тел.: +7-953-916-50-41. E-mail: n.rumshina@list.ru

Рюмшина Надежда Игоревна – аспирант отделения рентгеновских и томографических методов диагностики НИИ кардиологии Томского национального исследовательского медицинского центра РАН, Томск; **Лукьяненко Павел Иванович** – доктор мед. наук, заведующий кабинетом МРТ НИИ кардиологии Томского национального исследовательского медицинского центра РАН, Томск; **Мордовин Виктор Федорович** – доктор мед. наук, профессор, руководитель отделения артериальных гипертензий НИИ кардиологии Томского национального исследовательского медицинского центра РАН, Томск; **Усов Владимир Юрьевич** – доктор мед. наук, профессор, руководитель отделения рентгеновских и томографических методов диагностики НИИ кардиологии Томского национального исследовательского медицинского центра РАН, Томск.

Contact*: Nadezhda I. Ryumshina – 634012 Russia, Tomsk, Kievskaya str., 111a. Tomsk Institute of Cardiology, Laboratory of tomography. Phone: +7-953-916-50-41. E-mail: n.rumshina@list.ru

Nadezhda I. Ryumshina – graduate student of the roentgenologic and tomography diagnostic laboratory of the Cardiology Research Institute of Tomsk National Research Medical Centre, Russian Academy of Sciences, Tomsk; **Pavel I. Lukyanenok** – doct. of med. sci., Chairman of the MRI department of the Cardiology Research Institute of Tomsk National Research Medical Centre of Russian Academy of Sciences, Tomsk; **Victor F. Mordovin** – doct. of med. sci., Chairman of the arterial hypertension department of the Cardiology Research Institute of Tomsk National Research Medical Centre of Russian Academy of Sciences, Tomsk; **Vladimir Yu. Usov** – doct. of med. sci., Chairman of the roentgenologic and tomography diagnostic laboratory of the Cardiology Research Institute of Tomsk National Research Medical Centre of Russian Academy of Sciences, Tomsk.



оставалось на исходном уровне и даже становилось более высоким. В настоящее время обсуждаются возможные причины данных результатов, среди которых несовершенство методики выполнения РД, некорректные критерии отбора пациентов и неправильная постановка диагноза (истинная РАГ) и др. [11].

Учитывая этиопатогенетическую связь между АГ и почками, АГ и надпочечниками, мы попытались выяснить, существует ли зависимость между исходными анатомическими размерами почек и надпочечников у лиц с РАГ и результатом лечения РД, а именно – уровнем снижения АД.

Цель исследования

Оценить влияние антропометрических данных почек и надпочечников, полученных при магнитно-резонансной томографии (МРТ), у пациентов с РАГ на эффективность лечения методом РД.

Материал и методы

Было обследовано 24 пациента с РАГ, находившихся на лечении в отделении артериальных гипертензий НИИ кардиологии Томского НИМЦ. На основании диагноза и показаний к операции была проведена РД симпатических сплетений артерий почек. Возраст пациентов варьировал от 39 до 73 лет, средний возраст – $57,8 \pm 8,75$ года. Показатели АД – офисное 140–230/74–162 мм рт.ст.; по данным СМАД – 137–210/57–148 мм рт.ст.

МРТ-исследование проводили исходно до РД, контроль через 6 и 12 мес. Два пациента умерли

до срока 12 мес. МРТ проводилась в лаборатории магнитно-резонансной томографии НИИ кардиологии Томского НИМЦ на магнитно-резонансном томографе Titan Vantage фирмы Toshiba со сверхпроводящим магнитом с индукцией магнитного поля 1,5 Т. МРТ проводили в положении пациента лежа на спине с использованием встроенных и наружных 4- и 8-канальных квадратурных катушек для всего тела. Протокол МРТ-исследования включал T2ВИ и T1ВИ (TR = 91 мс, TE = 7500 мс и TR = 4 мс, TE = 155 мс соответственно, толщина среза 3–5 мм, запись в матрицу 392 x 256 вокселей) и в режиме подавления сигнала от жира в коронарных проекциях; T2ВИ, T1ВИ в аксиальной проекции, T-SLIP-режим в аксиальной проекции с возможностью построения 3D-изображения для визуализации ПА (МР-ангиография). Также использовали режим контрастного усиления с записью T1ВИ в аксиальной и коронарной проекциях после введения контрастного вещества. В качестве контрастного препарата – парамагнетика использовался 0,5 М Омнискан и Оптимарк, внутривенное введение выполняли в дозе 0,2 мл на 1 кг массы тела (0,1 мМ/кг массы).

Измерения проводили по общепринятым параметрам – во фронтальной проекции T1ВИ определялись размеры: длина и ширина почек, толщина коркового и мозгового слоев почек, размеры чашечно-лоханочной системы, в аксиальной проекции T1ВИ определяли толщину почек (рис. 1). На основании полученных значений вычисляли

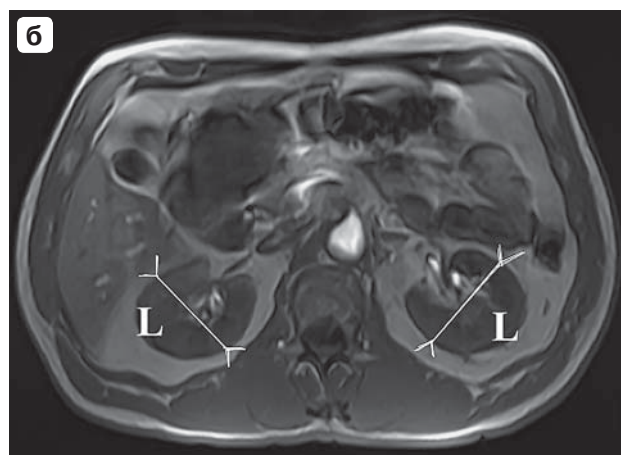
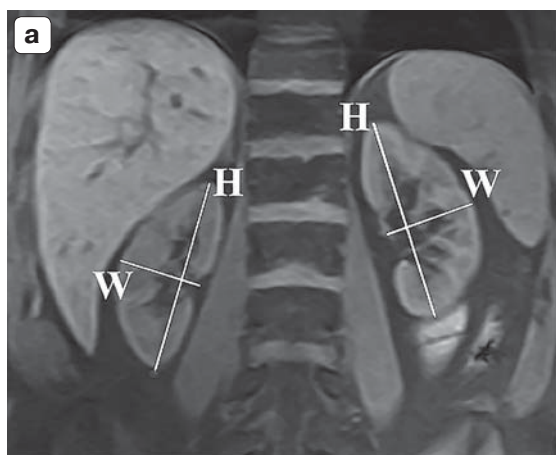
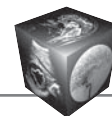


Рис. 1. Схематическое изображение методики определения размеров почек по данным МРТ у пациента с резистентной артериальной гипертензией, исходная томограмма до РЧА. T1ВИ во фронтальной проекции на уровне синусов почек (а), в аксиальной проекции на уровне L_{III}-позвонка (б). Толщина среза 6 мм. На схеме: Н – длина почки, линия, проведенная от верхнего полюса почки к нижнему, W – ширина почки, линия, проведенная от наиболее выступающей точки латерального края почки до медиального края (а), L – толщина почек, линия, проведенная между наиболее выступающими точками краев почки в сагиттальном сечении (б). На основании полученных значений были вычислены объемы каждой из почек по формуле объема усеченного эллипса: $V = h \cdot w \cdot l \cdot 0,53$, где h – длина, w – ширина, l – толщина, 0,53 – коэффициент.



объем каждой из почек по формуле объема усеченного эллипса:

$$V = h \cdot w \cdot l \cdot 0,53,$$

где h – длина, w – ширина, l – толщина, 0,53 – эмпирически рассчитанный коэффициент.

Были рассчитаны объем коркового и объем мозгового вещества почки в отдельности (рис. 2). Для этого использовали приведенную выше формулу с изменениями: из длины, ширины и толщины почки вычитали максимальный размер коркового вещества и по приведенной выше формуле рассчитывался объем мозгового вещества почки. Затем из общего объема почки вычитали объем мозгового вещества, так что полученное значение соответствовало объему коркового вещества почки (в см^3).

Кроме того, в аксиальных проекциях Т1ВИ определялись объемы надпочечников (рис. 3), так как на МРТ-срезе надпочечник в большинстве случаев представляет собой “3 треугольника”, то и вычислять объем надпочечника мы предлагаем, суммируя объем каждого отдельного треугольника. Учитывали все срезы, на которых достоверно можно было измерить размеры надпочечников. Использовали следующую предложенную нами формулу:

$$V = S_1 \cdot w + S_2 \cdot w + S_3 \cdot w,$$

где S – площадь треугольника (тело или ножки), w – толщина среза, включая расстояние между срезами.

Статистический анализ данных проводили с использованием Statistica 10.0 (StatSoft). Для проверки закона распределения был использован кри-



Рис. 2. Схематическое изображение методики анатомического определения размеров коркового и мозгового слоев почки по данным МРТ у пациента с резистентной артериальной гипертензией после проведения РЧА, контроль через 6 мес. Т1ВИ во фронтальной проекции на уровне почечного синуса левой почки, толщина среза 6 мм. На схеме отмечены линии, соответствующие толщине коркового вещества почки – 1, толщине мозгового вещества почки – 2.

терий согласия Шапиро–Уилка, корреляция оценивалась при помощи коэффициента r Спирмена. Результаты представлены в виде $M \pm m$, где M – среднее значение, m – стандартное отклонение.

Результаты и их обсуждение

Полученные величины анатомических размеров и рассчитанных объемов (см. таблицу) практически соответствуют литературным патоморфологическим данным и данным о размерах почек

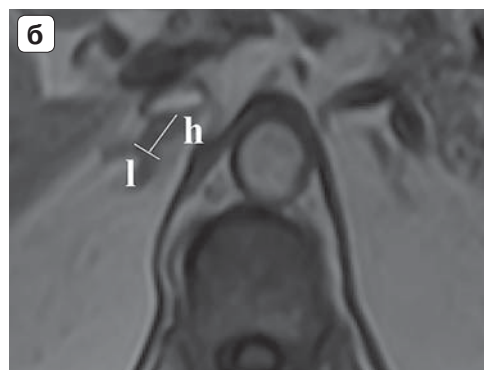
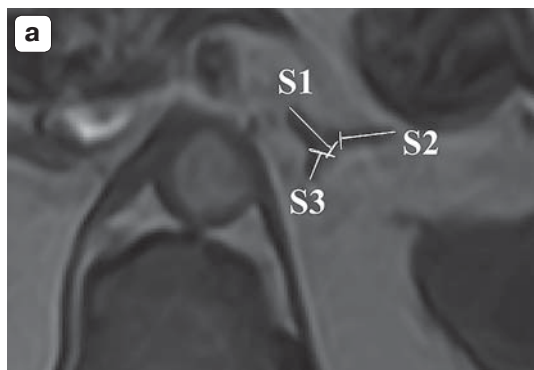


Рис. 3. Схематическое изображение методики определения объема надпочечников по данным МРТ почек (надпочечников) пациента после проведения РЧА почечных артерий, контроль через 6 мес. Т1ВИ в аксиальной проекции на уровне $\text{Th}_{\text{XI}}-\text{Th}_{\text{XII}}$, увеличенное изображение надпочечников. Схематическое изображение определения площади левого надпочечника (а). Для вычислений была использована формула площади треугольника ($S = 1/2 l \cdot h$). На схеме видны линии, соответствующие длине и высоте тела левого надпочечника (б). Объем надпочечников вычислялся по формуле: $V = S_1 \cdot w + S_2 \cdot w + S_3 \cdot w$, см^3 , где S – площадь треугольника (тело или ножки), w – толщина среза, включая расстояние между срезами.



Анатомические размеры почек и надпочечников по данным МРТ у здоровых добровольцев

Параметр	Правая почка	Левая почка
Длинник, мм	106,6 ± 12,1	110,4 ± 12,9
Поперечник, мм	54,7 ± 7,3 × 56,1 ± 8,3	55 ± 7,4 × 59,4 ± 7,2
Кортекс, мм	9,3 ± 1,8	8,9 ± 1,7
Медулла, мм	14,4 ± 1,8	14,6 ± 1,9
Почечная артерия, мм	6,8 ± 1,4	7 ± 1,5
Объем почки, см ³	171,8 ± 49,5	194,1 ± 62,2
Объем коркового вещества, см ³	63,2 ± 18,4	66 ± 21,8
Объем мозгового вещества, см ³	108,5 ± 36,6	124,9 ± 42,5
Объем надпочечника, см ³	1,8 ± 1,4	2,6 ± 1,9

и надпочечников, полученным с помощью других методов исследования [12, 13].

Анализ результатов дооперационного МРТ-исследования показал, что статистическую значимость в определении степени снижения АД играют величины объема левой почки и правого надпочечника. При этом корреляция между величиной снижения АД и объемом левой почки составляла в частности: снижение АД = 42,7–0,35 · (V почки левой) ($r = -0,45$, $p = 0,08$) (рис. 4). У пациентов с объемом почки более 220 см³ (объемом коркового вещества более 90 см³) снижения АД в результате проведения РД не происходило. При сравнении величины снижения АД и объема правого надпочечника также оказалось, что имеется статистически значимая корреляция между ними, составляющая АД = 16,5–6,78 · (V правого надпочечника) ($r = -0,35$, $p = 0,049$) (рис. 5). В то же время другие антропометрические и функциональные параметры не показали достоверной корреляции и не позволяли по данным дооперационного исследования прогнозировать эффективность РД. Ни в одном случае не было визуализировано

осложнений основного вмешательства в виде локальных аневризм, стенозирования, расслоения стенки ПА и др. Общеизвестна ведущая роль почек в регулирования уровня АД [14]. Денервация почек как метод обоснована ведущей ролью симпатической регуляции почечного сосудистого сопротивления, высвобождения ренина и реабсорбции натрия, повышенным симпатическим тонусом почки и других органов, характерным для больных АГ, а также прессорным эффектом афферентных почечных нервов, подтвержденным в эксперименте на животных. Процедура РД ведет к выраженному снижению офисного АД, сохраняющемуся не только через год, а даже через 2–3 года после проведения операции. Описано уменьшение потребности в антигипертензивных препаратах после РД [15]. Опубликованы данные о регрессе гипертрофии левого желудочка [16]. Наше предположение об отрицательном влиянии увеличенных размеров почечной паренхимы на лечение АГ подтвердилось на практике.

В исследовании K.A. Gillis и соавт. используются и сравниваются между собой два метода вычи-

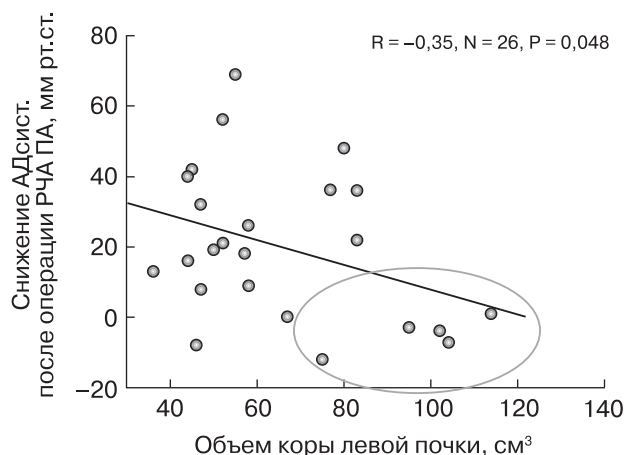


Рис. 4. Зависимость уровня АД от объема коркового вещества левой почки.

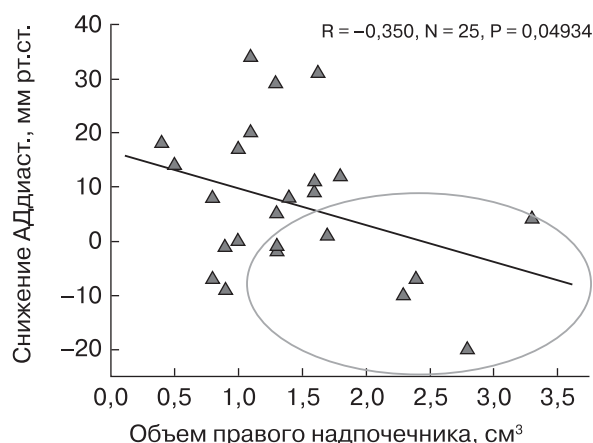
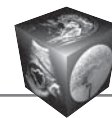


Рис. 5. Зависимость уровня АД от объема правого надпочечника.



сления объема почек у здоровых добровольцев – по формуле эллипсоида и воксельный метод [17]. Причем значения, полученные по формуле эллипсоида, оказались наиболее достоверными ($123,5 \pm 25,5 \text{ см}^3$). Полученные нами результаты показали, что чем крупнее почка, тем активнее себя ведет ренин-ангиотензин-альдостероновая система в целом и снижения АД должным образом трудно добиться. В рамках дальнейшего исследования и значительно большей выборке пациентов мы, вероятно, сможем статистически еще более достоверно обосновать критерий исключения для РД, такой как объем почечной ткани более 220 см^3 (объемом коркового вещества более 90 см^3).

Что касается влияния гормонов надпочечников, то данная группа пациентов относится к вторичной гипертензии [1]. При МРТ надпочечников явная узловая форма гиперплазии, феохромоцитомы проста для диагностики [13]. Однако при диффузной гиперплазии диагноз зачастую затруднителен. Очевидно, целесообразно вычислять объем надпочечников и считать увеличение более 2 см^3 за критерий исключения для РД. У таких пациентов скорее обоснован подход с частичной резекцией надпочечника либо их портализацией.

Заключение

Исследование, в первую очередь, было нацелено на изучение взаимосвязей между анатомическими параметрами почек и надпочечников, рассчитанных при МРТ, и эффективностью лечения больных РАГ методом РД, то есть фактической оценке целесообразности проведения количественных оценок дополнительно к клиническому описанию и оценке МРТ почек у пациентов, направляемых на РД ПА. В результате оказалось, что значения объема почки 220 см^3 и объема надпочечника 2 см^3 являются пограничными для оценки улучшения состояния пациентов, а именно степени уменьшения АД. Если они превышены, то снижение АД невелико или вовсе отсутствует.

МРТ почек и надпочечников у пациентов с РАГ следует проводить не только как диагностическую процедуру, но и использовать для расчетов объема почек и надпочечников и полученные антропометрические данные расценивать в качестве дополнительных критериев отбора пациентов для РД.

Мы вполне осознаем, что для уточнения критериев отбора пациентов для РД по результатам МРТ почек, вероятно, потребуется более значительная выборка обследуемых. Однако уже полученные результаты позволяют обоснованно считать, что анатомические размеры и объемы почек, по сути, определяют успешность РД как метода лечения РАГ.

Список литературы

1. Mancia G., Fagard R. 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). *J. Hypertension*. 2013; 31 (7): 1281–1357. DOI: 10.1097/01.hjh.0000431740.32696.cc.
2. Рипп Т.М., Мордовин В.Ф., Пекарский С.Е., Рябова Т.Р., Злобина М.В., Крылов А.Л., Личикаки В.А., Попов С.В., Карпов Р.С. Симпатическая денервация почечных артерий для лечения резистентной гипертензии, ультразвуковой контроль безопасности метода. *Артериальная гипертензия*. 2013; 2 (19): 139–147.
3. Сулимов В.А., Родионов А.В., Светанкова А.А., Денека И.Э. Ренальная денервация при резистентной артериальной гипертензии. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2013; 9 (3): 274–279.
4. Синькова Г.М. Эпидемиология артериальной гипертензии. *Сибирский медицинский журнал*. 2007; 8: 5–10.
5. Esler M.D. Renal sympathetic denervation in patients with treatment-resistant hypertension (The Symplicity HTN-2 Trial): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2010; 376 (9756): 1903–1909. DOI:10.1016/S0140-6736(10)62039-9.
6. Kandzari D.E. Catheter-Based Renal Denervation for Resistant Hypertension: Rationale and Design of the SYMPPLICITY HTN-3 Trial. *Clin. Cardiol*. 2012; 35 (9): 528–535. DOI:10.1002/clc.22008.
7. Krum H., Schlaich M., Sobotka P. Renal sympathetic nerve ablation for treatment-resistant hypertension. *Br. J. Clin. Pharmacol*. 2013; 76 (4): 495–503. DOI:10.1111/bcp.12171.
8. Esler M. D., Krum H., Schlaich M., Schmieder R.E., Böhm M., Sobotka P.A. Renal sympathetic denervation for treatment of drug-resistant hypertension. One-year results from the Symplicity HTN-2 randomized, controlled trial. *Circulation*. 2012; 126: 2976–2982. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.130880.
9. Матчин Ю.Г., Григин В.А., Данилов Н.М., Щелкова Г.В., Чазова И.Е. Радиочастотная денервация почечных артерий в лечении рефрактерной артериальной гипертензии – результаты годичного наблюдения. *Атмосфера. Новости кардиологии*. 2013; 3: 12–18.
10. Brandão A.A., Gonçalves Campana E.M., Campos Magalhães M.E., Ferreira E. Renal sympathetic denervation for resistant hypertension treatment: current perspectives. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2013; 101 (4): 364–371. DOI: 10.5935/abc.20130187.
11. Lobo M.D., de Belder M.A., Cleveland T., Collier D., Dasgupta I., Deanfield J., Kapil V. Joint UK societies' 2014 consensus statement on renal denervation for resistant hypertension. *Heart*. 2015; 101: 10–16. DOI:10.1136/heartjnl-2014-307029.
12. Лукьяненко П.И., Усов В.Ю., Гудков А.В., Беличенко А.В. Определение размеров почек и интенсивности сигнала от коркового и мозгового вещества по данным магнитно-резонансной томографии. *Терапевт*. 2014; 4: 65–70.
13. Лукьяненко П.И. Магнитно-резонансная томография надпочечников у больных артериальной гипертензией при проспективном наблюдении. Грани нормы и патологии. Методическое пособие. Томск: Ветер, 2016: 51–87.
14. Чихладзе Н.М., Чазова И.Е. Артериальная гипертензия и почки. *Consilium Medicum*. 2015; 10: 8–12.



15. Рюмшина Н.И., Мордовин В.Ф., Лукьяненко П.И., Усов В.Ю. Магнитно-резонансная томография с парамагнитным контрастированием в оценке местного воздействия ренальной денервации на стенку почечных артерий. *Лучевая диагностика и терапия*. 2015; 3 (6): 83–89.
16. Мочула О.В., Ситкова Е.С., Мордовин В.Ф., Богунецкий А.А., Лукьяненко П.И., Усов В.Ю. Магнитно-резонансная томография с парамагнитным контрастированием в проспективной оценке субэндокардиального повреждения миокарда у пациентов с артериальной гипертензией, леченных методом радиочастотной абляции почечных артерий. *Сибирский медицинский журнал*. 2014; 29 (3): 62–67.
17. Gillis K.A., McComb Ch., Foster J.E., Taylor A.H.M., Patel R.K., Morris S.T.W., Jardine A.G., Schneider M.P., Roditi G.H., Delles Ch., Mark P.B. Inter-study reproducibility of arterial spin labeling magnetic resonance imaging for measurement of renal perfusion in healthy volunteers at 3 Tesla. *BMC Nephrology*. 2014; 15: 23, 1–10. DOI:10.1186/1471-2369-15-23.

References

1. Mancia G., Fagard R. 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). *J. Hypertension*. 2013; 31 (7): 1281–1357. DOI: 10.1097/01.hjh.0000431740.32696.cc.
2. Ripp T.M., Mordovin V.F., Pekarskij S.E., Ryabova T.R., Zlobina M.V., Krylov A.L., Lichikaki V.A., Popov S.V., Karpov R.S. Sympathetic denervation of the renal arteries for the treatment of resistant hypertension – safety control by ultrasound diagnostics. *Arterialnaya gipertenziya*. 2013; 2 (19): 139–147. (In Russian)
3. Sulimov V.A., Rodionov A.V., Svetankova A.A., Deneka I.H. Renal denervation in resistant arterial hypertension. *Ratsionalnaya farmakoterapiya v kardiologii*. 2013; 9 (3): 274–279. (In Russian)
4. Sinkova G.M. Epidemiology of arterial hypertension. *Sibirskiy medicinskiy zhurnal*. 2007; 8: 5–10. (In Russian)
5. Esler M.D. Renal sympathetic denervation in patients with treatment-resistant hypertension (The Symplicity HTN-2 Trial): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2010; 376 (9756): 1903–1909. DOI:10.1016/S0140-6736(10)62039-9.
6. Kandzari D.E. Catheter-Based Renal Denervation for Resistant Hypertension: Rationale and Design of the SYMPPLICITY HTN-3 Trial. *Clin. Cardiol*. 2012; 35 (9): 528–535. DOI:10.1002/clc.22008.
7. Krum H., Schlaich M., Sobotka P. Renal sympathetic nerve ablation for treatment-resistant hypertension. *Br. J. Clin. Pharmacol*. 2013; 76 (4): 495–503. DOI:10.1111/bcp.12171.
8. Esler M. D., Krum H., Schlaich M., Schmieder R.E., Böhm M., Sobotka P.A. Renal sympathetic denervation for treatment of drug-resistant hypertension. One-year results from the Symplicity HTN-2 randomized, controlled trial. *Circulation*. 2012; 126: 2976–2982. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.130880.
9. Matchin Ju.G., Grigin V.A., Danilov N.M., Shhelkova G.V., Chazova I.E. Radio frequency denervation of renal arteries in the treatment of resistant arterial hypertension – annual results. *Atmosfera. Novosti kardiologii*. 2013; (3): 12–18. (In Russian)
10. Brandão A.A., Gonçalves Campana E.M., Campos Magalhães M.E., Ferreira E. Renal sympathetic denervation for resistant hypertension treatment: current perspectives. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2013; 101 (4): 364–371. DOI: 10.5935/abc.20130187.
11. Lobo M.D., de Belder M.A., Cleveland T., Collier D., Dasgupta I., Deanfield J., Kapil V. Joint UK societies' 2014 consensus statement on renal denervation for resistant hypertension. *Heart*. 2015; 101: 10–16. DOI:10.1136/heartjnl-2014-307029.
12. Lukjanenok P.I., Usov V.Ju., Gudkov A.V., Belichenko A.V. Estimation of kidneys size and intensity of a signal from cortical and medullar substance according to magnetic resonance imaging data. *Terapevt*. 2014; 4: 65–70. (In Russian)
13. Lukjanenok P.I. Magnetic resonance imaging of adrenal glands in patients with arterial hypertension when a prospective observation. The verge of norm and pathology. *Manual. Tomsk: Veter*, 2016: 51–87. (In Russian)
14. Chihladze N.M., Chazova I.E. Arterial hypertonia and kidneys. *Consilium Medicum*. 2015; 10: 8–12. (In Russian)
15. Rjumshina N.I., Mordovin V.F., Luk'janenok P.I., Usov V.Yu. Use of magnetic resonance imaging with paramagnetic contrast in evaluation of local renal denervation impact on the renal arteries walls. *Lučevaya diagnostika i terapiya*. 2015; 3 (6): 83–89. (In Russian)
16. Mochula O.V., Sitkova E.S., Mordovin V.F., Bogunecskij A.A., Luk'yanenok P.I., Usov V.Yu. Contrast-enhanced magnetic resonance imaging in the follow-up of subendocardial myocardial damage in patients with drug-resistant arterial hypertension treated using radiofrequency ablation of renal arteries. *Sibirskij medicinskiy zhurnal*. 2014; 29 (3): 62–67. (In Russian)
17. Gillis K.A., McComb Ch., Foster J.E., Taylor A.H.M., Patel R.K., Morris S.T.W., Jardine A.G., Schneider M.P., Roditi G.H., Delles Ch., Mark P.B. Inter-study reproducibility of arterial spin labeling magnetic resonance imaging for measurement of renal perfusion in healthy volunteers at 3 Tesla. *BMC Nephrology*. 2014; 15: 23, 1–10. DOI:10.1186/1471-2369-15-23.

Поступила в редакцию 5.06.2017.
Принята к печати 12.06.2017.

Received on 5.06.2017.
Accepted for publication on 12.06.2017.