

Оригинальная статья

# Радиочастотная денервация почечных артерий моноэлектродным и мультиэлектродным устройствами у пациентов с неконтролируемой артериальной гипертензией: результаты 6-месячного наблюдения

Р.А. Агаева<sup>✉</sup>, Н.М. Данилов, Г.В. Щелкова, Ю.Г. Матчин, И.Е. Чазова

Институт клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, Россия, Москва

<sup>✉</sup>reg-agava@mail.ru

## Аннотация

**Цель.** Оценить эффективность и безопасность радиочастотной денервации (РДН) почечных артерий моноэлектродным и мультиэлектродным устройствами у пациентов с неконтролируемой артериальной гипертензией (АГ) через 6 мес после РДН.

**Материалы и методы.** В исследование были включены 52 пациента с неконтролируемой АГ на фоне приема многокомпонентной гипотензивной терапии, включающей диуретическое средство. Пациентам была проведена РДН почечных артерий моноэлектродным (группа А; n=27) и мультиэлектродным устройствами (группа Б; n=25). В группе А проводилась радиочастотная обработка только основного ствола почечной артерии, а в группе Б – основного ствола и дистальных ветвей почечной артерии. Также проводилась ренальная денервация добавочных артерий при технической возможности. Эффективность процедуры оценивалась по данным клинического измерения и суточного мониторинга артериального давления (АД). Безопасность процедуры оценивалась по данным динамики креатинина и скорости клубочковой фильтрации (по формуле MDRD), а также ультразвукового исследования почек и дуплексного сканирования почечных артерий.

**Результаты.** По данным клинического измерения АД в группах А и Б через 6 мес после РДН отмечалось снижение систолического (САД)/диастолического АД (ДАД) на 32/14 и 30/10 мм рт. ст. ( $p=0,00001/p=0,00001$  и  $p=0,00001/0,0004$ ) соответственно. В группе А по данным суточного мониторинга АД через 6 мес отмечалось снижение среднесуточного САД и ДАД на 7 и 4 мм рт. ст. ( $p=0,01$  и  $p=0,03$ ), в группе Б – на 12 и 6 мм рт. ст. ( $p=0,0003$  и  $p=0,0007$ ) соответственно. Осложнений, связанных с процедурой как непосредственно, так и через 6 мес после процедуры, зарегистрировано не было.

**Выводы.** Полученные результаты подтверждают безопасность и эффективность РДН почечных артерий. РДН дистальных ветвей почечных артерий приводит к большему гипотензивному эффекту.

**Ключевые слова:** артериальная гипертензия, ренальная денервация, моноэлектродное устройство, мультиэлектродное устройство.

**Для цитирования:** Агаева Р.А., Данилов Н.М., Щелкова Г.В. и др. Радиочастотная денервация почечных артерий моноэлектродным и мультиэлектродным устройствами у пациентов с неконтролируемой артериальной гипертензией: результаты 6-месячного наблюдения. Системные гипертензии. 2020; 17 (1): 46–50. DOI: 10.26442/2075082X.2020.1.200077

## Radiofrequency renal denervation with mono-electrode and multi-electrode device for treatment in patient with uncontrolled hypertension: results of a 6-month follow-up

[Original Article]

Regina A. Agaeva<sup>✉</sup>, Nikolai M. Danilov, Galina V. Shhchelkova, Yuri G. Matchin, Irina E. Chazova

Myasnikov Institute of Cardiology of National Medical Research Center for Cardiology, Russia, Moscow

<sup>✉</sup>reg-agava@mail.ru

**For citation:** Agaeva R.A., Danilov N.M., Shhchelkova G.V. et al. Radiofrequency renal denervation with mono-electrode and multi-electrode device for treatment in patient with uncontrolled hypertension: results of a 6-month follow-up. Systemic Hypertension. 2020; 17 (1): 46–50. DOI: 10.26442/2075082X.2020.1.200077

## Abstract

**Aim.** To study the efficacy and safety of radiofrequency renal denervation with mono-electrode and multi-electrode devices in patients with uncontrolled arterial hypertension during a 6-month follow-up period.

**Materials and methods.** The study included 52 patients with uncontrolled arterial hypertension, while receiving multicomponent antihypertensive therapy, including diuretic. Patients underwent radiofrequency renal denervation with a mono-electrode (group A; n=27) and multi-electrode devices (group B; n=25). The effectiveness of the procedure was studied according to office blood pressure (BP) and ambulatory blood pressure monitoring (ABPM).

**Results.** In group A and B, according to office BP after 6 months, there decreased in SBP/DBP by 32/14 and 30/10 mmHg ( $p=0.00001/p=0.00001$  and  $p=0.00001/0.0004$ ) respectively. According to ABPM, in group A there was a decrease in the average daily SBP and DBP by 7 and 4 mmHg ( $p=0.01$  and  $p=0.03$ ) respectively. According to ABPM, after 6 months in group B, there was a decrease in the average daily SBP and DBP by 12 and 6 mmHg ( $p=0.0003$  and  $p=0.0007$ ) respectively.

**Conclusions.** The results confirm the safety and effectiveness of radiofrequency renal denervation. RDN of the distal branches of the renal arteries leads to a greater hypotensive effect.

**Key words:** hypertension, renal denervation, mono-electrode catheter, multi-electrode catheter.

## Введение

Артериальная гипертензия (АГ) является одним из основных факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. Несмотря на значительные успехи антигипертензивной фармакотерапии, вопрос лечения таких тяжелых форм гипертензии, как резистентная и рефрактерная, остается открытым [1]. Более 10 лет назад на помощь антигипертензивной терапии (АГТ) в лечении больных с неконтролируемыми формами АГ пришел

метод радиочастотной денервации (РДН) почечных артерий. Первые исследования, как нерандомизированные (Simplicity HTN-1), так и рандомизированные (Simplicity HTN-2), подтвердили эффективность и безопасность процедуры [1–3]. Однако первое крупное рандомизированное контролируемое исследование Simplicity HTN-3 не продемонстрировало значительного влияния ренальной денервации как на клиническое, так и на амбулаторное артериальное давление (АД) по сравнению с груп-

пой пациентов, которым проводили имитацию процедуры [4]. Неоднозначные результаты исследования побудили исследователей провести поиск возможных причин неэффективности процедуры. Был выявлен ряд факторов, которые могли повлиять на результаты Symplicity HTN-3, одними из основных были недостатки катетера I поколения для проведения процедуры, а также неполная десимпатизация почечных артерий в связи с особенностями топографии почечных нервов. В исследовании Symplicity HTN-3 все точки абляции находились в стволе почечной артерии [5, 6]. Подобная техника была бы эффективна только в том случае, если бы почечные волокна располагались наиболее близко к просвету сосуда в области устья почечной артерии и ее основной ветви. Согласно же ряду исследований почечные симпатические нервы расположены близко к просвету почечной артерии в дистальной ее части, ближе к бифуркации, и ветвях основной почечной артерии [7–11]. На основании указанных данных была внедрена в клиническую практику новая техника ренальной денервации, которая подразумевала радиочастотную абляцию как ствола почечной артерии, так и ее дистальных ветвей, так называемая комбинированная денервация.

В ноябре 2011 г. в Российской Федерации на базе Научно-исследовательского института клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова впервые была проведена ренальная денервация с применением моноэлектродного устройства Symplicity Flex [12], а в октябре 2018 г. – с мультиэлектродным катетером II поколения Symplicity Spiral с использованием комбинированной техники ренальной денервации [13]. В настоящей работе представлены результаты наблюдения у 52 пациентов.

**Цель работы** – оценить эффективность и безопасность РДН почечных артерий моноэлектродным и мультиэлектродным устройствами у пациентов с неконтролируемой артериальной гипертензией (АГ) через 6 мес после РДН.

## Материалы и методы

На базе отдела гипертонии ИКК им. А.Л. Мясникова проведено исследование с участием 52 пациентов с неконтролируемой АГ. Критериями включения являлись систолическое АД (САД) и диастолическое АД (ДАД) более 140 и 90 мм рт. ст. по данным суточного мониторирования АД (СМАД) на фоне регулярного приема 3 и более антигипертензивных препаратов в максимально переносимых или допустимых дозировках, включая диуретическое средство. У всех пациентов до включения в исследование были исключены вторичные формы АГ. Критериями исключения также являлись патология со стороны почечных артерий (гемодинамически значимое стенозирование почечных артерий, наличие стента в почечных артериях), тяжелая почечная недостаточность (скорость клубочковой фильтрации – СКФ < 45 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>) и другие тяжелые сопутствующие заболевания, повышающие операционный риск. Для оценки анатомии почечных артерий всем пациентам проводились магнитно-резонансная томография или мультиспиральная компьютерная томография с внутривенным контрастированием. Для проведения РДН почечных артерий использовались 2 вида катетера: моноэлектродный и мультиэлектродный. В зависимости от типа устройства пациенты были разделены на группы А и Б. В группе А ренальная денервация проводилась моноэлектродным Medtronic Ardian Symplicity Catheter System (Medtronic™, США), в группе Б – мультиэлектродным Spyrat Symplicity Catheter System (Medtronic™, США).

### Medtronic Ardian Symplicity Catheter System (Medtronic™, США), группа А

В группу А были включены 27 пациентов, которым была выполнена РДН однополярным моноэлектродным устройством Medtronic Ardian Symplicity Catheter System. Клиническая характеристика и медикаментозная терапия пациентов представлены в табл. 1. Необходимым условием для проведения процедуры с использованием моноэлектродного устройства являлись диаметр почечных артерий более 4 мм и протяженность участка до первой бифуркации не менее 20 мм. При использовании данно-

**Таблица 1. Клиническая характеристика и медикаментозная терапия пациентов в группе А**

**Table 1. Clinical characteristics and pharmacological therapy of patients in group A**

Показатель	Группа А (n=27)
Возраст, лет	54±11
Пол (мужчины), абс. (%)	11 (40)
Длительность АГ, годы	20,6±13,2
Отягощенная наследственность по АГ, абс. (%)	19 (70,4)
Курение, абс. (%)	4 (14,8)
Креатинин, мкмоль/л	79,6±19,2
СКФ (MDRD), мл/мин/1,73 м <sup>2</sup>	78±24
Количество принимаемых гипотензивных препаратов	4,9±0,9
Диуретики, абс. (%)	27 (100)
ИАПФ, абс. (%)	6 (22,2)
БРА II, абс. (%)	21 (77,8)
β-Адреноблокаторы, абс. (%)	22 (81,5)
Блокаторы кальциевых каналов, абс. (%)	24 (88,9)
Антагонисты альдостерона, абс. (%)	27 (100)
Агонисты I1-имидазолиновых рецепторов, абс. (%)	19 (70,4)
α-Адреноблокаторы, абс. (%)	2 (7,4)

**Примечание.** СКФ – расчет по формуле MDRD, ИАПФ – ингибитор ангиотензинпревращающего фермента; БРА II – блокаторы рецепторов ангиотензина II.

**Таблица 2. Клиническая характеристика и медикаментозная терапия пациентов в группе Б**

**Table 2. Clinical characteristics and pharmacological therapy of patients in group B**

Показатель	Группа Б (n=25)
Возраст, лет	54±14
Пол (мужчины), абс. (%)	9 (39)
Длительность АГ, годы	18±10
Отягощенная наследственность по АГ, абс. (%)	13 (52)
Курение, абс. (%)	4 (16)
Креатинин, мкмоль/л	84±20
СКФ (MDRD), мл/мин/1,73 м <sup>2</sup>	75±18
Количество принимаемых гипотензивных препаратов	5,3±0,9
Диуретики, абс. (%)	24 (96)
ИАПФ, абс. (%)	1 (4)
БРА II, абс. (%)	24 (96)
β-Адреноблокаторы, абс. (%)	21 (84)
Блокаторы кальциевых каналов, абс. (%)	23 (92)
Антагонисты альдостерона, абс. (%)	23(92)
Агонисты I1-имидазолиновых рецепторов, абс. (%)	18 (22)
α-Адреноблокаторы, абс. (%)	22 (88)

го типа катетера проводилась абляция только ствола почечной артерии и добавочных ветвей при их диаметре не менее 4 мм.

Medtronic Ardian Symplicity Catheter System представляет собой катетер с изогнутым кончиком с механизмом вращения и управления. Исходно он позиционировался проксимальнее бифуркации почечной артерии для проведения первой абляции, далее, продвигая катетер проксимальнее на 4–8 мм и вращая его на 45°, проводились последующие воздействия. В каждой основной почечной артерии выполнялось минимум по 4–8 аппликаций с каждой стороны. Длительность каждого радиочастотного воздействия составляла 2 мин.

### Spyrat Symplicity Catheter System (Medtronic™, США), группа Б

В этой группе 25 пациентов прошли через процедуры РДН однополярным мультиэлектродным устройством Spyrat Symplicity

**Таблица 3. Динамика САД и ДАД по данным клинического измерения и СМАД в группе А**

**Table 3. Systolic blood pressure and diastolic blood pressure according to clinical measurement results and 24-hour blood pressure monitoring in group A**

Показатель	Группа А (РДН моноэлектродным устройством), n=27			
	исходно	через 6 мес	разница	p
<b>Клиническое АД</b>				
САД	172 [164; 190]	140 [130; 150]	-32	0,00001
ДАД	100 [94; 111]	86 [80; 90]	-14	0,00001
<b>СМАД</b>				
Среднесуточное САД	149 [147; 161]	142 [137; 157]	-7	0,01
Среднесуточное ДАД	90 [78; 102]	86 [74; 96]	-4	0,03
Среднедневное САД	156 [149; 171]	149 [140; 164]	-7	0,09
Среднедневное ДАД	95 [82; 107]	87 [76; 95]	-8	0,001
Средноночное САД	144 [141; 153]	138 [127; 149]	-6	0,06
Средноночное ДАД	83 [73; 93]	80 [70; 90]	-3	0,2

**Таблица 4. Технические характеристики процедуры в группе А**  
**Table 4. Technical specifications of the procedure in group A**

Показатель	Группа А
Длительность оперативного вмешательства, мин	87±7
Длительность РДН, мин	57±7
Количество контрастного вещества, мл	252±88
Количество прижиганий справа	6±1,2
Количество прижиганий слева	6±1,8
Дистальная денервация	0
Доступ	Феморальный, n=27 (100%)
Прижигание добавочных артерий	0,7±1,7

Catheter System. Клиническая характеристика и медикаментозная терапия группы представлены в табл. 2. Spyrul Symplicity Catheter System представляет собой спиралевидный катетер, на поверхности которого расположено 4 электрода, по которым радиочастотные воздействия доставляются одновременно в течение 60 с. Строение катетера Symplicity Spyrul позволяет производить радиочастотную обработку не только ствола почечной артерии, но и ее ветвей, диаметр которых не менее 3 мм. С каждой стороны в основной почечной артерии и ее дистальных ветвях проводилось от 10 до 50 воздействий в зависимости от длины и диаметра почечной артерии. Во всех случаях проводилась радиочастотная обработка добавочных артерий.

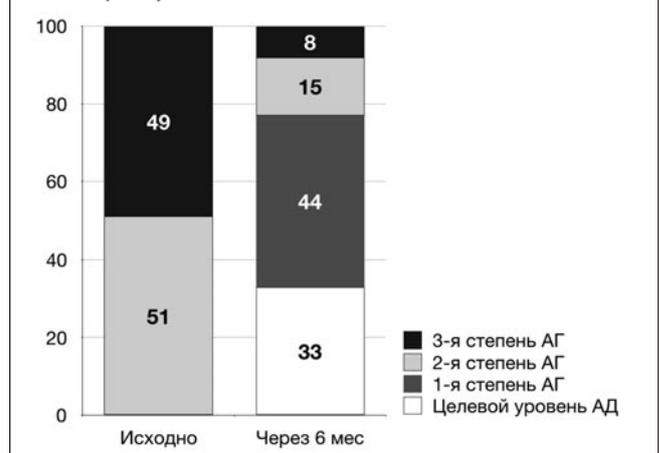
Всем пациентам, включенным в исследование, процедура РДН проводилась в условиях рентгеноперационной. Для катетеризации почечных артерий использовались феморальный и радиальный доступ. После процедуры РДН пациенты находились на исходной многокомпонентной АГТ. Для оценки функции почек всем пациентам через 48–72 ч после РДН и перед выпиской определяли уровень креатинина крови и расчет СКФ по формуле MDRD. Для оценки безопасности процедуры всем пациентам через 6 мес проводились контроль уровня креатинина, СКФ, ультразвуковое исследование почек и дуплексное сканирование почечных артерий. Эффективность РДН оценивалась по данным клинического измерения и СМАД.

#### Статистика

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета программ Microsoft Excel (США),

**Рис. 1. Динамика степени снижения АД по данным клинического измерения АД в группе А через 6 мес после РДН (%).**

**Fig. 1. Blood pressure decrease dynamics according to blood pressure clinical measurement in group A 6 months after radiofrequency denervation (%).**



WixardMac (Evan Miller, США). Для статистического анализа применялись непараметрические методы. Результаты описаны в следующем виде – медиана и процентиля [Me (P25; P75)]. Внутригрупповой анализ проводился с использованием непараметрического теста Вилкоксона. Статистически значимыми считались различия при  $p < 0,05$ .

#### Результаты

##### Оценка эффективности РДН в группе А через 6 мес после процедуры

По данным клинического измерения в группе А исходно САД и ДАД составили 178 и 100 мм рт. ст. соответственно. При этом САД превышало целевой уровень в 100% измерений (51% – АГ 2-й степени, 49% – АГ 3-й степени). По данным СМАД в группе А исходно среднесуточные показатели САД и ДАД составляли 156 и 95 мм рт. ст.

Через 6 мес после РДН в группе А по данным клинического измерения отмечалось выраженное снижение САД и ДАД на 32 и 14 мм рт. ст. соответственно ( $p=0,00001$  и  $p=0,00001$ ). К 6-му месяцу наблюдения целевой уровень САД был зарегистрирован у 33% больных. Также отмечались увеличение числа пациентов с 1-й степенью АГ до 44% и уменьшение числа пациентов со 2-й степенью АГ до 15%. Число пациентов с 3-й степенью АГ к концу наблюдения составило 8% (рис. 1). Через 6 мес отмечалось снижение среднесуточных показателей САД и ДАД по данным СМАД на 7 и 4 мм рт. ст. ( $p=0,01$  и  $p=0,03$ ), а среднедневных – на 7 и 8 мм рт. ст. ( $p=0,09$  и  $p=0,001$ ) соответственно. В ночные часы САД и ДАД снизились на 6 и 3 мм рт. ст. ( $p=0,06$  и  $p=0,2$ ) соответственно. Динамика САД и ДАД по данным клинического измерения и СМАД представлена в табл. 3.

При проведении РДН с применением Medtronic Ardian Symplicity Catheter System для катетеризации почечных артерий использовался только феморальный доступ. Среднее время оперативного вмешательства составило  $87 \pm 7$  мин. Среднее количество воздействий справа и слева  $6 \pm 1,2$  и  $6 \pm 1,8$  соответственно. Остальные технические характеристики процедуры представлены в табл. 4.

##### Оценка эффективности РДН в группе Б через 6 мес после процедуры

Исходно в группе Б по данным клинического измерения САД и ДАД составляли 181 и 107 мм рт. ст. Исходно САД превышал целевой уровень в 100% случаев (АГ 1-й степени зарегистрировано у 25% пациентов, АГ 2-й степени – 25%, АГ 3-й степени – 50%); рис. 2. По данным СМАД исходные среднедневные показатели САД и ДАД составили 161 и 93 мм рт. ст.

**Таблица 5. Динамика САД и ДАД по данным клинического измерения и СМАД в группе Б**

Table 5. Systolic blood pressure and diastolic blood pressure according to clinical measurement results and 24-hour blood pressure monitoring in group B

Показатель	Группа Б (РДН мультиэлектродным устройством), n=25			
	исходно	через 6 мес	разница	p
<b>Клиническое АД</b>				
САД	180 [160; 200]	150 [135; 180]	-30	0,00001
ДАД	100 [90; 120]	90 [80; 100]	-10	0,0004
<b>СМАД</b>				
Среднесуточное САД	158 [147; 173]	146 [136; 160]	-12	0,0003
Среднесуточное ДАД	94 [77; 111]	80 [70; 106]	-6	0,0007
Среднедневное САД	168 [151; 175]	146 [139; 160]	-22	0,0003
Среднедневное ДАД	96 [80; 120]	84 [75; 109]	-12	0,002
Средне ночное САД	145 [130; 162]	136 [121; 149]	-9	0,00006
Средне ночное ДАД	82 [72; 104]	72 [67; 92]	-10	0,03

**Таблица 6. Технические характеристики процедуры в группе Б**  
Table 6. Technical specifications of the procedure in group B

Показатель	Группа Б
Длительность оперативного вмешательства, мин	81±23
Длительность РДН, мин	52±20
Количество контрастного вещества, мл	394±162
Количество прижиганий справа	24±5
Количество прижиганий слева	20±2
Стволовая денервация	14±4
Дистальная денервация	28±4
Доступ	Феморальный, 17 (68%) Радиальный, 8 (32%)
Прижигание добавочных артерий	2,72±1,5

Через 6 мес наблюдения после РДН отмечалось выраженное снижение САД и ДАД на 30 и 10 мм рт. ст. соответственно ( $p=0,00001$  и  $p=0,0004$ ). К концу наблюдения целевой уровень АД был достигнут у 33% больных и значительно реже регистрировалась тяжелая АГ 3-й степени (26% случаев против 50%). Через 6 мес у всех пациентов группы Б также отмечалось снижение среднесуточных и среднедневных САД и ДАД на 12 и 6 мм рт. ст. ( $p=0,0003$  и  $p=0,0007$ ), а среднедневных – на 22 и 12 мм рт. ст. ( $p=0,0003$  и  $p=0,002$ ) соответственно. Также отмечалось снижение ночных САД и ДАД на 9 и 10 мм рт. ст. соответственно ( $p=0,00006$  и  $p=0,03$ ). Динамика САД и ДАД по данным клинического измерения и СМАД представлена в табл. 5.

Для проведения РДН устройством Spyrax Symplicity Catheter System использовались феморальный и радиальный доступы. Так как рабочая длина катетера Spyrax Symplicity Catheter System составляет 117 см, это позволяет проводить процедуру РДН радиальным доступом у пациентов ростом не выше 165 см. Так, радиальный доступ был применен в 8 (15,6%) случаях. Среднее время оперативного вмешательства составило 81±23 мин. Среднее количество воздействий справа и слева 24±5 и 20±2 соответственно. Технические характеристики процедуры РДН в группе Б представлены в табл. 6.

**Рис. 2. Динамика степени снижения АГ по данным клинического измерения АД в группе Б через 6 мес после РДН (%).**

Fig. 2. Blood pressure decrease dynamics according to blood pressure clinical measurement in group B 6 months after radiofrequency denervation (%).



В группах А и Б не выявлено осложнений, связанных с процедурой РДН как непосредственно после процедуры, так и через 6 мес. Осложнений с местом доступа также зарегистрировано не было.

## Обсуждение

В нашем исследовании была показана эффективность радиочастотной ренальной денервации у пациентов с неконтролируемой АГ в комбинации с многокомпонентной АГТ. В группе А, где процедура выполнялась с однополярным моноэлектродным устройством I поколения, продемонстрировано достоверное снижение АД как по данным клинического измерения, так и по данным СМАД. По данным клинического измерения АД показатели САД и ДАД снизились на 32 и 14 мм рт. ст. ( $p=0,00001$  и  $p=0,00001$ ) соответственно. По данным СМАД был продемонстрирован гипотензивный эффект в виде снижения среднесуточных САД и ДАД на 7 и 4 мм рт. ст. ( $p=0,01$  и  $p=0,03$ ) соответственно. Наши данные сопоставимы с результатами исследований Symplicity HTN-1, Symplicity HTN-2 [1–3], где также отмечался схожий гипотензивный эффект по данным клинического измерения. Помимо оценки клинического АД, как в упомянутых исследованиях, нами также проводилась оценка изменений по данным СМАД.

В группе Б, где процедура выполнялась с применением однополярного мультиэлектродного устройства II поколения, выявлено выраженное достоверное снижение САД и ДАД по данным клинического измерения на 30 и 10 мм рт. ст. соответственно ( $p=0,00001$  и  $p=0,0004$ ) и среднесуточных показателей по данным СМАД на 12 и 6 мм рт. ст. ( $p=0,0003$  и  $p=0,0007$ ). По данным последнего крупного рандомизированного исследования SPYRAL HTN-ON MED также отмечалось снижение клинического САД и ДАД на 9,4 и 5,2 мм рт. ст. ( $p=0,0001$ ) и среднесуточных показателей по данным СМАД на 9 и 6 мм рт. ст. ( $p=0,0001$ ) соответственно. Полученные нами данные сопоставимы с результатами данного исследования [14, 15].

Как в крупных рандомизированных, так и в нашем исследовании ренальная денервация устройствами I и II поколения показала себя эффективной в снижении клинического САД и ДАД. Однако по данным СМАД было продемонстрировано более выраженное снижение АД, в том числе и средненочных САД и ДАД, что не наблюдалось в группе А. Разумно предположить, что это связано с тем, что применение устройств I поколения не позволяет достичь полной почечной денервации по следующим причинам. Во-первых, устройство I поколения имеет на конце катетера один электрод, что затрудняет проведение радиочастотных воздействий по всей окружности сосуда. Это может приводить к неполной десимпатизации почечных артерий. Напротив, устройства II поколения являются

мультиэлектродными и имеют на своей поверхности несколько электродов, что позволяет проводить ренальную денервацию по всей окружности сосуда. Во-вторых, применение устройств II поколения позволяет проводить радиочастотные аппликации не только в стволе почечных артерий, как это проводилось в исследованиях с применением катетеров I поколения, но их дистальных ветвей.

Как и в SPYRAL HTN-ON MED, так и в нашем исследовании радиочастотные воздействия проводились от устья основной почечной артерии до дистальных ветвей у ворот почки, что, соответственно, привело к увеличению количества точек абляции в 2–3 раза.

Как уже было сказано, это объясняется тем, что большинство почечных нервных волокон отдалены от просвета сосуда в проксимальном отделе и становятся более доступными для эндоваскулярного лечения главным образом в дистальной части сосуда, включая главные ветви. Усовершенствование техники РДН привело к более полной десимпатизации почечных волокон и, как следствие, большей динамике снижения АД. Последние исследования в области изучения РДН говорят о том, что фокусировка радиочастотной энергии в области дистальных отделов почечной артерии за пределами бифуркации приводит к более значительному снижению среднего САД и ДАД как в дневные, так и в ночные часы по данным СМАД. Это подтверждается и в нашем исследовании.

Важным преимуществом устройства II поколения является возможность проведения процедуры радиальным доступом.

Применение радиального доступа более безопасно, снижает риск осложнений в зоне пункции, позволяет рано активизировать пациента после процедуры, а также сокращает продолжительность госпитализации.

В нашем исследовании проведено 52 процедуры РДН с различными катетерами: однополярным моноэлектродным и однополярным мультиэлектродным. Не зарегистрировано ни одного осложнения со стороны почек, почечных артерий, места пункции, а также появления новых сосудисто-сердечных катастроф, связанных с вмешательством как непосредственно после процедуры, так и за весь период наблюдения.

### Заключение

Полученные нами результаты подтверждают эффективность и безопасность РДН почечных артерий с использованием как моноэлектродного, так и мультиэлектродного катетера нового поколения у пациентов с неконтролируемой АГ на фоне АГТ. Эти данные подтверждают, что дальнейшее развитие ренальной денервации должно быть сосредоточено на усовершенствовании устройств для проведения процедуры, что будет способствовать более полной десимпатизации нервных волокон и приведет к более предсказуемому и выраженному гипотензивному эффекту.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interests.** The authors declare that there is not conflict of interests.

## Литература/References

1. Symplicity HTN-1 Investigators. Catheter-based renal sympathetic denervation for resistant hypertension: durability of blood pressure reduction out to 24 months. *Hypertension* 2011; 57: 911–7.
2. Krum H, Schlaich MP, Bohm M et al. Percutaneous renal denervation in patients with treatment-resistant hypertension: final 3-year report of the Symplicity HTN-1 study. *Lancet* 2014; 383: 622–9.
3. Elser MD, Krum H, Schlaich M et al; Symplicity HTN-2 Investigators. Renal sympathetic denervation for treatment of drug-resistant hypertension: one-years results from the Symplicity HTN-2 randomized, controlled trial. *Circulation* 2012; 126 (25): 2976–82.
4. Kandzari DE, Bhatt DL, Brar S et al. Predictors of blood pressure response in the SYMPPLICITY HTN-3 trial. *Eur Heart J* 2015; 36: 219–27.
5. Mahfud F. Predictors of nonresponse to renal denervation in a real world population of patients with uncontrolled hypertension: Analysis of the Global SYMPPLICITY Registry. *EuroPCR* 2014.
6. Flack JM, Bhatt DL, Kandzari DE et al. An analysis of the blood pressure and safety outcomes to renal denervation in African Americans and non-African Americans in the SYMPPLICITY HTN-3 trial. *J Am Soc Hypertens* 2015; 9: 769–79.
7. Fengler K, Ewen S, Hollriegel R et al. Blood Pressure Response to Main Renal Artery and Combined Main Renal Artery Plus Branch Renal Denervation in Patients With Resistant Hypertension. *J Am Heart Assoc* 2017; 1–7. DOI: 10.1161/JAHA.117.006196.
8. Pekarskiy SE, Baev AE, Mordovin VF et al. Denervation of the distal renal arterial branches vs. conventional main renal artery treatment: a randomized controlled trial for treatment of resistant hypertension. *J Hypertens* 2017; 35: 369–75.
9. Sakakura K, Ladich E, Cheng Q et al. Anatomic assessment of sympathetic peri-arterial renal nerves in man. *J Am Coll Cardiol* 2014; 64: 635–43.
10. Mahfoud F, Tunev S, Ewen S et al. Impact of lesion placement on efficacy and safety of catheter-based radiofrequency renal denervation. *J Am Coll Cardiol* 2015; 66: 1766–75.
11. Henegar JR, Zhang Y, Hata C et al. Catheter-based radiofrequency renal denervation: location effects on renal norepinephrine. *Am J Hypertens* 2015; 28: 909–14.
12. Агаева Р.А., Данилов Н.М., Щелкова Г.В. и др. Радиочастотная денервация почечных артерий с применением различных устройств у пациентов с неконтролируемой артериальной гипертензией. *Системные гипертензии*. 2018; 15 (4): 34–8. DOI: 10.26442/2075082X.2018.4.000043 [Агаева Р.А., Данилов Н.М., Щелкова Г.В. et al. Radiofrequency renal denervation with different device for treatment in patient with uncontrolled hypertension. *Systemic Hypertension*. 2018; 15 (4): 34–8. DOI: 10.26442/2075082X.2018.4.000043 (in Russian).]
13. Данилов Н.М., Матчин Ю.Г., Чазова И.Е. Эндоваскулярная радиочастотная денервация почечных артерий – инновационный метод лечения рефрактерной артериальной гипертензии. Первый опыт в России. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2012; 51–3. [Danilov N.M., Matchin Yu.G., Chazova I.E. Endovaskularnaya radiochastotnaya denervatsiya pochechnykh arteriy – innovatsionnyi metod lecheniya refrakternoi arterial'noi gipertonii. Pervyi opyt v Rossii. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2012; 51–3 (in Russian).]
14. Kandzari D, Böhm M, Mahfoud F et al. Effect of renal denervation on blood pressure in the presence of antihypertensive drugs: 6-month efficacy and safety results from the SPYRAL HTN-ON MED proof-of-concept randomised trial. *Lancet* 2018; 1–10. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30951-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30951-6);
15. Townsend RR, Mahfoud F, Kandzari DE et al. Catheter-based renal denervation in patients with uncontrolled hypertension in the absence of antihypertensive medications (SPYRAL HTN-OFF MED): a randomised, sham-controlled, proof-of-concept trial. *Lancet*. 2017 Nov 11; 390 (10108): 2160–70.

## Информация об авторах / Information about the authors

**Агаева Регина Агаевна** – аспирант отдела гипертензии ИКК им. А.Л. Мясникова ФГБУ «НМИЦ кардиологии». E-mail: reg-agava@mail.ru

**Данилов Николай Михайлович** – д-р мед. наук, вед. науч. сотр. отд. гипертензии ИКК им. А.Л. Мясникова ФГБУ «НМИЦ кардиологии». E-mail: ndanilov1@gmail.com

**Щелкова Галина Владимировна** – канд. мед. наук, науч. сотр. научно-экспертного отд., врач-кардиолог отд. гипертензии ИКК им. А.Л. Мясникова ФГБУ «НМИЦ кардиологии». E-mail: galina03@yandex.ru

**Матчин Юрий Георгиевич** – д-р мед. наук, зав. отд. рентгеноэндоваскулярных методов диагностики и лечения ИКК им. А.Л. Мясникова ФГБУ «НМИЦ кардиологии». E-mail: yumatchin@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0200-852X>

**Чазова Ирина Евгеньевна** – акад. РАН, д-р мед. наук, проф., зам. ген. дир. по научно-экспертной работе ФГБУ «НМИЦ кардиологии». E-mail: c34h@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9822-4357>

**Regina A. Agaeva** – Graduate Student, Myasnikov Institute of Cardiology of National Medical Research Center for Cardiology. E-mail: reg-agava@mail.ru

**Nikolai M. Danilov** – D. Sci. (Med.), Myasnikov Institute of Cardiology of National Medical Research Center for Cardiology. E-mail: ndanilov1@gmail.com

**Galina V. Shchelkova** – Cand. Sci. (Med.), Myasnikov Institute of Cardiology of National Medical Research Center for Cardiology. E-mail: galina03@yandex.ru

**Yuri G. Matchin** – D. Sci. (Med.), Myasnikov Institute of Cardiology of National Medical Research Center for Cardiology. E-mail: yumatchin@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0200-852X>

**Irina E. Chazova** – D. Sci. (Med.), Prof., Acad. RAS, National Medical Research Center for Cardiology. E-mail: c34h@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9822-4357>

Статья поступила в редакцию / The article received: 03.03.2020

Статья принята к печати / The article approved for publication: 30.03.2020