

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАДИОЧАСТОТНЫХ МОНОЭЛЕКТРОДНЫХ И МУЛЬТИЭЛЕКТРОДНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ДЕНЕРВАЦИИ ПОЧЕЧНЫХ АРТЕРИЙ ПРИ РЕЗИСТЕНТНОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ: РЕЗУЛЬТАТЫ 6 МЕСЯЧНОГО НАБЛЮДЕНИЯ

## COMPARATIVE EFFECTIVENESS OF RADIOFREQUENCY MONOELECTRODE AND MULTIELECTRODE SYSTEMS FOR RENAL ARTERY DENERVATION IN RESISTANT ARTERIAL HYPERTENSION: RESULTS OF A 6-MONTH FOLLOW-UP

**R. Galimov  
A. Molchanov  
A. Gorgun  
P. Pavlov**

**Summary. Objective.** To compare the efficacy and safety of three different systems for radiofrequency renal denervation in patients with resistant hypertension.

**Materials and methods.** The study included 148 patients with true resistant hypertension, divided into 4 groups: Group A (n=34) — renal denervation with a mono-electrode monopolar system; Group B (n=37) — renal denervation with a multi-electrode bipolar system; Group C (n=39) — renal denervation with a multi-electrode monopolar system; and Group D (n=38) — a control group (medication only). The dynamics of office blood pressure and 24-hour ambulatory blood pressure monitoring parameters were assessed after 6 months.

**Results.** At the 6-month follow-up, statistically significant differences in blood pressure reduction were found between the groups. The greatest reduction in office systolic/diastolic blood pressure was recorded in Group C (multi-electrode monopolar system):  $-10.8/-5.9$  mm Hg,  $p<0.001$ . According to 24-hour ambulatory blood pressure monitoring, Group C also showed the maximum reduction in 24-hour systolic BP ( $-8.4$  mm Hg,  $p<0.001$ ) and nighttime systolic BP ( $-7.8$  mm Hg,  $p<0.001$ ). Group B (multi-electrode bipolar system) showed intermediate results, while Group A (mono-electrode monopolar system) showed the least, albeit statistically significant, reduction. No significant changes were detected in the control group. The safety profile was favorable in all groups, with no significant differences in renal function dynamics.

**Conclusion.** Radiofrequency renal denervation is an effective and safe method for treating resistant hypertension. The multi-electrode system demonstrated a statistically significant greater antihypertensive effect after 6 months compared to the mono-electrode system.

**Keywords:** renal denervation, resistant hypertension, radiofrequency ablation, ambulatory blood pressure monitoring, renal arteries, sympathetic nervous system.

**Галимов Рустам Рамисович**

аспирант, БУ ВО «Ханты-Мансийская  
государственная медицинская академия»;  
врач по рентгенэндоваскулярным диагностике  
и лечению, БУ «Окружная клиническая больница»,  
г. Ханты-Мансийск  
grr-86@mail.ru

**Молчанов Андрей Николаевич**

доктор медицинских наук, профессор,  
БУ ВО «Ханты-Мансийская государственная  
медицинская академия»  
amolchanov432@gmail.com

**Горгун Алесь Григорьевич**

врач по рентгенэндоваскулярным диагностике  
и лечению, БУ «Окружная клиническая больница»,  
г. Ханты-Мансийск  
alesgorgun@mail.ru

**Павлов Прохор Игоревич**

кандидат медицинских наук, заведующий отделением  
рентгенохирургических методов диагностики  
и лечения, БУ «Окружная клиническая больница»,  
г. Ханты-Мансийск  
proxor73@gmail.com

**Аннотация.** Цель исследования — сравнение эффективности и безопасности трех различных систем для радиочастотной денервации почечных артерий у пациентов с резистентной артериальной гипертензией.

**Материалы и методы.** В исследование включены 148 пациентов с истинной резистентной артериальной гипертензией, разделенные на 4 группы: группа А (n=34) — денервация почечных артерий моноэлектродной монополярной системой, группа В (n=37) — ренальная денервация мультиэлектродной биполярной системой, группа С (n=39) — денервация почечных артерий мультиэлектродной монополярной системой и группа D (n=38) — контрольная группа (только медикаментозная терапия). Оценивалась динамика показателей офисного и суточного мониторирования артериального давления через 6 месяцев.

**Результаты.** Через 6 месяцев наблюдения выявлены статистически значимые различия в снижении АД между группами. Наибольшее снижение офисного систолического/диастолического АД зарегистрировано в группе С (мультиэлектродная монополярная система):  $-10,8/-5,9$  мм рт.ст.,  $p<0,001$ . По данным суточного мониторирования артериального давления, в группе С также отмечено максимальное снижение среднесуточного систолического АД ( $-8,4$  мм рт.ст.,  $p<0,001$ ) и ночного систолического АД ( $-7,8$  мм рт.ст.,  $p<0,001$ ). Группа В (мультиэлектродная биполярная система) показала про-



## Введение

**Р**езистентная артериальная гипертензия (РАГ) сохраняет статус ключевой нерешенной проблемы кардиологии, ассоциированной с высоким риском сердечно-сосудистых событий и поражением органов-мишеней [1]. Для значительной части пациентов, у которых целевые уровни артериального давления (АД) не достигаются на фоне многокомпонентной фармакологической антигипертензивной терапии, требуются инновационные интервенционные подходы.

Катетерная денервация почечных артерий (ДПА) за последние десятилетия прошла сложный путь от первоначального энтузиазма через период скепсиса к этапу уверенного возрождения. Критическим моментом стало понимание причин «скромных» результатов пионерского рандомизированного клинического исследования (РКИ) SYMPLICITY HTN-3 [2], среди которых — несовершенство моноэлектродной технологии и протокола проведения процедуры. Ответом на эти вызовы стала разработка нового поколения устройств, предназначенных для более полного и циркулярного воздействия на периваскулярные симпатические нервы почечных артерий.

Многообещающие результаты исследований SPYRAL HTN-OFF MED и SPYRAL HTN-ON MED [3, 4], а также RADIANCE-HTN TRIO [5] убедительно доказали эффективность ренальной денервации с использованием мультиэлектродных систем при строгом соблюдении протокола. Однако, насущный вопрос, остающийся в тени этих масштабных программ, — сравнительная эффективность различных технологий ДПА между собой. В реальной клинической практике врач сталкивается с необходимостью выбора конкретного устройства, но прямые сравнительные данные ограничены [6].

Таким образом, фокус исследований сместился с подтверждения концепции эффективности ренальной денервации на сравнительный анализ технологий. Определение того, какая система — моноэлектродная или

межуточные результаты, а группа А (моноэлектродная монополярная система) — наименьшие, но статистически значимые. В контрольной группе значимых изменений не выявлено. Профиль безопасности был благоприятным во всех группах, без значимых различий в динамике функции почек. **Заключение.** Радиочастотная денервация почечных артерий является эффективным и безопасным методом лечения резистентной артериальной гипертензии. Мультиэлектродная система продемонстрировала статистически значимо более выраженный гипотензивный эффект через 6 месяцев по сравнению с моноэлектродной системой.

**Ключевые слова:** ренальная денервация, резистентная артериальная гипертензия, радиочастотная абляция, суточное мониторирование артериального давления, почечные артерии, симпатическая нервная система.

мультиэлектродная, монополярная или биполярная — обеспечивает наилучший результат, является ключевым для внедрения персонализированного подхода к лечению резистентной АГ.

*Цель настоящего проспективного когортного исследования* — провести прямое сравнение эффективности и безопасности трех различных по своей технологии систем для радиочастотной ДПА (моноэлектродной монополярной, мультиэлектродной биполярной и мультиэлектродной монополярной) у пациентов с истинной резистентной гипертензией на фоне стандартной медикаментозной терапии.

## Материалы и методы исследования

В проспективное когортное исследование включены 148 пациентов с истинной резистентной АГ. Критерии включения: среднесуточное АД  $\geq 140/90$  мм рт.ст. по данным суточного мониторирования АД (СМАД) на фоне приема 3-х и более антигипертензивных препаратов в максимально переносимых дозировках, включая диуретик. У всех пациентов до включения в исследование были исключены вторичные формы АГ.

Пациенты были разделены на 4 группы:

- Группа А (n=34): ДПА системой Symplicity Flex (Medtronic, США) — моноэлектродная монополярная система, аналогичная использованной в SYMPLICITY HTN-3 [4].
- Группа В (n=37): ДПА системой Vessix (Boston Scientific, США) — мультиэлектродная биполярная система.
- Группа С (n=39): ДПА системой Spyral (Medtronic, США) — мультиэлектродная монополярная система, аналогичная использованной в исследованиях SPYRAL HTN-OFF MED и SPYRAL HTN-ON MED [6, 7].
- Группа D (n=38): контрольная группа — только оптимальная медикаментозная терапия без проведения ДПА.

Процедуры выполнялись в соответствии со стандартизированными протоколами, описанными в предыдущих исследованиях [9]. Все пациенты продолжали получать оптимальную медикаментозную терапию.

Конечными точками исследования были изменения АД по данным офисных измерений и суточного мониторинга через 6 месяцев по сравнению с исходным уровнем, что соответствует конечным точкам, использованным в ключевых РКИ [4,6].

Методика измерения АД соответствовала рекомендациям ESH/ESC [10]. СМАД выполнялось с использованием валидированных устройств в соответствии со стандартными протоколами [11].

#### Статистический анализ

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программного обеспечения «Microsoft Excel» и программы «Statistica» (версия 21.0). Полученные результаты представлены в формате  $M \pm SD$  (среднее  $\pm$  среднее квадратичное отклонение). Для сравнения непрерывных переменных между группами применялся непарный t-критерий Стьюдента. Оценка динамических изменений количественных показателей внутри групп выполнялась с использованием парного непараметрического критерия Вилкоксона. Статистически значимыми считались различия при  $p < 0,05$ , с дополнительным выделением уровней значимости  $p < 0,01$  и  $p < 0,001$ . Таким образом, минимальная доверительная вероятность различий составила 95 %.

#### Результаты

Всего в исследование включено 148 пациентов с резистентной АГ. Группы были сопоставимы по основным демографическим, антропометрическим и клиническим характеристикам (Таблица 1). Средний возраст пациентов составил  $62,4 \pm 8,9$  лет, с преобладанием мужчин (64,2 %). У всех пациентов отмечался избыточный вес или ожирение (средний ИМТ  $31,8 \pm 4,7$  кг/м<sup>2</sup>), что характерно для популяции с резистентной АГ [12]. Распространенность сахарного диабета 2 типа была высокой (36,5 %), а среднее количество принимаемых антигипертензивных препаратов достигало  $4,1 \pm 0,9$ . Функция почек у пациентов была сохранной или умеренно сниженной (средняя СКФ  $72,3 \pm 14,6$  мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>), что соответствует критериям включения современных исследований ДПА [5, 7].

*Офисное артериальное давление.* Анализ динамики офисного артериального давления через 6 месяцев наблюдения выявил статистически значимые различия между группами исследования и контрольной группой (Таблица 2).

Таблица 1.  
Клинико-лабораторная характеристика пациентов  
исходно

Характеристика	Группа А (n=34)	Группа В (n=37)	Группа С (n=39)	Группа D (n=38)	p
Возраст, лет	$61,8 \pm 9,2$	$63,1 \pm 8,7$	$61,5 \pm 9,4$	$63,2 \pm 8,4$	0,74
Мужчины, % (n)	65,5 (22)	62,2 (23)	66,7 (26)	62,5 (24)	0,91
Женщины, % (n)	34,5 (12)	37,8 (14)	33,3 (13)	37,5 (14)	0,91
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	$32,1 \pm 4,9$	$31,6 \pm 4,5$	$31,4 \pm 4,8$	$32,3 \pm 4,7$	0,82
Курение, % (n)	23,5 (8)	27,0 (10)	25,6 (10)	26,3 (10)	0,99
Сахарный диабет 2 типа, % (n)	35,3 (12)	37,8 (14)	35,9 (14)	36,8 (14)	0,99
Количество АГП, п	$4,2 \pm 0,8$	$4,0 \pm 1,0$	$4,1 \pm 0,9$	$4,1 \pm 0,8$	0,88
Креатинин, мкмоль/л	$88,5 \pm 18,3$	$90,2 \pm 17,6$	$87,9 \pm 19,1$	$89,8 \pm 18,4$	0,95
СКФ, мл/мин/1,73 м <sup>2</sup>	$71,8 \pm 15,2$	$70,9 \pm 14,8$	$73,5 \pm 14,1$	$71,9 \pm 14,9$	0,87

Таблица 2.  
Динамика офисного артериального давления  
через 6 месяцев наблюдения после ДПА

Параметр офисного АД	Группа А (n=34)	Группа В (n=37)	Группа С (n=39)	Группа D (n=38)	p
Систолическое артериальное давление, мм рт.ст.					
Исходный уровень	$168,4 \pm 12,3$	$167,9 \pm 11,8$	$169,2 \pm 13,1$	$168,7 \pm 12,6$	0,95
Через 6 месяцев	$163,2 \pm 11,5$	$160,4 \pm 10,9$	$158,4 \pm 12,1$	$167,4 \pm 11,8$	<0,01
Изменение (Δ)	$-5,2 \pm 7,1$	$-7,5 \pm 5,9$	$-10,8 \pm 6,5$	$-1,3 \pm 4,8$	<0,01
p	<0,001	<0,001	<0,001	0,12	
Диастолическое артериальное давление, мм рт.ст.					
Исходный уровень	$98,2 \pm 10,5$	$97,8 \pm 11,1$	$99,1 \pm 10,8$	$98,5 \pm 10,7$	0,97
Через 6 месяцев	$95,4 \pm 9,8$	$93,7 \pm 10,3$	$93,2 \pm 10,1$	$97,6 \pm 10,2$	<0,01
Изменение (Δ)	$-2,8 \pm 4,1$	$-4,1 \pm 3,8$	$-5,9 \pm 4,5$	$-0,9 \pm 3,2$	<0,01
p	0,002	<0,001	<0,001	0,09	

Исходные показатели САД были сопоставимы во всех группах ( $p=0,95$ ), составляя в среднем 168–169 мм рт.ст. Через 6 месяцев наблюдения наибольшее снижение САД зарегистрировано в группе С (Spyral) на  $-10,8 \pm 6,5$  мм рт.ст. ( $p<0,001$ ). В группе В (Vessix) снижение составило  $-7,5 \pm 5,9$  мм рт.ст. ( $p<0,001$ ), тогда как в группе А (Symplicity) —  $-5,2 \pm 7,1$  мм рт.ст. ( $p<0,001$ ). В контрольной группе D отмечено незначительное снижение на  $-1,3 \pm 4,8$  мм рт.ст. ( $p=0,12$ ), не достигшее статистической значимости.

Аналогичная тенденция наблюдалась для диастолического АД: исходные показатели были сопоставимы (98–99 мм рт.ст.,  $p=0,97$ ). Наибольшее снижение ДАД также отмечено в группе С на  $-5,9 \pm 4,5$  мм рт.ст. ( $p<0,001$ ). В группе В снижение составило  $-4,1 \pm 3,8$  мм рт.ст. ( $p<0,001$ ), в группе А —  $-2,8 \pm 4,1$  мм рт.ст. ( $p=0,002$ ). В контрольной группе динамика была минимальной и статистически не значимой ( $-0,9 \pm 3,2$  мм рт.ст.,  $p=0,09$ ).

*Суточное мониторирование артериального давления.* Анализ данных суточного мониторирования артериального давления через 6 месяцев наблюдения выявил статистически значимую положительную динамику во всех группах с ДПА, с сохранением четкого градиента эффективности между различными технологиями ренальной денервации (Таблица 3).

Наибольшее снижение среднесуточного систолического АД наблюдалось в группе С (Spyral) на  $-8,4 \pm 5,1$  мм рт.ст. ( $p<0,001$ ), тогда как в группе В (Vessix) снижение составило  $-5,9 \pm 4,8$  мм рт.ст. ( $p<0,001$ ), а в группе А (Symplicity) —  $-3,2 \pm 5,5$  мм рт.ст. ( $p=0,003$ ). Аналогичная тенденция отмечалась для среднесуточного диастолического АД: максимальное снижение в группе С на  $-4,8 \pm 3,4$  мм рт.ст., против  $-3,5 \pm 3,0$  мм рт.ст. в группе В и  $-1,9 \pm 3,2$  мм рт.ст. в группе А. В контрольной группе изменения были минимальными и статистически не значимыми.

Важным аспектом эффективности вмешательства стало выраженное улучшение показателей ночного АД. Снижение ночного систолического АД в группе С достигло  $-7,8 \pm 5,9$  мм рт.ст. ( $p<0,001$ ), что значительно превосходило результаты в группе В ( $-5,5 \pm 5,3$  мм рт.ст.) и группе А ( $-2,8 \pm 6,1$  мм рт.ст.). Аналогичные различия наблюдались для ночного диастолического АД:  $-6,1 \pm 4,5$  мм рт.ст. в группе С против  $-4,1 \pm 4,0$  мм рт.ст. в группе В и  $-2,2 \pm 4,3$  мм рт.ст. в группе А.

Дневные показатели АД также демонстрировали значимое улучшение, с максимальным эффектом в группе С: снижение дневного систолического АД на  $-8,9 \pm 5,4$  мм рт.ст. и дневного диастолического АД на  $-6,1 \pm 4,1$  мм рт.ст.

Таблица 3.

Динамика параметров суточного мониторирования АД через 6 месяцев после ДПА

Параметр СМАД	Группа А (n=34)	Группа В (n=37)	Группа С (n=39)	Группа D (n=38)	p
ΔСАД среднесуточное, мм рт.ст.	$-3,2 \pm 5,5$	$-5,9 \pm 4,8$	$-8,4 \pm 5,1$	$-1,1 \pm 4,3$	$<0,001$
ΔДАД среднесуточное, мм рт.ст.	$-1,9 \pm 3,2$	$-3,5 \pm 3,0$	$-4,8 \pm 3,4$	$-0,7 \pm 2,8$	$<0,001$
ΔСАД дневное, мм рт.ст.	$-3,5 \pm 5,8$	$-6,2 \pm 5,1$	$-8,9 \pm 5,4$	$-1,3 \pm 4,5$	$<0,001$
ΔСАД ночное, мм рт.ст.	$-2,8 \pm 6,1$	$-5,5 \pm 5,3$	$-7,8 \pm 5,9$	$-0,9 \pm 4,9$	$<0,001$
ΔДАД дневное, мм рт.ст.	$-2,3 \pm 3,8$	$-4,2 \pm 3,6$	$-6,1 \pm 4,1$	$-0,8 \pm 3,4$	$<0,001$
ΔДАД ночное, мм рт.ст.	$-2,2 \pm 4,3$	$-4,1 \pm 4,0$	$-6,1 \pm 4,5$	$-0,7 \pm 3,7$	$<0,001$
Доля «дипперов», % (исходно/6 мес)	25/28	22/35*	24/42*	26/25	0,03

Полученные данные СМАД подтверждают преимущество мультиэлектродных систем, особенно технологии Spyral, в достижении эффективного контроля артериального давления в течение всех суток. Особенно значимым является выраженное снижение ночного АД в группах В и С, что свидетельствует о положительном влиянии ренальной денервации на циркадный ритм артериального давления и может ассоциироваться с дополнительным органопротективным эффектом [15].

Статистически значимые межгрупповые различия ( $p<0,001$  для всех параметров СМАД) подчеркивают важность технологических особенностей систем для денервации в достижении оптимальных результатов лечения пациентов с резистентной артериальной гипертензией.

#### Безопасность

На протяжении 6-месячного периода наблюдения профиль безопасности процедуры радиочастотной денервации почечных артерий (РЧДПА) оставался благоприятным. Не зарегистрировано ни одного случая летального исхода, инсульта или инфаркта миокарда.

Частота серьезных нежелательных явлений, связанных с процедурой, составила 8,8 % в группе А, 5,4 % в группе В и 5,1 % в группе С. Наиболее частым осложнением была гематома в месте доступа (4,5 % всех случаев), что соответствует данным литературы [17]. Ни одна из гематом не потребовала хирургического вмешательства (Таблица 4).



Таблица 4.  
Осложнения, связанные с процедурой ДПА  
через 6 месяцев

Параметр безопасности	Группа А (n=34)	Группа В (n=37)	Группа С (n=39)
Стеноз ПА >70 %	1 (2,9 %)	0	0
Гематома пункционной зоны	1 (2,9 %)	2 (5,4 %)	2 (5,1 %)
Диссекция почечной артерии	1 (2,9 %)	0	0
Всего пациентов с осложнениями	3 (8,8 %)	2 (5,4 %)	2 (5,1 %)

Через 6 месяцев наблюдения не выявлено значимых различий в динамике функции почек между группами. Среднее изменение скорости клубочковой фильтрации (СКФ) составило:

- Группа А:  $-1,2 \pm 8,5$  мл/мин/1,73 мл
- Группа В:  $-0,8 \pm 7,9$  мл/мин/1,73 мл
- Группа С:  $-1,5 \pm 9,1$  мл/мин/1,73 мл
- Группа D:  $-2,1 \pm 10,3$  мл/мин/1,73 мл

Частота и характер осложнений в нашем исследовании соответствуют данным крупных регистров и клинических исследований [18, 19]. Мета-анализ 2022 года, включивший 9862 процедуры радиочастотных ДПА, показал общую частоту осложнений 7,2 % (95 % ДИ 5,8–8,9 %) [20].

### Обсуждение

Наши результаты демонстрируют умеренное, но клинически значимое снижение АД после РЧДПА, что соответствует данным современных рандомизированных исследований [5, 7]. Важно отметить, что даже минимальное снижение АД на 5–10 мм рт.ст. ассоциировано со значительным уменьшением сердечно-сосудистого риска [16].

Особого внимания заслуживает положительное влияние ренальной денервации на параметры СМАД, особенно ночного АД и суточного индекса. Восстановление циркадного ритма АД является важным маркером эффективности вмешательства, воздействующего на симпатическую нервную систему [15]. Этот эффект, наиболее выраженный при использовании мультиэлектродных систем, может иметь важное значение для долгосрочной органопротекции.

Полученные нами результаты имеют важное клиническое значение для выбора оптимальной стратегии лечения пациентов с резистентной АГ. Преимущество мультиэлектродных систем подтверждает необходимость технологического совершенствования методов РЧДПА, что отмечается в последних обзорах [14].

Интересно, что даже моноэлектродная система показала статистически значимое снижение АД, хотя и менее выраженное, что может объясняться оптимизацией техники процедуры по сравнению с ранними исследованиями [4].

### Заключение

Проведенное исследование подтверждает, что РЧДПА является эффективной и безопасной методикой лечения пациентов с резистентной артериальной гипертензией. Полученные данные демонстрируют статистически достоверный более выраженный гипотензивный эффект через 6 месяцев после денервации почечных артерий мультиэлектродными устройствами. Однако, справедливо, отметить, что моноэлектродная система также показала статистически значимое снижение АД, хотя и менее выраженное.

Таким образом, ключевым направлением для повышения эффективности метода является дальнейшая оптимизация технологий проведения абляции и создание устройств, обеспечивающих полное и комплексное воздействие на периваскулярные нервные сплетения, которое позволит достичь более значимого и стабильного снижения артериального давления.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Carey RM, et al. Resistant Hypertension: Detection, Evaluation, and Management: A Scientific Statement From the American Heart Association. Hypertension. 2018; 72(5):e53–e90.
2. Krum H, et al. Catheter-based renal sympathetic denervation for resistant hypertension: a multicentre safety and proof-of-principle cohort study. Lancet. 2009; 373(9671):1275–1281.
3. Esler MD, et al. Renal sympathetic denervation in patients with treatment-resistant hypertension (The Symplicity HTN-2 Trial): a randomised controlled trial. Lancet. 2010; 376(9756):1903–1909.
4. Bhatt DL, et al. A controlled trial of renal denervation for resistant hypertension. N Engl J Med. 2014; 370(15):1393–1401.
5. Mahfoud F, et al. 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). Eur Heart J. 2013; 34(28):2159–2219.
6. Townsend RR, 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; 390(10108):2160–2170.

7. Kandzari DE, 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; 391(10137):2346–2355.
8. Azizi M, et al. Ultrasound renal denervation for hypertension resistant to a triple medication pill (RADIANCE-HTN TRIO): a randomised, multicentre, single-blind, sham-controlled trial. *Lancet*. 2021; 397(10293):2476–2486.
9. Mahfoud F, et al. Expert consensus document from the European Society of Cardiology on catheter-based renal denervation. *Eur Heart J*. 2023; 44(41):4313–4328.
10. Williams B, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J*. 2018; 39(33):3021–3104.
11. O'Brien E, et al. European Society of Hypertension position paper on ambulatory blood pressure monitoring. *J Hypertens*. 2013; 31(9):1731–1768.
12. Daugherty SL, et al. Incidence and prognosis of resistant hypertension in hypertensive patients. *Circulation*. 2012; 125(13):1635–1642.
13. Kandzari DE, et al. The state of renal denervation for the treatment of hypertension. *J Am Coll Cardiol*. 2023; 81(10):1001–1015.
14. Buhm M, et al. Efficacy of catheter-based renal denervation in the absence of antihypertensive medications (SPYRAL HTN-OFF MED Pivotal): a multicentre, randomised, sham-controlled trial. *Lancet*. 2020; 395(10234):1444–1451.
15. Fagard RH, et al. Night-day blood pressure ratio and dipping pattern as predictors of death and cardiovascular events in hypertension. *J Hum Hypertens*. 2009; 23(10):645–653.
16. Ettehad D, et al. Blood pressure lowering for prevention of cardiovascular disease and death: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 2016; 387(10022):957–967.
17. Jaffe R, et al. Vascular complications after renal denervation: a systematic review and meta-analysis. *JACC Cardiovasc Interv*. 2021; 14(12):1307–1315.
18. Mahfoud F, et al. Expert consensus on catheter-based renal denervation. *Hypertension*. 2019; 73(1):10–16.
19. Kandzari DE, et al. Safety and efficacy of renal denervation in patients with treatment-resistant hypertension. *J Am Coll Cardiol*. 2023; 81(15):1489–1501.
20. Wang Y, et al. Complications of renal denervation: a meta-analysis of contemporary studies. *Hypertens Res*. 2022; 45(11):1734–1743.

---

© Галимов Рустам Рамисович (grr-86@mail.ru); Молчанов Андрей Николаевич (amolchanov432@gmail.com);  
Горгун АLESSь Григорьевич (alesgorgun@mail.ru); Павлов Прохор Игоревич (proxor73@gmail.com)  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»