

УДК 616.1

DOI: 10.24884/1682-6655-2023-22-4-42-49

Н. Р. МУХАМАДЕЕВА^{1, 2}, И. А. ЛАКМАН³, И. В. БУЗАЕВ^{1, 2},
Р. М. ГАЛИМОВА^{1, 2}, Г. Н. АХМАДЕЕВА²,
Д. И. НАБИУЛЛИНА², М. Н. ШАМУРАТОВ³,
А. В. САМОРОДОВ¹, Н. Ш. ЗАГИДУЛЛИН¹

Протективное влияние ишемического preconditionирования на контроль артериального давления при операциях с фокусированным ультразвуком под контролем магнитно-резонансной томографии

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Уфа, Россия 450008, Россия, г. Уфа, ул. Ленина, д. 3

² Общество с ограниченной ответственностью «Клиника интеллектуальной нейрохирургии», Международный медицинский центр имени В. С. Бузаева, г. Уфа, Россия 450059, Россия, г. Уфа, ул. Рихарда Зорге, д. 17/4

³ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа, Россия 450076, Россия, Уфа, ул. Заки Валиди, д. 32
E-mail: znaufal@mail.ru

Статья поступила в редакцию 07.08.23 г.; принята к печати 29.09.23 г.

Резюме

Введение. Магнитно-резонанс-управляемый фокусированный ультразвук (МР-ФУЗ) – новая неинвазивная технология хирургического лечения экстрапиримидных двигательных нарушений для таких патологий, как эссенциальный тремор (ЭТ), болезнь Паркинсона (БП) и др. При этом происходит повреждение головного мозга и формирование зоны ишемии. Артериальная гипертензия (АГ) является одной из самых распространенных патологий, которые часто сопутствуют и неврологическим заболеваниям. **Цель.** Исследование влияния отдаленного ишемического preconditionирования на артериальное давление (АД) при операциях с магнитно-резонанс-управляемым фокусированным ультразвуком. **Материалы и методы.** Дизайн исследования – слепое, рандомизированное, контролируемое исследование в 2 группах с имитацией preconditionирования. Пациенты были рандомизированы на группу ИП (в манжете систолическое давление, + 50 мм рт. ст., n=42) и имитации ИП (в манжете диастолическое давление, n=39) до операции в режиме 3 цикла по 5 мин preconditionирования с 5-минутным отдыхом между циклами. **Результаты.** Если при ИП отмечалось снижение САД и ДАД до и после операции, то при имитации ИП – повышение ($p<0,001$). При использовании уравнения Difference-in-Difference для САД в группе с имитацией ИП САД был на 8,9 (5,9 – 11,9) мм рт. ст. выше, чем в группе с истинным ИП ($p<0,01$). **Выводы.** Таким образом, при операциях МР-ФУЗ было показано достоверно снижение АД при проведении ИП по сравнению с имитацией, что подтверждает ангиопротективный эффект preconditionирования.

Ключевые слова: МР-ФУЗ, ишемическое preconditionирование, артериальное давление, артериальная гипертензия

Для цитирования: Мухамадеева Н. Р., Лакман И. А., Бузаев И. В., Галимова Р. М., Ахмадеева Г. Н., Набиуллина Д. И., Шамуратов М. Н., Самородов А. В., Загидуллин Н. Ш. Протективное влияние ишемического preconditionирования на контроль артериального давления при операциях с фокусированным ультразвуком под контролем магнитно-резонансной томографии. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2023;22(4):42–49. Doi: 10.24884/1682-6655-2023-22-4-42-49.

N. R. MUKHAMADEEVA^{1, 2}, I. A. LAKMAN³, I. V. BUZAEV^{1, 2},
R. M. GALIMOVA^{1, 2}, G. N. AKHMADEEVA²,
D. I. NABIULLINA², M. N. SHAMURATOV³,
A. V. SAMORODOV¹, N. S. ZAGIDULLIN¹

Protective effect of remote ischemic preconditioning on blood pressure control in magnetic resonance-guided focused ultrasound operations

¹ Bashkir State Medical University, Ufa, Russia
3, Lenina str., Ufa, Russia, 450008

² Intelligent Neurosurgery Clinic, Buzaev International Medical Center, Ufa, Russia
17/4, Richarda Sorge str., Ufa, Russia, 450059

³ Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia
32, Zaki Validi str., Russia, Ufa, 450076
E-mail: znaufal@mail.ru

Received 07.08.23; accepted 29.09.23

Summary

Background. Magnetic resonance-guided focused ultrasound (MR-FUS) is a new non-invasive technology for the surgical treatment of extrapyramidal movement disorders for such pathologies as essential tremor, Parkinson's disease, etc. In these cases, the brain is injured and a zone of ischemia is formed. Arterial hypertension (AH) is one of the most common pathologies, which is often accompanied by neurological diseases. **Objective.** To investigate the effect of the remote ischemic preconditioning (RIPC) on blood pressure (BP) during MR-FUS surgery. Design – blinded, randomized, controlled, 2-group study with sham preconditioning. **Materials and Methods.** Patients were randomized into the RIPC group (cuff systolic BP (SBP) >50 mmHg, n=42) and the group with sham RIPC (cuff diastolic BP (DBP), n=39) before surgery in regime 3 cycles each 5 min with 5 min rest between cycles. **Results.** While there was a decrease in SBP and DBP before and after the operation in the RIPC group, there was an increase ($p<0.001$) in the sham RIPC group. Using the Difference-in-Difference equation for SBP, SBP was 8.9 (5.9–11.9) mm Hg higher in the sham RIPC group than in the RIPC group ($p<0.01$). **Conclusion.** As a result, MR-FUS operations showed a significant decrease in BP during RIPC compared to the imitation, which confirms the angioprotective effect of preconditioning.

Keywords: MR-FUS, RIPC, arterial pressure, arterial hypertension

For citation: Mukhamadeeva N. R., Lakman I. A., Buzaev I. V., Galimova R. M., Akhmadeeva G. N., Nabiullina D. I., Shamuratov M. N., Samorodov A. V., Zagidullin N. S. Protective role of remote ischemic preconditioning on blood pressure control in magnit-resonance-guided focused ultrasounop operations. *Regional hemodynamics and microcirculation*. 2023;22(4):42–49. Doi: 10.24884/1682-6655-2023-22-4-42-49.

Введение

Метод лечения фокусированным ультразвуком под контролем магнитного резонанса (МР-ФУЗ) – альтернативное хирургическое вмешательство для лечения двигательных нарушений типа эссенциального тремора (ЭТ) или болезни Паркинсона (БП). Основа метода – термический эффект фокусированных волн ультразвука в ткани и ядерный магнитный резонанс, позволяющий проводить визуализацию с функцией термометрии в реальном времени [1]. С помощью нейрохирургической системы «Insightec Exablate», содержащей 1024 пьезоэлемента с частотой 650 кГц, выполняется контролируемое неинвазивное термическое воздействие на ткани головного мозга с высокой точностью без использования ионизирующего излучения, разрезов, необходимости наркоза [2]. В России первый центр нейрохирургии МР-ФУЗ был открыт в мае 2020 г. в Уфе и до настоящего времени прооперировано более 130 пациентов.

Повышение артериального давления (артериальная гипертензия) является фактором риска неблаго-

приятных исходов при повреждении головного мозга, включая МР-ФУЗ [3, 4]. МР-ФУЗ сопровождается определенным психологическим стрессом для пациента, при этом введение потенциально стимулирующих повышение артериального давления (АД) препаратов может повреждать некоторые центры головного мозга, отвечающих за контроль АД, приводя к непредсказуемым подъемам артериального давления. В нашей клинической практике у многих пациентов приходилось усиливать антигипертензивную терапию в периоперационном периоде.

Ишемическое прекондиционирование (ИП) – эпизоды ишемии/реперфузии конечности, которые, вероятно, обеспечивают защиту определенного органа. Наиболее простым и в то же время безопасным вариантом ИП является проведение ИП на конечности, например плече или предплечье. Для данной техники используется манжета тонометра для измерения АД на руке, которая накачивается более систолического давления с циклами ишемии и реперфузии. В ряде работ был показан протективный эффект ИП на сердце,



Рис. 1. Процедура проведения ишемического preconditionирования и имитации ишемического preconditionирования

Fig. 1. The procedure of remote ischemic preconditioning (ИП) and sham remote ischemic preconditioning

головной мозг, почки и другие системы [5–8]. Также некоторыми исследователями показано, что ИП обладает способностью к снижению АД в течение 1 часа после проведения процедуры [9].

Целью исследования было изучение влияния ишемического preconditionирования на артериальное давление у пациентов, которым проводили лечение тремора методом МР-ФУЗ.

Материалы и методы

Дизайн исследования слепой, проспективный, рандомизированный с активным контролем (имитацией ИП). В исследование были включены 81 пациент с БП и ЭТ, направленные на процедуру фокусированной ультразвуковой таламотомии под контролем МРТ. Больные до начала проведения ИП подписывали информированное согласие на участие в исследовании. Воздействие ультразвуком выполняли с использованием 1,5Т МРТ и системы МР-ФУЗ «ExAblate Neuro». Первый этап включал ультразвуковое воздействие при очень низкой энергии для подтверждения того, что аппарат фокусируется именно в заданную цель в 3 плоскостях. При необходимости фокус ультразвука корректировался. Температура воздействия на этой стадии обычно достигала 41–46 °С. Второй этап включал воздействие ультразвуком при постепенном увеличении энергии для достижения временного эффекта на точку воздействия и подтверждения отсутствия побочных эффектов. Третий этап – этап собственно абляции; он включал постепенное увеличение общей энергии либо за счет увеличения интенсивности ультразвука, либо за счет увеличения продолжительности воздействия ультразвуком.

ИП проводилось не позже, чем за 1 час до процедуры МР-ФУЗ в виде 5-минутных циклов путем пережатия предплечья манжеткой и 5-минутных циклов отдыха между ними (рис. 1).

При рандомизации методом случайных чисел определялся порядок ИП или имитации ИП (иИП). При ИП давление в манжете тонометра поддерживалось на уровне + 50 мм рт. ст. к систолическому (САД), при иИП оно соответствовало диастолическому (ДАД) для «заслепления» пациента.

АД определялось за 1 час до процедуры, в процессе проведения МР-ФУЗ и в течение 1 часа после

процедуры с помощью стандартного аппарата для тонометрии Omron (США).

Исследование было одобрено Этическим комитетом при ФГБОУ ВО БГМУ, протокол № 8 от 21.10.2022 г. Все пациенты подписывали добровольное согласие на участие в исследовании.

Статистическая обработка результатов проводилась в два этапа. На первом этапе рассчитывались описательные статистики характеристик групп по непрерывным признакам (Me – медиана и квартили Q_1 , Q_3) и частотным признакам (абсолютная частота встречаемости и доля в %). Для оценки межгрупповых различий в группах иИП и ИП использовали критерий Манна–Уитни (для числовых непрерывных признаков) и χ^2 -критерий (для качественных признаков), в том числе с поправкой Йейтса, в случае если в одной из групп частота встречаемости признака не наблюдалась, либо была крайне редкой. Для внутригруппового сравнения показателей в дооперационный, в периоперационный и в послеоперационный периоды использовали критерий Вилкоксона, используемый для сравнения зависимых выборок. Различия считали статистически значимыми, если p -уровень отклонения нулевой гипотезы об отсутствии различий не превышал 0,05.

На втором этапе для устранения возможного смещения в измеряемом эффекте влияния от вмешательства за счет отбора в группы и за счет изменений по времени была использована DiD-регрессия (difference-in-difference). Такой статистический инструмент широко применяется для получения достоверных оценок эффекта влияния медицинских вмешательств, например для оценки эффекта от использования специальной программы обучения за контролем артериального давления [10]. Однако в настоящем исследовании изучалось сравнение групп ИП и имитации ИП.

Уравнение DiD-регрессии рассматривали в виде:

$$AD_i = \alpha \text{ Группа}_i + \beta \text{ Период}_i + \gamma (\text{Группа}_i \cdot \text{Период}_i) + \epsilon_i$$

где AD_i – значения измерений давления (АД и САД) для обеих групп в двух периодах (до и после операции), Группа_i – бинарный признак принадлежности i -ого пациента к группе (0 – пациент группы ИП, 1 – пациент группы иИП), Период_i – бинарный признак, определяющий период наблюдения за i -м пациентом

Таблица 1

Общая клинико-демографическая характеристика группы

Table 1

Clinical and demographic characteristics of the study group

Параметр	n=81
Возраст, лет	62 (53; 67)
Пол, м/ж	59/22 (72,8 %/27,2 %)
ИМТ, кг/м ²	25 (24; 27)
Гипертоническая болезнь	41 (50,6 %)
Ишемическая болезнь сердца	8 (9,9 %)
Сахарный диабет	7 (8,6 %)
Эссенциальный тремор	14 (17,3 %)
Болезнь Паркинсона	61 (75,3 %)
Дистония	5 (6,2 %)
Аноксическая энцефалопатия	1 (1,2 %)
Курение	12 (14,8 %)

Таблица 2

Сравнение параметров в группах ИП и иИП

Table 2

Comparisons in the RIPC and sham RIPC groups

Параметр	Абсолютное значение (%)		Различия согласно χ^2 -тесту (качественные), χ^2 -статистика и тесту Манна-Уитни (количественные параметры), Z-статистика, p-уровень
	группа ИП (n=42)	группа иИП (n=39)	
Мужской пол	31 (73,8 %)	28 (71,8 %)	$\chi^2=0,041$; p=0,839
Возраст, лет	63,5 (53,25; 67,75)	59 (53,5; 66)	Z=1,107; p=0,2684
Индекс массы тела	25,05 (24; 29,225)	25 (24; 25,3)	Z=0,989; p=0,3224
АГ	25 (59,5 %)	16 (41 %)	$\chi^2=2,768$; p=0,97
Ишемическая болезнь сердца	4 (9,5 %)	4 (10,3 %)	$\chi^2=0,012$; p=0,913
Сахарный диабет	5 (11,9 %)	2 (5,1 %)	$\chi^2=0,474$; p=0,491 [#]
Эссенциальный тремор	13 (31 %)	1 (2,6 %)	$\chi^2=9,5$; p=0,003 ^{**}
Болезнь Паркинсона	27 (64,3 %)	34 (87,2 %)	$\chi^2=5,7$; p=0,017 [*]
Аноксическая энцефалопатия	0 (0)	1 (2,6 %)	$\chi^2=0,001$; p=0,971 [#]
Дистония	2 (4,8 %)	3 (7,7 %)	$\chi^2=0,007$; p=0,932 [#]
Курение	10 (23,8 %)	2 (5,1 %)	$\chi^2=4,21$; p=0,041 ^{*#}

* – различия статистически значимы при $p<0,05$; ** – различия статистически значимы при $p<0,01$; # – тест χ^2 выполнялся с поправкой Йейтса.

(0 – наблюдение до операции, 1 – после операции), α – коэффициент, измеряющий эффект от принадлежности пациента к группе, β – коэффициент, измеряющий эффект от воздействия времени после операции, γ – коэффициент, измеряющий непосредственно эффект воздействия операции (DiD), c – константа (свободный член уравнения), ε_i – случайная компонента, i – индекс пациента.

Все неизвестные коэффициенты в уравнении (α , β , γ , c) оценивали методом наименьших квадратов. О качестве построенного уравнения судили на основе критерия Фишера: если $p<0,05$ для расчетного значения F-статистики, то считали, что нулевую гипотезу о нецелесообразности построения DiD-регрессии можно отклонить. Для всех полученных оценок коэффициентов тестировалась гипотеза о равенстве их нулю с использованием двустороннего

критерия Стьюдента. В случае, если коэффициент γ (DiD) статистически значимо отличался от нуля при $p<0,05$, то считали, что имеется значимый эффект воздействия операции на систолическое и диастолическое давление.

Все статистические расчеты выполнялись с использованием среды R.

Результаты исследования и их обсуждение

В исследовании участвовал 81 больной. Основные клинико-демографические параметры представлены в табл. 1. Также в таблице приведены основные сопутствующие заболевания, которые были представлены в основном артериальной гипертензией, ИБС и сахарным диабетом. В исследование были включены 61 пациент с болезнью Паркинсона и 14 – с эссенциальным тремором,

Сравнение АД в группах ИП и иИП перед, во время и после МР-ФУЗ

Table 3

Comparisons of BP in the RIPC and sham groups before, during and after MR-FUS

Признак	Me (медиана), (Q1; Q3) – межквартильный размах		Различия по тесту Манна–Уитни, Z-статистика, p-уровень
	группа ИП (n=42)	группа иИП (n=39)	
САД до операции	130 (130; 150)	130 (120; 130)	Z=2,920; p=0,0035**
ДАД до операции	80 (80; 90)	80 (80; 80)	Z=2,108; p=0,0351*
САД периоперационное	130 (125; 138,75)	135 (130; 140)	Z=1,837; p=0,0662
ДАД периоперационное	80 (70; 88,75)	85 (80; 90)	Z=2,724; p=0,0064**
САД постоперационное	130 (125; 136,5)	135 (130; 140)	Z=2,092; p=0,0364*
ДАД постоперационное	80 (76,25; 88,75)	80 (80; 90)	Z=1,991; p=0,0465**
Дельта САД	5 (0; 10)	-5 (-10;-5)	Z=6,427; p<0,001***
Дельта ДАД	0 (0; 10)	0 (-5; 0)	Z=4,272; p<0,001***

* ** *** – различия статистически значимы при $p<0,05$, $p<0,01$ и $p<0,001$ соответственно.

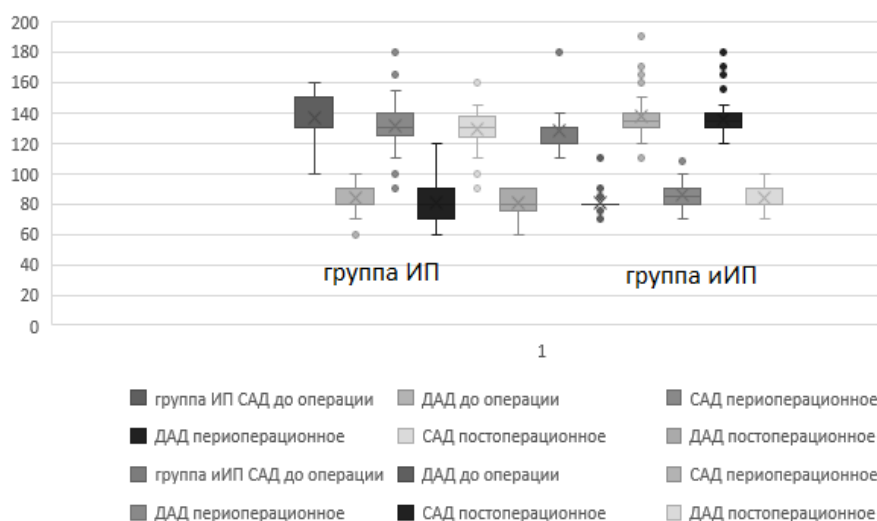


Рис. 2. Бокс-плоты дооперационных, периоперационных и постоперационных показателей САД и ДАД для пациентов групп ИП и иИП

Fig. 2. Box-plots of preoperative, perioperative, and postoperative values of systolic and diastolic BP for patients in the RIPC and sham RIPC groups

5 – дистонией (6,2 %) и 1 – аноксической энцефалопатией (1,2 %).

Путем рандомизации пациенты были распределены в группу ИП (42 пациентов) и иИП (39 пациентов). В табл. 2 представлены характеристики обеих групп. Различия определялись по параметрам: частота встречаемости ИБС (9,5 % против 10,3 %, $p=0,012$), эссенциального тремора (31 % против 2,6 %, $p=0,003$), болезни Паркинсона (64,3 % против 87,2 %, $p=0,017$), курения (23,8 % против 5,1 %, $p=0,041$). Лечение между группами не отличалось ($p<0,05$).

Сравнение АД до, во время и после операции продемонстрировало меньшее САД, ДАД в группе иИП до операции и после операции. В то же время дельта САД и ДАД до/после операции было высоко достоверно между группами ($p<0,001$). Более того, если при ИП САД снижалось после операции, то при иИП – росло.

При внутригрупповом сравнении АД до, периоперационно и после МР-ФУЗ в группах ИП и иИП согласно тесту Вилкоксона (табл. 4) была показана достоверность различий в большей степени для САД и в меньшей – ДАД.

На основании оценки уравнений DiD показано, что и для САД, и для ДАД эффект от воздействия МР-ФУЗ статистически значим ($p<0,001$ и $p<0,01$ соответственно): ДАД после операции снижалось на 15 мм рт. ст. (ДИ -19,6; -11,1), а ДАД – на 7 мм рт. ст. (ДИ -9,2; -4,1). Для модели уравнения САД статистически значимым также оказалось сравнение между группами ($p<0,01$), что свидетельствует о значимом эффекте ИП, причем в группе с иИП САД снижалось на 8,9 мм рт. ст. (ДИ 5,9; 11,9). Для обеих моделей значимый эффект оказывал период (для САД $p<0,001$, для ДАД – $p<0,05$), что лишний раз показывает корректность использования Difference-in-Difference-анализа для получения надежных оценок эффекта

Внутригрупповое сравнение до и после МР-ФУЗ в группах ИП и иИП согласно тесту Вилкоксона для зависимых выборок

Table 4

Within-group comparison before and after MR-FUS in the RIPC and sham RIPC groups according to the Wilcoxon test for dependent samples

Показатель сравнения	Значение Z-статистики, p-уровня согласно тесту Вилкоксона	
	группа ИП (n=42)	группа иИП (n=39)
САД до операции и периоперационное	Z=1,806; p=0,0708	Z=3,133; p=0,0017**
САД до операции и постоперационное	Z=2,093; p=0,0363*	Z=2,915; p=0,0036**
САД периоперационное и постоперационное	Z=2,301; p=0,0214*	Z=2,901; p=0,0037**
ДАД до операции и периоперационное	Z=1,972; p=0,0486*	Z=2,345; p=0,019*
ДАД до операции и постоперационное	Z=0,408; p=0,6833	Z=0,27; p=0,7871
ДАД периоперационное и постоперационное	Z=0,398; p=0,6906	Z=0,931; p=0,3569

* ** – различия статистически значимы при $p < 0,05$ и $p < 0,01$ соответственно.

воздействия МР-ФУЗ и имитации ишемического пре-кондиционирования.

Артериальная гипертензия является одним из наиболее частых заболеваний в мире и Российской Федерации и ассоциируется со многими другими заболеваниями, в частности с Паркинсонизмом и эссенциальным тремором [11]. Кроме того, при проведении нейрохирургических вмешательств, таких как МР-ФУЗ, тем более без проведения наркоза, высока вероятность резкого роста АД вследствие стрессовых факторов, а также повреждения головного мозга, что грозит серьезными осложнениями, включая инсульт. В этом случае во время операции МР-ФУЗ приходится начинать/усиливать лекарственное антигипертензивное лечение и другие методы.

В зоне повреждения при травмах головного мозга, к которым можно отнести и МР-ФУЗ, формируются очаги ишемии. Зоны периоперационной ишемии потенциально могут быть защищены от повреждения с помощью, в частности, дистального ИП. В предыдущих исследованиях ИП использовался для ангиопротекции многих органов, включая головной мозг [8].

В нашем исследовании дистантное ИП или иИП были проведены не более чем за 1 час до операции МР-ФУЗ. При имитации ИП уже в послеоперационном периоде отмечался преимущественно рост как систолического, так и диастолического АД, а при ИП – снижение. Сравнение изменений (дельты) АД до и после процедуры между группами как по систолическому, так и диастолическому АД также показало достоверность различий. Учитывая небольшие расхождения клиничко-демографических параметров между группами, было проведено внутригрупповое сравнение до и после МР-ФУЗ в группах ИП и иИП согласно тесту Вилкоксона для зависимых выборок, которое также подтвердило полученные результаты.

Одним из механизмов нейро- и ангиопротекции при ИП является контроль АД и влияние на эндотелиальную функцию. В исследовании Y. Liang (2015)

изучено влияние длительного курсового ИП на эндотелиальную дисфункцию [12]. Оценивалось влияние ИП на такие показатели функции эндотелия, как поток-опосредованная вазодилатация, количество клеток-предшественников эндотелия (CD 34+), уровень эндотелиальной NO-синтазы. Было выявлено улучшение эндотелиальной функции после длительного ИП, в основе которого лежит активация сигнального белка STAT-3 и, вероятно, популяция клеток костного мозга ЕРС, моделирующая процессы неогенеза. В работе В. Манчурова (2014) оценивалась эндотелиальная дисфункция у пациентов с острым инфарктом миокарда, которым проводилось ИП до чрескожного коронарного вмешательства. Было отмечено улучшение показателя поток-опосредованной дилатации плечевой артерии, что говорит об улучшении эндотелиальной функции [13]. В наших ранее проведенных исследованиях отмечалось после ИП снижение как артериального давления, так и центрального аортального давления по сравнению с имитацией [9]. В то же время в работе J. Mueller et al. (2019) данный эффект показан не был [14], что связано с другим контингентом индивидуумов (молодые здоровые добровольцы).

Таким образом, при проведении процедуры фокусированного ультразвука под контролем магнитно-резонансной томографии использование ишемического прекондиционирования до операции способно оказать ангиопротективный эффект на контроль артериального давления.

Ограничения исследования. Наше исследование было одноцентровым, с относительно небольшим количеством пациентов. Также не оценивалась степень повреждения головного мозга при МР-ФУЗ.

Работа выполнена при поддержке Программы стратегического академического лидерства БГМУ (ПРИОРИТЕТ-2030).

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов./ The authors declare that they have no conflicts of interest.

Литература / References

1. Терапия двигательных нарушений методом фокусированного ультразвука под контролем магнитно-резонансной томографии. Рекомендации для врачей-неврологов по отбору пациентов / Галимова Р.М., Иллариошкин С.Н., Бузаев И.В., Качемаева О.В. // Бюллетень Национального общества по изучению болезни Паркинсона и расстройств движений. – 2020. – №1. – С. 9–15. [Galimova RM, Illarioshkin SN, Buzaev IV, Kachemaeva OV. Therapy of movement disorders by focused ultrasound under the control of magnetic resonance imaging. Recommendations for neurologists on the selection of patients. Byulleten' Natsional'nogo obshchestva po izucheniyu bolezni Parkinsona i rasstroystv dvizheniy. 2020;(1):9-15. (In Russ.)]. Doi: 10.24411/2226-079X-2020-12168.
2. Иллариошкин С.Н., Иванова-Смоленская И.А. Дрожательные гиперкинезы: руководство для врачей // – М.: Издательский холдинг «Атмосфера», 2011. – 354 с. [Illarioshkin S.N., Ivanova-Smolenskaya I.A., Shiveringhyperkinesis: guidelines for physicians. Moscow, Izdatel'skiy kholding «Atmosfera», 2011:35. (In Russ.)].
3. Krishnamoorthy V, Chaikittisilpa N, Kiatchai T, Vavilala M. Hypertension After Severe Traumatic Brain Injury: Friend or Foe? *J Neurosurg Anesthesiol.* 2017;29(4):382-387. Doi: 10.1097/ANA.0000000000000370.
4. Than S, Srikanth V. Detecting brain injury related to hypertension at mid-life: a key to interventions for preventing dementia in older age. *Cardiovasc Res.* 2018;114(11):1430-1431. Doi: 10.1093/cvr/cvy170.
5. Dezfulian C, Garrett M, Gonzalez NR. Clinical application of preconditioning and postconditioning to achieve neuroprotection. *Transl. Stroke Res.* 2013;4(1):19-24. Doi: 10.1007/s12975-012-0224-3.
6. Zagidullin NS, Dunayeva AR, Plechev VV, Gilmanov AZ, Zagidullin SZ, Er F, Pavlov VN. Nephroprotective effects of remote ischemic preconditioning in coronary angiography. *Clin Hemorheol Microcirc.* 2017;65(3):299-307. Doi: 10.3233/CH-16184.
7. Sprick JD, Mallet RT, Przyklenk K, Rickards CA. Ischaemic and hypoxic conditioning: potential for protection of vital organs. *Exp Physiol.* 2019;104(3):278-294. Doi: 10.1113/EP087122.
8. Yunoki M, Kanda T, Suzuki K, Uneda A, Hirashita K, Yoshino K. Ischemic Tolerance of the Brain and Spinal Cord: A Review. *Neurol Med Chir (Tokyo).* 2017;57(11):590-600. Doi: 10.2176/nmc.ra.2017-0062.
9. Zagidullin N, Scherbakova E, Safina Y, Zulkarneev R, Zagidullin S. The Impact of Remote Ischemic Preconditioning on Arterial Stiffness and Heart Rate Variability in Patients with Angina Pectoris. *J Clin Med.* 2016;5(7):60. Doi: 10.3390/jcm5070060.
10. Harrison TN, Zhou H, Wei R, Brettler J, Muntner P, An J, Ong-Su AL, Reynolds K. Blood Pressure Control Among Black and White Adults Following a Quality Improvement Program in a Large Integrated Health System. *JAMA Netw Open.* 2023;6(1):e2249930. Doi: 10.1001/jamanetworkopen.2022.49930.
11. Katsi V, Papakonstantinou I, Solomou E, Antonopoulos AS, Vlachopoulos C, Tsioufis K. Management of Hypertension and Blood Pressure Dysregulation in Patients with Parkinson's Disease: a Systematic Review. *Curr Hypertens Rep.* 2021;23(5):26. Doi: 10.1007/s11906-021-01146-5.
12. Liang Y, Li YP, He F, Liu XQ, Zhang YZ. Long-term, regular remote ischemic preconditioning improves endothelial function in patients with coronary heart disease. *Braz J Med Biol Res.* 2015;48(06):568-576. Doi: 10.1590/1414-431X20144452.
13. Манчуров В.Н., Рязанкина Н.Б., Резцов Р.Ю. и др. Влияние отдаленного ишемического посткондиционирования на кровоток в инфарктсвязанной артерии и функцию эндотелия у больных инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST // Кардиология. – 2016. – Т. 56, № 1. – С. 6–11. [Manchurov VN, Ryazankina NB, Reztsov RYu, Skrypnik DV, Vasilieva EYu, Shpektor AV. Effect of remote ischemic preconditioning and postconditioning on blood flow in the infarct-related artery and endothelial function in patients with ST-elevation myocardial infarction. *Kardiologiya.* 2016;56(1):6-11. (In Russ.)]. Doi: 10.18565/cardio.2016.1.6-11.
14. Müller J, Taebing M, Oberhoffer R. Remote Ischemic Preconditioning Has No Short Term Effect on Blood Pressure, Heart Rate, and Arterial Stiffness in Healthy Young Adults. 2019;10:1094. Doi: 10.3389/fphys.2019.01094.

Информация об авторах

Мухаммадеева Наиля Рифхатовна – аспирант кафедры пропедевтики внутренних болезней, Башкирский государственный медицинский университет; врач-кардиолог, Клиника интеллектуальной нейрохирургии Международного медицинского центра им. В. С. Бузаева, г. Уфа, Россия, e-mail: ishtu2013@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-5158-2707.

Лакман Ирина Александровна – канд. техн. наук, доцент, зав. лабораторией исследования социально-экономических проблем регионов, Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Россия, e-mail: lackmania@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9876-9202.

Бузаев Игорь Вячеславович – д-р мед. наук, профессор кафедры госпитальной хирургии, Башкирский государственный медицинский университет; директор по развитию, врач сердечно-сосудистый хирург, Клиника интеллектуальной нейрохирургии Международного медицинского центра им. В. С. Бузаева, г. Уфа, Россия, e-mail: igor@buzaev.ru, ORCID: 0000-0003-0511-9345.

Галимова Резида Маратовна – канд. мед. наук, ассистент кафедры нейрохирургии и медицинской реабилитации, Башкирский государственный медицинский университет; главный врач, врач-нейрохирург, Клиника интеллектуальной нейрохирургии Международного медицинского центра им. В. С. Бузаева, г. Уфа, Россия, e-mail: rezida@galimova.com, ORCID: 0000-0003-2758-0351.

Ахмадеева Гульнара Наилевна – канд. мед. наук, врач-невролог, Клиника интеллектуальной нейрохирургии Международного медицинского центра им. В. С. Бузаева, г. Уфа, Россия, e-mail: nevrolog.ufa@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5516-0587.

Набиуллина Динара Ильгизовна – врач-невролог, Клиника интеллектуальной нейрохирургии Международного медицинского центра им. В. С. Бузаева, г. Уфа, Россия, e-mail: nabiullina.dinara@yandex.ru, ORCID 0000-0003-2570-3709.

Шамуратов Мурат Нуриманович – бакалавр направления Статистика, Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Россия, e-mail: shamuratov.murat@gmail.com, ORCID: 0009-0004-1194-2199.

Саморолов Александр Владимирович – д-р мед. наук, доцент, зав. кафедрой фармакологии с курсом клинической фармакологии, Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Россия, e-mail: AVSamorodov@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9302-499x.

Загидуллин Науфаль Шамилович – д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой пропедевтики внутренних болезней, Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Россия, e-mail: znaufal@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2386-6707.

Authors information

Mukhamadeeva Naila R. – PhD Student, Department of Propaedeutics of Internal Medicine, Bashkir State Medical University; Cardiologist, Intelligent Neurosurgery Clinic, Buzaev

International Medical Center, Ufa, Russia, e-mail: ishtu2013@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-5158-2707.

Lakman Irina A. – Associate Professor, Associate Professor of Department of Biomedical Engineering, Head, Laboratory for Research of Social and Economic Problems of Regions, Ufa University of Science and Technology, Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia, e-mail: Lackmania@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9876-9202.

Buzaev Igor V. – Dr. Sci. (Med.), Prof., Department of Hospital Surgery, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia; Development Director, Cardiovascular Surgeon, Intelligent Neurosurgery Clinic, Buzaev International Medical Center, Ufa, Russia, e-mail: igor@buzaev.ru, ORCID: 0000-0003-0511-9345.

Galimova Rezida M. – Cand. Med. Sci. (PhD), Assistant, Department of Neurosurgery and Medical Rehabilitation, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia; Chief Physician, Neurosurgeon, Intelligent Neuro-surgery Clinic, Buzaev International Medical Center, Ufa, Russia, e-mail: rezida@galimova.com, ORCID: 0000-0003-2758-0351.

Akhmadeeva Gulnara N. – Cand. Med. Sci (PhD), Neurologist, Department of Neurology, Bashkir State Medical University, Intelligent Neurosurgery Clinic, Buzaev International Medical Center, Ufa, Russia, e-mail: nevrolog.ufa@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5516-0587.

Nabiullina Dinara I. – Neurologist, Intelligent Neurosurgery Clinic, Buzaev International Medical Center, Ufa, Russia, e-mail: nabiullina.dinara@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-2570-3709.

Shamurarov Murat N. – Bachelor of Science in Statistics, Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia, e-mail: shamurarov.murat@gmail.com, ORCID: 0009-0004-1194-2199.

Samorodov Aleksander V. – Assoc. Prof., Doctor of Medicine, Head, Department of Pharmacology (with Course of Clinical Pharmacology), Bashkir State Medical University, Ufa, Russia, e-mail: AVSamorodov@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9302-499x.

Zagidullin Naufal Sh. – Dr. Sci. (Med.), Prof., Head, Department of Propaedeutics of Internal Medicine, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia, e-mail: znaufal@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2386-6707.