

Особенности изменений показателей МР-томографии головного мозга под влиянием ренальной денервации у больных с резистентной гипертензией

Личикаки В. А., Мордовин В. Ф., Пекарский С. Е., Зюбанова И. В., Манукян М. А., Солонская Е. И., Вторушина А. А., Хунхинова С. А., Сухарева А. Е., Усов В. Ю., Фальковская А. Ю.

Цель. Изучить динамику показателей магнитно-резонансной томографии (МРТ) головного мозга у больных с резистентной артериальной гипертензией после ренальной денервации (РД) с оценкой ее церебропротективной эффективности.

Материал и методы. В исследование включено 111 пациентов, из них 50 мужчин (45%) и 61 женщина (55%), которым была проведена РД. Среднее количество постоянно принимаемых антигипертензивных препаратов составило $4,1 \pm 1,1$. Всем пациентам до и после РД проводилась МРТ головного мозга, суточное мониторирование артериального давления (АД). Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы Statistica 10,0.

Результаты. После РД наблюдался выраженный антигипертензивный эффект со значимым снижением уровня систолического и диастолического АД на $10,3/5,5$ и $13,1/7,3$ мм рт.ст. через 6 и 12 мес., соответственно. Также снизились показатели офисного АД, уровни АД в дневные и ночные часы ($p < 0,001$). По данным МРТ после проведения РД зафиксировано снижение относительного количества пациентов с I и II степенью ликвородинамических изменений и увеличение доли больных без выявленной патологии, однако достоверной разницы полученных результатов выявлено не было. Выявлено уменьшение линейных размеров желудочков мозга в виде уменьшения размера левого заднего рога бокового желудочка ($p = 0,03$), а также поперечника III желудочка ($p = 0,02$) через 6 мес. после РД. Через 12 мес. уменьшились размеры переднего рога ($p = 0,04$) и тела ($p = 0,017$) левого бокового желудочка. Отмечалось положительное влияние РД на линейные размеры ликворопроводящей системы головного мозга, проявляющееся уменьшением среднего размера фронтальных субарахноидальных пространств ($p = 0,028$). Значимого изменения частоты и степени выраженности фокальных повреждений и лакунарных инфарктов после РД не отмечено ($p > 0,05$).

Заключение. РД способствует выраженному снижению уровня АД и оказывает церебропротективное действие в виде уменьшения линейных размеров боковых желудочков головного мозга, сокращения размеров субарахноидальных пространств, а также отсутствия прогрессирования ишемических изменений и признаков внутричерепной гипертензии после вмешательства.

Ключевые слова: резистентная гипертензия, ренальная денервация, магнитно-резонансная томография, гипертензивная энцефалопатия, церебропротекция, артериальная гипертензия.

Отношения и деятельность: нет.

ID исследования: ClinicalTrials.gov (NCT02667912, NCT01499810).

Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН, Томск, Россия.

Личикаки В. А.* — к.м.н., н.с. отделения артериальных гипертензий, ORCID: 0000-0003-4066-869X, Мордовин В. Ф. — д.м.н., профессор, в.н.с. отделения артериальных гипертензий, ORCID: 0000-0002-2238-4573, Пекарский С. Е. — д.м.н., в.н.с. отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения, ORCID: 0000-0002-4008-4021, Зюбанова И. В. — к.м.н., м.н.с. отделения артериальных гипертензий, ORCID: 0000-0001-6995-9875, Манукян М. А. — н.с. отделения артериальных гипертензий, ORCID: 0000-0003-3577-1895, Солонская Е. И. — к.м.н., м.н.с. отделения артериальных гипертензий, ORCID: 0000-0001-9857-4368, Вторушина А. А. — лаборант-исследователь отделения артериальных гипертензий, ORCID: 0000-0003-1192-0489, Хунхинова С. А. — лаборант-исследователь отделения артериальных гипертензий, ORCID: 0000-0002-5000-4216, Сухарева А. Е. — к.м.н., м.н.с. отделения рентгеновских и томографических методов диагностики, ORCID: 0000-0003-4807-3762, Усов В. Ю. — д.м.н., профессор, в.н.с. отделения рентгеновских и томографических методов диагностики, ORCID: 0000-0001-7978-5514, Фальковская А. Ю. — к.м.н., руководитель отделения артериальных гипертензий, ORCID: 0000-0002-5638-3034.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):
manankovalera@mail.ru

АГ — артериальная гипертензия, АД — артериальное давление, ДАД — диастолическое артериальное давление, МРТ — магнитно-резонансная томография, ПБВ — повреждение белого вещества, ПВО — перивентрикулярная область, ПБВ в ПВО — повреждение белого вещества в перивентрикулярной области, РД — ренальная денервация, САД — систолическое артериальное давление, СМАД — суточное мониторирование артериального давления.

Рукопись получена 09.02.2023

Рецензия получена 21.03.2023

Принята к публикации 27.03.2023



Для цитирования: Личикаки В. А., Мордовин В. Ф., Пекарский С. Е., Зюбанова И. В., Манукян М. А., Солонская Е. И., Вторушина А. А., Хунхинова С. А., Сухарева А. Е., Усов В. Ю., Фальковская А. Ю. Особенности изменений показателей МР-томографии головного мозга под влиянием ренальной денервации у больных с резистентной гипертензией. *Российский кардиологический журнал*. 2023;28(7):5362. doi:10.15829/1560-4071-2023-5362. EDN VGPUNK

Features of brain magnetic resonance imaging (MRI) changes under the influence of renal denervation in patients with resistant hypertension

Lichikaki V. A., Mordovin V. F., Pekarsky S. E., Zyubanova I. V., Manukyan M. A., Solonskaya E. I., Vtorushina A. A., Khunkhinova S. A., Sukhareva A. E., Usov V. Y., Falkovskaya A. Y.

Aim. To study brain magnetic resonance imaging (MRI) changes in patients with resistant hypertension (HTN) after renal denervation (RD) and its cerebral protection effectiveness.

Material and methods. The study included 111 patients, of whom 50 were men (45%) and 61 were women (55%), who underwent RD. The mean number of antihypertensive drugs taken regularly was $4,1 \pm 1,1$. All patients underwent brain

MRI and 24-hour ambulatory blood pressure monitoring before and after renal denervation. The data were statistically processed using Statistica 10,0 software.

Results. After RD, a pronounced antihypertensive effect was observed with a significant reduction in systolic and diastolic blood pressure by $10,3/5,5$ and $13,1/7,3$ mm Hg at 6 and 12 months, respectively. Office blood pressure, daytime, and nighttime blood pressure levels also decreased ($p < 0,001$). According to MRI

data after RD, a decrease in the relative number of patients with I and II degree cerebrospinal fluid circulation changes and an increase in the proportion of patients without detected pathology were noted, but no significant difference in the obtained results was found. A decrease in the linear dimensions of brain ventricles was observed, including a reduction in the size of the left posterior horn of the lateral ventricle ($p=0,03$) and the third ventricle diameter ($p=0,02$) at 6 months after RD. At 12 months, the sizes of the anterior horn ($p=0,04$) and left lateral ventricle body ($p=0,017$) decreased. A positive effect of RD on the linear dimensions of cerebrospinal fluid system was noted, manifested by a decrease in the mean size of frontal subarachnoid spaces ($p=0,028$). No significant changes in the frequency and degree of focal lesions and lacunar infarcts were observed after RD ($p>0,05$).

Conclusion. RD contributes to a significant decrease in blood pressure levels and exerts a cerebral protective effect by reducing lateral brain ventricles, subarachnoid spaces, and absence of ischemia progression and intracranial hypertension after intervention.

Keywords: resistant hypertension, renal denervation, magnetic resonance imaging, hypertensive encephalopathy, cerebral protection, hypertension.

Relationships and Activities: none.

Trial ID: ClinicalTrials.gov (NCT02667912, NCT01499810).

Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Tomsk, Russia.

Lichikaki V.A.* ORCID: 0000-0003-4066-869X, Mordovin V.F. ORCID: 0000-0002-2238-4573, Pekarsky S.E. ORCID: 0000-0002-4008-4021, Zyubanova I.V. ORCID: 0000-0001-6995-9875, Manukyan M.A. ORCID: 0000-0003-3577-1895, Solonskaya E.I. ORCID: 0000-0001-9857-4368, Vtorushina A.A. ORCID: 0000-0003-1192-0489, Khunkhinova S.A. ORCID: 0000-0002-5000-4216, Sukhareva A.E. ORCID: 0000-0003-4807-3762, Usov V.Y. ORCID: 0000-0001-7978-5514, Falkovskaya A.Y. ORCID: 0000-0002-5638-3034.

*Corresponding author:
manankovalera@mail.ru

Received: 09.02.2023 **Revision Received:** 21.03.2023 **Accepted:** 27.03.2023

For citation: Lichikaki V.A., Mordovin V.F., Pekarsky S.E., Zyubanova I.V., Manukyan M.A., Solonskaya E.I., Vtorushina A.A., Khunkhinova S.A., Sukhareva A.E., Usov V.Y., Falkovskaya A.Y. Features of brain magnetic resonance imaging (MRI) changes under the influence of renal denervation in patients with resistant hypertension. *Russian Journal of Cardiology*. 2023;28(7):5362. doi:10.15829/1560-4071-2023-5362. EDN VGPUNK

Ключевые моменты

- У большинства больных с резистентной гипертензией имеются признаки цереброваскулярной патологии.
- Проведение ренальной денервации способствует снижению уровня артериального давления.
- По данным магнитно-резонансной томографии ренальная денервация также обуславливает церебропротективный эффект, уменьшает проявления гипертензивной энцефалопатии.

На протяжении многих десятков лет артериальная гипертензия (АГ) остается одним из самых распространенных заболеваний среди взрослого населения. По данным Всемирной организации здравоохранения от 2021г в мире насчитывается >1 млрд человек, страдающих гипертонией в возрастном диапазоне 30-79 лет. С учетом такого прогрессивного роста, а также многочисленных сердечно-сосудистых осложнений, АГ является причиной ~10 млн смертей в год [1].

Известно, что длительное повышение артериального давления (АД) приводит к развитию тяжелых органических поражений. Наиболее социально значимым представляется поражение головного мозга, частое возникновение мозговых катастроф, как следствие приводящих к инвалидизации и потери трудоспособности. По данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) даже у больных без неврологических нарушений частота выявления структурных признаков гипертензивной энцефалопатии достигает 89,5%. У порядка 30% больных гипертония протекает бессимптомно [2]. Снижение уровня АД под влияни-

Key messages

- Most patients with resistant hypertension show signs of cerebrovascular pathology.
- Renal denervation leads to a decrease in blood pressure levels.
- MRI data indicates that renal denervation also has a cerebral protective effect, reducing manifestations of hypertensive encephalopathy.

ем адекватной антигипертензивной терапии приводит к уменьшению степени ишемического повреждения головного мозга, выраженности отека перивентрикулярной области (ПВО), а также снижению прогрессирования ликвородинамических изменений и риска развития инсульта [3, 4]. Тем не менее примерно в 10% всех случаев АГ диагностируется резистентный характер гипертензии, сопровождающийся сохранением высоких цифр АД на фоне многокомпонентной схемы лечения [5]. Стойкая длительная гипертензия с высоким уровнем давления обуславливает быстрое нарастание структурных изменений головного мозга, прогрессирующее ухудшение его кровоснабжения, развитие сосудистой деменции, тяжелых неврологических нарушений, выраженных двигательных ограничений.

Метод ренальной денервации (РД), используемый для лечения резистентной формы гипертензии, основан на снижении активности симпатической нервной системы [6]. В различных клинических исследованиях доказана его гипотензивная эффективность с выраженным снижением уровней АД, а также комплексом органопротективного и плейотропного эффектов [7]. Но мало изученным является результат

воздействия РД на структурные проявления хронической церебрососудистой недостаточности у больных с резистентной гипертензией.

Таким образом, целью данного исследования стало изучение динамики показателей МРТ головного мозга у больных с резистентной АГ после проведения РД с оценкой ее церебропротективной эффективности.

Материал и методы

В исследование, проводимое на базе отделения артериальных гипертензий НИИ кардиологии Томского НИМЦ, включено 111 пациентов, из них 50 мужчин (45%) и 61 женщина (55%), которым была проведена РД. Средний возраст составил $54,9 \pm 9,09$ лет. Сбор данных проходил в 2010–2018 гг в рамках зарегистрированных на сайте ClinicalTrial.gov исследований с регистрационными номерами NCT02667912 и NCT01499810. Полная клиническая характеристика обследованных больных представлена в таблице 1. РД проводилась билатерально с использованием катетеров Symplicity Flex4F (Medtronic, США) и MarinR 5F (Medtronic, США) в соответствии с инструкцией производителя за исключением мест нанесения воздействий. Радиочастотные аппликации помимо основных ветвей включали дистальные ветви почечных артерий, а при отсутствии технической возможности такого воздействия дополнительно наносили не менее двух аппликаций в дистальном отделе общего ствола почечной артерии. Среднее количество радиочастотных воздействий на каждую сторону составило 6 ± 2 . Исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом. До включения в исследование у всех участников было получено письменное информированное согласие.

Критерии включения в исследование:

- 1) наличие эссенциальной АГ,
- 2) исключение вторичных форм гипертензии,
- 3) уровень АД 150/90 мм рт.ст. и выше на фоне приема ≥ 3 антигипертензивных препаратов, один из которых диуретик,
- 4) возраст 40–80 лет.

Диагноз резистентной АГ устанавливался на основании данных анамнеза, физикального обследования, результатов лабораторных и инструментальных методов исследования (согласно рекомендациям Европейского общества гипертензии (ESH) и Европейского общества кардиологов (ESC) от 2018 г).

Среднее количество постоянно принимаемых (не < 3 мес.) антигипертензивных препаратов в среднем по группе составило $4,1 \pm 1,1$. Диуретики принимали 93% включенных в исследование пациентов, антагонисты минералокортикоидных рецепторов 29%,

Таблица 1

Клиническая характеристика обследованных больных

Показатель	n (%)
Возраст, годы	$54,9 \pm 9,09$
Мужчины/женщины	50/61 (45/55)
Стаж АГ, годы	$19,3 \pm 11,5$
Гипертоническая болезнь	
I стадия	0
II стадия	51 (46)
III стадия	60 (54)
Количество постоянно принимаемых препаратов	$4,1 \pm 1,1$
СД 2 типа	40 (36)
Курение	26 (23)
ОНМК в анамнезе	13 (12)
ТИА в анамнезе	3 (2,7)
Офисное АД (систолическое/диастолическое), мм рт.ст.	$172,2 \pm 20,9 / 98,4 \pm 16,2$
Креатинин, мкмоль/л	$85,1 \pm 22,5$
Глюкоза, ммоль/л	$7,1 \pm 2,3$
СКФ, мл/мин/1,73 м ²	$78,4 \pm 17,6$

Сокращения: АГ — артериальная гипертензия, АД — артериальное давление, ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения, СД — сахарный диабет, СКФ — скорость клубочковой фильтрации, ТИА — транзиторная ишемическая атака.

агонисты имидазолиновых рецепторов 34% больных. 27% пациентов принимали 5-компонентную схему лечения АГ, 8% принимали 6 антигипертензивных препаратов.

Для определения степени выраженности церебральных изменений у пациентов до и после РД проводилась МРТ головного мозга на аппарате Magnetom-OPEN, (SiemensAG, Германия), имеющем резистивный магнит с силой магнитного поля 0,2 Тесла. Исследование проводилось в трех плоскостях, в режимах T₁ и T₂. Толщина срезов составляла 6 мм. К признакам внутричерепной гипертензии относили повреждения белого вещества (ПБВ) в ПВО, расширение борозд больших полушарий головного мозга. Состояние ликвородинамики оценивалось на основании измерения поперечных размеров тел, передних и задних рогов боковых желудочков, тела третьего желудочка и субарахноидального пространства. Сочетанная патология считалась за II степень нарушения ликвородинамики. Отдельное расширение желудочков или субарахноидальных пространств соответствовало I степени, при отсутствии увеличения размеров устанавливалась 0 степень. Нормальными размерами считали ширину боковых желудочков не > 1,5 см, а поперечного размера субарахноидальных пространств не > 0,25 см. Фокальные ПБВ головного мозга оценивались по наличию очагов гиперинтенсивности в T₂ режиме без снижения интенсивности МРТ-сигнала в T₁-изображениях размерами от 3 до 15 мм. К лакунарным инфарктам относили очаго-

Таблица 2

Динамика показателей офисного АД и СМАД после РД

Показатель	Исход	6 мес.	p	12 мес.	p
Офисное САД, мм рт.ст.	172,2±20,9	149,2±21,8	<0,001	143,0±18,3	<0,001
Офисное ДАД, мм рт.ст.	98,4±16,2	85,8±17,2	<0,001	80,4±19,2	<0,001
Среднесуточное САД, мм рт.ст.	158,8±15,6	148,5±17,5	<0,001	145,7±14,5	<0,001
Среднесуточное ДАД, мм рт.ст.	89,9±15,1	84,4±15,5	<0,001	82,6±13,4	<0,001
Среднедневное САД, мм рт.ст.	162,4±16,0	150,5±18,1	<0,001	148,1±15,1	<0,001
Среднедневное ДАД, мм рт.ст.	93,6±15,6	86,8±16,2	<0,001	85,6±13,8	<0,001
Средноночное САД, мм рт.ст.	151,8±17,7	143,1±19,2	<0,001	138,9±17,2	<0,001
Средноночное ДАД, мм рт.ст.	82,7±15,8	78,1±15,5	0,001	75,6±13,6	<0,001

Сокращения: ДАД — диастолическое артериальное давление, САД — систолическое артериальное давление.

Таблица 3

Влияние РД на ликвородинамические параметры у больных с резистентной АГ

Степень нарушения ликвородинамики	До ренальной денервации, %	Через 6 мес., %	χ^2	p	Через 12 мес., %	χ^2	p
0	23	25	0	0,9	28	0,56	0,4
I	46	35	2,21	0,13	41	0,36	0,55
II	40	38	0,06	0,8	28	2,49	0,11

вые изменения вещества головного мозга с гиперинтенсивным МРТ-сигналом в T_2 режиме и гипоинтенсивным в T_1 — признаки кистозной трансформации мозгового вещества размерами от 5 до 15 мм. Степень выраженности перивентрикулярного гиперинтенсивного МР-сигнала определялась согласно пятиступенчатой классификации, предложенной Fukuda Н и Kitani М в 1995г [8].

Суточное мониторирование АД (СМАД) выполнялось системой полностью автоматического измерения давления АВРМ-04 (Meditech, Венгрия), основанной на осциллометрическом методе. Исследование проводилось в течение 24 ч на одной руке, в дневное время с интервалом в 15 мин, в ночное время — 30 мин. В исследование включались протоколы СМАД, включающие >80% успешных измерений.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета прикладных программ Statistica 10,0. В случаях нормального распределения результаты представлены в виде $M \pm SD$, где M — среднее арифметическое, SD — стандартное отклонение, а при отсутствии нормального распределения в виде $Me (Q_{25}-Q_{27})$, где Me — медиана, Q_{25} и Q_{27} — верхний и нижний квартили. Правильность распределения выборки проверяли с помощью теста Колмогорова-Смирнова. Для проверки равенства средних значений в двух выборках среди параметрических переменных применялся t-критерий Стьюдента. При получении ненормального распределения использовались непараметрические критерии, сравнение данных в этих выборках осуществлялось при помо-

щи критерия Манна-Уитни. Достоверность различий качественных признаков оценивали с помощью критерия согласия χ^2 . Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

Результаты

По результатам СМАД исходный уровень среднесуточного систолического АД (САД) в среднем по группе составил $158,8 \pm 15,6$ мм рт.ст., диастолического АД (ДАД) $89,9 \pm 15,1$ мм рт.ст. После РД наблюдался выраженный антигипертензивный эффект со значимым снижением уровня САД и ДАД на $10,3/5,5$ и $13,1/7,3$ мм рт.ст. через 6 и 12 мес., соответственно. Также снизились показатели офисного АД, уровни АД в дневные и ночные часы ($p < 0,001$) (табл. 2).

МРТ проводилась исходно всем включенным в исследование пациентам ($n=111$). Через 6 мес. после вмешательства МРТ выполнено 90 больным, через 12 мес. обследовано 63 человека. Ликвородинамические изменения, характеризующиеся расширением боковых желудочков мозга и/или субарахноидальных пространств, регистрировались у большинства пациентов (77%). Изолированное расширение тел боковых желудочков отмечалось исходно у 50% обследованных. Субарахноидальная гидроцефалия выявлена в 74% случаев. Сочетанное расширение желудочковой системы мозга и субарахноидальных пространств, соответствующее II степени нарушения ликвородинамики, отмечено у 40% больных. В динамике после проведения РД зафиксировано снижение относительного количества пациентов с I и II степенью ликвородинамических из-

менений и увеличение доли больных без выявленной патологии, однако достоверной разницы полученных результатов выявлено не было (табл. 3).

Через 6 мес. после проведения РД у пациентов с выраженными нарушениями ликвородинамики выявлено уменьшение линейных размеров желудочков мозга в виде уменьшения размера левого заднего рога бокового желудочка ($p=0,03$), а также поперечника III желудочка ($p=0,02$). Через 12 мес. уменьшились размеры переднего рога ($p=0,04$) и тела ($p=0,017$) левого бокового желудочка. Отмечалось положительное влияние РД на линейные размеры ликворопроводящей системы головного мозга, проявляющееся уменьшением среднего размера фронтальных субарахноидальных пространств ($p=0,028$).

Признаки ПБВ в ПВО исходно отсутствовали только у 10 человек (9%). Выраженность ПБВ в ПВО соответствовала 1 степени (классификация Н. Fukuda 1995г) у 47 (42%) обследованных, 2 степени у 39 (35%), 3 степени у 9 (8%), 4 степени у 4 (3,6%) человек. Фокальное ПБВ выявлено у 63 (56%) пациентов, наличие лакунарных инфарктов было обнаружено у 24 (21%) больных. Значимого изменения частоты и выраженности ПБВ в ПВО, фокальных ПБВ и лакунарных инфарктов после РД не выявлено (через 6 мес. фокальные повреждения встречались у 66% обследованных, через 12 мес. у 59%, лакунарные инфаркты у 26% и 25%, соответственно, $p>0,05$). Прямые взаимосвязи снижения АД с изменением выраженности нарушений ликвородинамики отсутствовали.

Обсуждение

В последнее время идет неуклонный рост распространения встречаемости АГ среди заболеваемости населения всего мира. У определенного количества пациентов даже на фоне назначения комбинированного лечения не удается достичь целевых уровней АД. В связи с чем разрабатываются новые немедикаментозные способы лечения гипертензии. Полученные нами результаты согласуются с результатами различных клинических исследований, указывающих на выраженный стойкий антигипертензивный эффект РД [9]. Снижение уровня АД наблюдалось как в дневные, так и в ночные часы, с нарастанием эффекта к концу исследования.

По данным МРТ головного мозга у большинства обследованных пациентов выявлены признаки цереброваскулярной патологии, проявляющиеся ликвородинамическими нарушениями, а также наличием ПВО различной степени, характерными для больных с АГ. Согласно многочисленным данным, подобные изменения являются предикторами высокого риска возникновения инсультов, деменции и летальности [10]. Проведение РД помимо значимого снижения АД сопровождалось положительным влиянием на

структурные признаки гипертензивной энцефалопатии в виде уменьшения размеров боковых желудочков головного мозга, фронтальных субарахноидальных пространств. Эти изменения имеют несомненное клиническое значение, поскольку отражают уменьшение компрессии тканей головного мозга избыточным количеством жидкости. Таким образом, полученные нами данные, а также отсутствие прямых связей уменьшения ликворных пространств с выраженностью снижения АД свидетельствуют о самостоятельном церебропротективном эффекте РД. К благоприятным эффектам РД на структуру головного мозга также можно отнести отсутствие прогрессирования степени выраженности перивентрикулярного гиперинтенсивного МР-сигнала после вмешательства, считающегося маркером хронической ишемии в зонах терминального кровообращения. Это, вероятно, объясняется гипотензивным действием денервации, способствующим улучшению мозгового кровотока и снижению внутричерепной гипертензии.

Следует отметить, что имеющиеся в настоящее время данные о церебропротективных эффектах РД весьма немногочисленны и касаются преимущественно экспериментальных исследований. К наиболее обсуждаемым механизмам церебропротективных эффектов РД относятся снижение локальной активности ренин-ангиотензиновой системы и оксидативного стресса в головном мозге, восстановление целостности гематоэнцефалического барьера, подавление процессов нейровоспаления [11, 12] и ослабление вазоспазма [13].

Сильной стороной представленного исследования было достаточно большое количество пациентов. Вместе с тем наше исследование было ограничено отсутствием группы контроля, относительно коротким сроком наблюдения и оценкой приверженности к лечению по данным опроса.

Предметом дальнейших исследований может служить оценка церебропротективных эффектов РД по результатам более длительного периода наблюдения. Кроме того, областью исследовательских задач может стать изучение взаимосвязи изменения церебральных повреждений с динамикой негемодинамических факторов, в т.ч. провоспалительных цитокинов, учитывая роль системного низкоинтенсивного воспаления в процессах церебрального повреждения [14, 15], а также поиск предикторов церебропротективной эффективности вмешательства.

Заключение

РД способствует выраженному снижению уровня АД и оказывает церебропротективное действие в виде уменьшения линейных размеров боковых желудочков головного мозга, сокращения размеров субарахноидальных пространств, а также отсутствия про-

грессирования ишемических изменений и признаков внутричерепной гипертензии после вмешательства.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

- Hengel FE, Sommer C, Wenzel U. Arterielle Hypertonie — Eine Übersicht für den ärztlichen Alltag. *Arterial Hypertension*. 2022;147(07):414-28. doi:10.1055/a-1577-8663.
- Adebayo O, Rogers RL. Hypertensive Emergencies in the Emergency Department. *Emerg Med Clin North Am*. 2015;33(3):539-51. doi:10.1016/j.emc.2015.04.005.
- Price RS, Kasner SE. Hypertension and hypertensive encephalopathy. *Handb Clin Neurol*. 2014;119:161-7. doi:10.1016/B978-0-7020-4086-3.00012-6.
- Mordovin VF, Pekarskiy SE, Falkovskaya AYU, et al. Diagnosis and treatment of chronic forms of cerebrovascular insufficiency in patients with hypertension. STT LLC Tomsk, 2011 p. 592. (In Russ.) Мордовин В. Ф., Пекарский С. Е., Фальковская А. Ю. и др. Диагностика и лечение хронических форм недостаточности мозгового кровообращения у больных с гипертонической болезнью. Томск: СТТ (Издательство "СТТ"), 2011 p. 592. ISBN: 978-5-93629-405-1.
- Kjeldsen SE, Fadl Elmula FE, Persu A, et al. Renal sympathetic denervation in the aftermath of Symplicity HTN-3. *Blood Press*. 2014;23:256-61. doi:10.3109/08037051.2014.953861.
- Glybochko PV, Svetankova AA, Rodionov AV, et al. Renal denervation with a resistant arterial hypertension: the results of a five-year follow-up. *Ter Arkh*. 2018;90(9):88-91. (In Russ.) Глыбочко П. В., Светанкова А. А., Родионов А. В. и др. Ренальная денервация при резистентной артериальной гипертензии: результаты 5-летнего наблюдения. *Терапевтический архив*. 2018;90(9):88-91. doi:10.26442/terarkh201890988-91.
- Gapon LI, Mikova EV, Krinichkin DV, et al. Renal artery denervation in patients with resistant arterial hypertension: clinical and organ-protective effect. *Systemic Hypertension*. 2021;18(3):153-60. (In Russ.) Гапон Л. И., Микова Е. В., Криничкин Д. В. и др. Ренальная денервация почечных артерий при резистентной артериальной гипертензии: клинический и органопротективный эффект. *Системные гипертензии*. 2021;18(3):153-60. doi:10.26442/2075082X.2021.3.201090.
- Fukuda H, Kitani M. Differences between treated and untreated hypertensive subjects in extent of periventricular hyperintensities observed on brain MRI. *Stroke*. 1995;9(26):1593-7. doi:10.1161/01.STR.26.9.1593.
- Ionov MV, Emelyanov IV, Vakhruшев AD, et al. Experience of using multielectrode catheter systems to perform radiofrequency renal sympathetic denervation in patients with resistant hypertension: immediate procedural effects. *Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(2):4794. (In Russ.) Ионов М. В., Емельянов И. В., Вахрушев А. Д. и др. Опыт применения многоконтактных катетерных систем для проведения радиочастотной симпатической денервации почечных артерий у пациентов с резистентной артериальной гипертензией: непосредственные результаты вмешательства. *Российский кардиологический журнал*. 2022;27(2):4794. doi:10.15829/1560-4071-2022-4794.
- Debette S, Schilling S, Duperron MG, et al. Clinical significance of magnetic resonance imaging markers of vascular brain injury: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Neurology*. 2019;76(1):81-94. doi:10.1001/jamaneurol.2018.3122.
- Nishi EE, Lopes NR, Gomes GN, et al. Renal denervation reduces sympathetic overactivation, brain oxidative stress, and renal injury in rats with renovascular hypertension independent of its effects on reducing blood pressure. *Hypertension Research*. 2019;42(5):628-40. doi:10.1038/s41440-018-0171-9.
- Huo JY, Jiang WY, Lyu YT, et al. Renal denervation attenuates neuroinflammation in the brain by regulating gut-brain axis in rats with myocardial infarction. *Frontiers in cardiovascular medicine*. 2021;8:266. doi:10.3389/fcvm.2021.650140.
- Takemoto Y, Hasegawa Y, Hayashi K, et al. The Stabilization of central sympathetic nerve activation by renal denervation prevents cerebral vasospasm after subarachnoid hemorrhage in rats. *Translational stroke research*. 2020;11:528-40. doi:10.1007/s12975-019-00740-9.
- Libby P, Mallat Z, Weyand C. Immune and inflammatory mechanisms mediate cardiovascular diseases from head to toe. *Cardiovasc Res*. 2021;117(13):2503-5. doi:10.1093/cvr/cvab332.
- Falkovskaya AYU, Mordovin VF, Sukhareva AE, et al. Cerebrovascular disorders in patients with type 2 diabetes mellitus and resistant hypertension. *Diabetes mellitus*. 2022;25(2):128-35. (In Russ.) Фальковская А. Ю., Мордовин В. Ф., Сухарева А. Е. и др. Цереброваскулярная патология у больных резистентной артериальной гипертензией в сочетании с сахарным диабетом 2 типа. *Сахарный диабет*. 2022;25(2):128-35. doi:10.14341/DM12779.