Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова
2025, т. 125, №11, с. 77–85
https://doi.org/10.17116/jnevro202512511177

S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry
2025, vol. 125, no. 11, pp. 77–85
https://doi.org/10.17116/jnevro202512511177

Опыт проведения повторной односторонней ФУЗ-таламотомии у пациентов с тремордоминантными формами болезни Паркинсона

© Н.Н. ШИПИЛОВА[1, 2], Е.А. КАТУНИНА[1, 2], Н.В. ТИТОВА[1, 2], Е.А. МАЛЫХИНА[1, 2], Д.А. КАТУНИН[1], А.Р. ПОГОРОВА[1], В.М. ДЖАФАРОВ[1], И.С. ГУМИН[1], И.В. СЕНЬКО[1], М.Б. ДОЛГУШИН[1]

[1]ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» Федерального медико-биологического агентства России, Москва, Россия;
[2]ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

Резюме

Фокусированный ультразвук под контролем магнитно-резонансной томографии (ФУЗ-МРТ) — неинвазивная технология лечения тремора, позволяющая фокусировать ультразвуковые лучи в глубинных отделах мозга, не повреждая окружающие ткани. Несмотря на большое количество преимуществ, процедура не лишена побочных эффектов. Кроме того, у ряда пациентов наблюдается возобновление тремора спустя некоторое время после процедуры. Вопрос о необходимости выполнения повторного оперативного вмешательства на той же стороне остается дискутабельным. В статье представлены 2 клинических случая повторного проведения односторонней ФУЗ-таламотомии у пациентов с болезнью Паркинсона (БП) в связи с возобновлением тремора после первой операции. Обсуждаются факторы, которые могут способствовать повышению эффективности операции или повышать риск развития нежелательных явлений. Необходимы дальнейшие исследования для определения показаний и противопоказаний к повторному проведению ФУЗ-таламотомии на одноименной стороне у пациентов с БП.

Ключевые слова: *Болезнь Паркинсона, тремордоминантная форма, резистентный тремор, ФУЗ-МРТ.*

Информация об авторах:
Шипилова Н.Н. — https://orcid.org/0000-0002-7151-6544
Катунина Е.А. — https://orcid.org/0000-0001-5805-486X
Титова Н.В. — https://orcid.org/0000-0002-7044-3013
Малыхина Е.А. — https://orcid.org/0000-0002-2593-5481
Катунин Д.А. — https://orcid.org/0000-0002-4109-8935
Погорова А.Р. — https://orcid.org/0000-0003-3193-7659
Джафаров В.М. — https://orcid.org/0000-0002-5337-8715
Гумин И.С. — https://orcid.org/0000-0003-2360-3261
Сенько И.В. — https://orcid.org/0000-0002-5743-8279
Долгушин М.Б. — https://orcid.org/0000-0003-3930-5998
Автор, ответственный за переписку: Катунина Е.А. — e-mail: elkatunina@mail.ru

Как цитировать:
Шипилова Н.Н., Катунина Е.А., Титова Н.В., Малыхина Е.А., Катунин Д.А., Погорова А.Р., Джафаров В.М., Гумин И.С., Сенько И.В., Долгушин М.Б. Опыт проведения повторной односторонней ФУЗ-таламотомии у пациентов с тремордоминантными формами болезни Паркинсона. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2025;125(11):77–85. https://doi.org/10.17116/jnevro202512511177

Repeated unilateral FUS thalamotomy in patients with tremor-dominant forms of Parkinson's disease

© N.N. SHIPILOVA[1, 2], E.A. KATUNINA[1, 2], N.V. TITOVA[1, 2], E.A. MALYKHINA[1, 2], D.A. KATUNIN[1], A.R. POGOROVA[1, 2], V.M. DZHAFAROV[1], I.S. GUMIN[1], I.V. SENKO[1], M.B. DOLGUSHIN[1]

[1]Federal Center for Brain and Neurotechnologies, Moscow, Russia;
[2]Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Abstract

Magnetic resonance-guided focused ultrasound (MRgFUS) is a non-invasive therapy for tremor based on focusing ultrasound in the deep parts of the brain without damaging adjacent tissues. Despite many benefits, the procedure has its side effects. In addition, some patients show a relapse of tremor some time after the procedure. The question of the need for repeated surgery on the same side remains debatable. The article presents two clinical cases of repeated unilateral FUS thalamotomy in patients with Parkinson's disease (PD) due to the relapse of tremor after the first procedure. Factors that may contribute to the effectiveness of the intervention or increase the risk of adverse events are described. Further studies are needed to establish the indications and contraindications for repeated FUS thalamotomy on the same side in patients with PD.

Keywords: *Parkinson's disease, tremor-dominant form, resistant tremor, magnetic resonance-guided focused ultrasound, MRgFUS.*

Information about the authors:
Shipilova N.N. — https://orcid.org/0000-0002-7151-6544
Katunina E.A. — https://orcid.org/0000-0001-5805-486X
Titova N.V. — https://orcid.org/0000-0002-7044-3013
Malykhina E.A. — https://orcid.org/0000-0002-2593-5481
Katunin D.A. — https://orcid.org/0000-0002-4109-8935
Corresponding author: Katunina E.A. — e-mail: elkatunina@mail.ru
Pogorova A.R. — https://orcid.org/0000-0003-3193-7659
Dzhafarov V.M. — https://orcid.org/0000-0002-5337-8715
Gumin I.S. — https://orcid.org/0000-0003-2360-3261
Senko I.V. — https://orcid.org/0000-0002-5743-8279
Dolgushin M.B. — https://orcid.org/0000-0003-3930-5998

To cite this article:
Shipilova NN, Katunina EA, Titova NV, Malykhina EA, Katunin DA, Pogorova AR, Dzhafarov VM, Gumin IS, Senko IV, Dolgushin MB. Repeated unilateral FUS thalamotomy in patients with tremor-dominant forms of Parkinson's disease. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2025;125(11):77–85. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/jnevro202512511177

Транскраниальный фокусированный ультразвук (ФУЗ) под контролем магнитно-резонансной томографии (ФУЗ-МРТ) в настоящее время является инновационным, широко изучаемым и активно внедряемым методом лечения ряда заболеваний головного мозга, включая двигательные симптомы при болезни Паркинсона (БП).

В 2018 году ФУЗ-МРТ был одобрен Управлением по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных средств США (FDA) для лечения тремора у пациентов с БП, с использованием в качестве мишени термической абляции вентрального промежуточного ядра таламуса (Ventral Intermediate nucleus — VIM-ядра) [1]. В ноябре 2021 года показания для ФУЗ-МРТ были расширены с возможностью коррекции таких симптомов заболевания, как брадикинезия, ригидность, дискинезии. Таргетной точкой воздействия в этом случае является внутренний сегмент бледного шара (Globus Pallidus interna — GPi) [2].

До настоящего времени проведение ФУЗ при БП было разрешено только для одностороннего применения на область VIM-ядра и GPi [2]. Такое ограничение было обусловлено тем, что выполнение двусторонней операции связано с более высокими рисками развития осложнений, таких как нарушения речи, походки, двигательные и чувствительные расстройства.

В июле 2025 года FDA расширило критерии использования ФУЗ-МРТ для пациентов с БП, утвердив возможность воздействия на область паллидоталамического тракта, а также возможность поэтапного двустороннего лечения, при котором операция на второй стороне может быть проведена через 6 месяцев после первой [2].

Несмотря на отмечаемое во всех публикациях уменьшение тремора на 62—100% непосредственно после операции [1, 3—5], у ряда пациентов дрожание возобновляется. Частота его возобновления, время появления и степень выраженности являются предметом обсуждения [4, 6—9]. В среднем частота возвращения тремора составляет 10—20% [10—12]. В связи с этим возникает вопрос о необходимости проведения повторной операции на той же стороне. В настоящее время в литературе представлены лишь единичные случаи повторного одностороннего применения ФУЗ-таламотомии у пациентов с БП.

A. Fasano и соавт. в 2018 году описали первый случай повторного проведения ФУЗ-МРТ у больного БП [13]. Повторная операция была выполнена пациенту 76 лет спустя 18 месяцев после первой в связи с возобновлением тремора более чем на 50% от исходного. После повторной операции отмечался хороший, но нестойкий эффект с сохранением менее выраженного тремора через 1 год наблюдения пациента. После повторного проведения ФУЗ-МРТ у больного наблюдался легкий правосторонний гемипарез и легкая гемиатаксия, которые сохранялись на протяжении года [13].

В 2020 году Valentino F. и соавт. описали еще один случай повторной таламотомии у 72-летнего пациента с сочетанием тремора с другими симптомами. Данному больному была проведена повторная ФУЗ-таламотомия спустя 7 месяцев после первой в связи с полным рецидивом симптоматики. При этом нежелательные явления после первой операции включали в себя легкую дизартрию и правосторонний гемипарез, не влияющий функционально на походку и выполнение действий правой рукой. Побочные явления после повторного проведения процедуры описаны не были [14].

Мы представляем наш опыт проведения повторной односторонней абляции VIM-ядра таламуса с помощью ФУЗ у 2 пациентов с БП и рецидивом тремора.

Клинический случай 1

Пациент *О.*, 57 лет, в конце 2021 года обратился в ФГБУ «ФЦМН» ФМБА России с жалобами на постоянный тремор покоя в правой руке, усиливающийся при волнении. Со слов пациента, заболевание дебютировало в 2016 году, когда впервые на фоне психоэмоционального стресса пациент отметил возникновение дрожания в правой руке. В течение года тремор усилился, стал постоянным в покое, стал усиливаться при письме, удержании тяжестей. В 2017 году был установлен диагноз: «Болезнь Паркинсона, смешанная форма, 2 стадия по шкале Хен—Яр». С целью коррекции тремора пациент принимал прамипексол, пропранолол, клоназепам, топирамат, бипериден, на момент обращения — ропинирол 8 мг/сут — с незначительным эффектом.

При поступлении для первой ФУЗ-таламотомии в неврологическом статусе патологии со стороны черепных нервов (ЧН) у пациента не выявлено. Мышечная сила сохранена во всех группах мышц. Отмечалось повышение мышечного тонуса в правой руке по пластическому типу больше в дистальных отделах, с элементами «зубчатого колеса». В пробах на гипокинезию — снижение амплитуды и темпа выполнения движений в правой руке. Сухожильные и периостальные рефлексы — средней живости, симметричны. Патологические стопные знаки отсутствовали. В правой руке преобладал выраженный тремор покоя и постурально-кинетический тремор (покоя>постурально-кинетического). Нарушений чувствительности не было. В позе Ромберга устойчив. Координаторные пробы выполнял удовлетворительно с двух сторон. Функции тазовых органов (ФТО) сохранны.

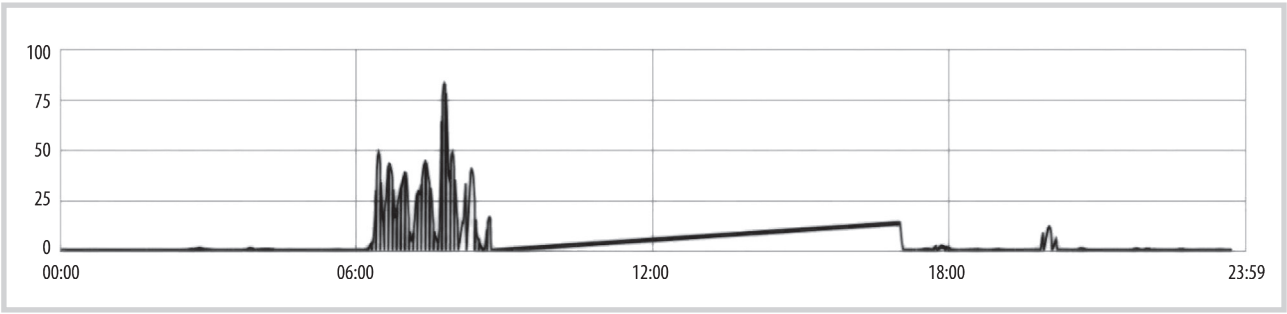


***Рис. 1*. Выраженность тремора у пациента *О*. до и после проведенной первичной ФУЗ-таламотомии.**
Представлен график выраженности тремора с момента пробуждения пациента (6.00), на руке которого находился прибор для определения степени дрожания, с последующим снятием устройства при проведении предоперационной подготовки и непосредственно хирургического лечения (интервал с 9.00 до 17.00) и возобновлением регистрации выраженности тремора после операции (с 17.00 до 23.00) в тот же день.

***Fig. 1*. The severity of tremor in patient *O*. before and after the first FUS thalamotomy.**
A graph of the tremor severity from the awakening of the patient (6.00) with the device for tremor measurement attached to a hand, with the subsequent removal of the device during preoperative preparation and surgical procedure (from 9.00 to 17.00) and the continuation of registration of the tremor severity after the surgery (from 17.00 to 23.00) on the same day is presented.

Общий балл по шкале CRST (Clinical Rating Scale For Tremor — клиническая шкала оценки тремора) составил 25 баллов, геми-CRST — 18 баллов. По шкале качества жизни больных с БП PDQ-39 (Parkinson's Disease Questionnaire — 39) — 18 баллов, по Монреальской шкале оценки когнитивных функций (МоСА) — 29 баллов (норма).

Пациенту были выполнены магнитно-резонансная томография (МРТ) и компьютерная томография (КТ) головного мозга (ГМ). Патологических изменений не выявлено. Индекс плотности костей черепа составил (SDR) 0,47.

В связи с инвалидизирующим характером тремора, его медикаментозно резистентным характером, отсутствием противопоказаний для проведения хирургических методов лечения, пациенту было показано проведение ФУЗ-таламотомии.

Всего было проведено 8 ультразвуковых воздействий: 4 калибровочных, 2 верификационных и 2 лечебных. При МР-термографии температура лечебных соникаций в среднем составила 54—60 °С, продолжительность лечения — 120 минут. Осложнений и нежелательных явлений зарегистрировано не было. Сразу после лечения было достигнуто значимое клиническое улучшение — общее количество баллов по шкале CRST и геми-CRST составило 0 баллов.

Для контроля тремора и эффективности лечения с целью объективизации моторных симптомов были применены технологии машинного зрения и возможности искусственного интеллекта для регистрации количественной оценки тремора при БП, разработанные компанией «Ай-форс» (ГК Форс). Сбор данных осуществлялся при помощи мобильного приложения *CYPD* (Control Your Parkinson`s Disease), установленного на iPhone и Apple Watch. Все собранные данные выводились в виде графиков в формате PDF-отчета, отражающих частоту и амплитуду тремора у пациента в течение суток **(рис. 1**).

Спустя неделю после операции тремор в правой конечности у пациента *О*. стал постепенно возобновляться, достигнув предоперационного уровня к концу 12 месяцев наблюдения **(рис. 2).** Ввиду возобновления тремора в правой конечности до уровня предоперационного, пациенту спустя 1 год и 3 месяца была выполнена повторная левосторонняя абляция VIM-ядра таламуса с помощью ФУЗ. В ходе повторной операции после 4-ой лечебной соникации пациент нажал кнопку экстренной помощи и пожаловался на ощущение жжения в области головы. После смещения области воздействия и проведения терапии с целью обезболивания (раствор кеторолак 2,0), была выполнена еще одна лечебная соникация. Достигнут транзиторный регресс тремора. Выполнено МРТ-сканирование — очаг деструкции удовлетворительный. Было принято решение закончить операцию. Средняя температура воздействия составила 60—64 °С. Продолжительность повторной операции 90 минут. Достигнуто значительное, но неполное уменьшение тремора (общий балл по шкале CRST через 1 сутки после повторной ФУЗ-МРТ уменьшился с 23 до 9 баллов) **(рис. 2).**

Оценка влияния первичной и повторной ФУЗ-таламомтомии у пациента *О*. на различные виды тремора представлена на **рис. 3.**

Спустя 2 суток после ФУЗ-таламотомии у пациента возникла легкая слабость в правых конечностях (4,5 баллов по шкале MRC (Medical Research Council — шкала оценки мышечной силы)), легкая правосторонняя гемиатаксия, легкая дизартрия. К 3 месяцам после повторной операции все НЯ регрессировали. Изменения качества жизни больного на разных этапах наблюдения представлены на **рис. 2.** Тест рисования спиралей у данного пациента в различные сроки наблюдений представлен на **рис. 4.**

Изменения МРТ ГМ после каждой ФУЗ- таламотомии у пациента *О*. представлены **на рис. 5 на цв. вклейке.**

Эквивалентная суточная доза леводопы у пациента *О*. до первой операции составила 200 мг/сут, затем, по мере усиления тремора спустя 6 месяцев после первой операции она была увеличена до 400 мг/сут с последующим сохранением на данном уровне до конца наблюдения за пациентом (спустя 6 месяцев после повторной ФУЗ-таламотомии).

Клинический случай 2

Пациент *Ж*., 51 год, в апреле 2023 года обратился в ФГБУ «ФЦМН» ФМБА России с жалобами на дрожание в левых конечностях, ограничивающее двигательную активность. Со слов пациента и по данным медицинской документации, после оперативного лечения в 2016 году (проведена микродискэктомия на уровне L_5—S_1, L_4—L_5),

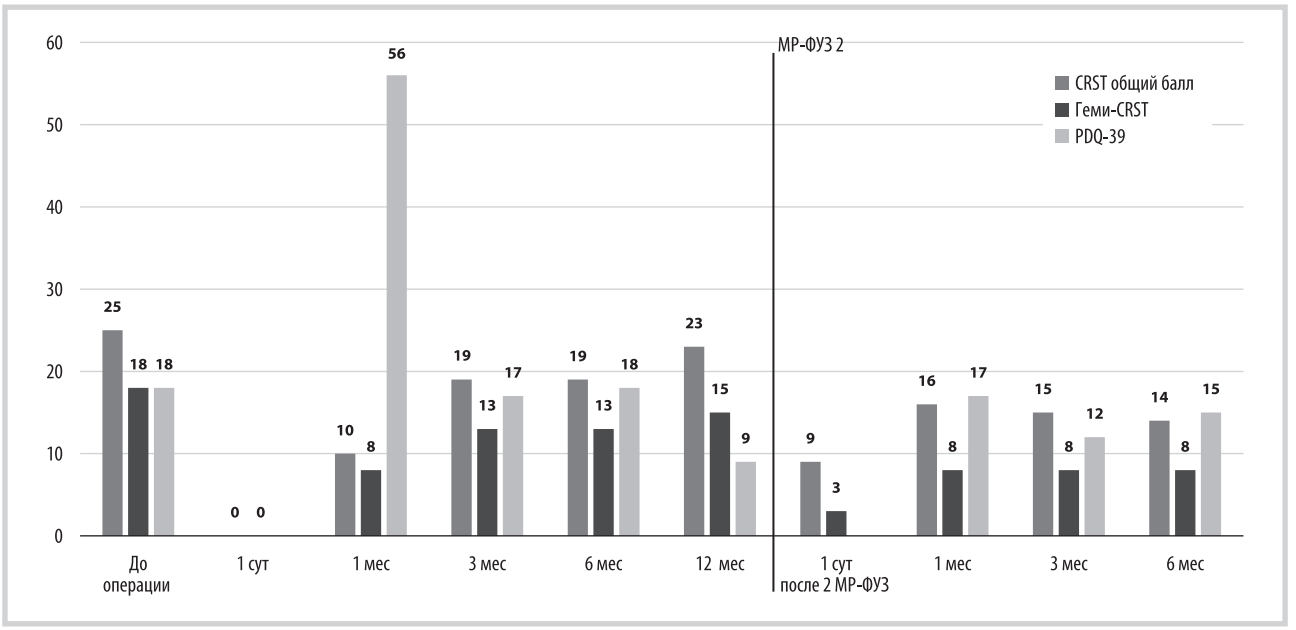


Рис. 2. **Изменения общего балла CRST, геми-CRST и уровня качества жизни по шкале PDQ-39 у пациента *О.* на разных сроках наблюдения после проведенных ФУЗ-МРТ.**

Fig. 2. **Changes in the total CRST score, hemi-CRST, and PDQ-39 quality of life in patient *O.* at different follow-up time points after MRgFUS.**

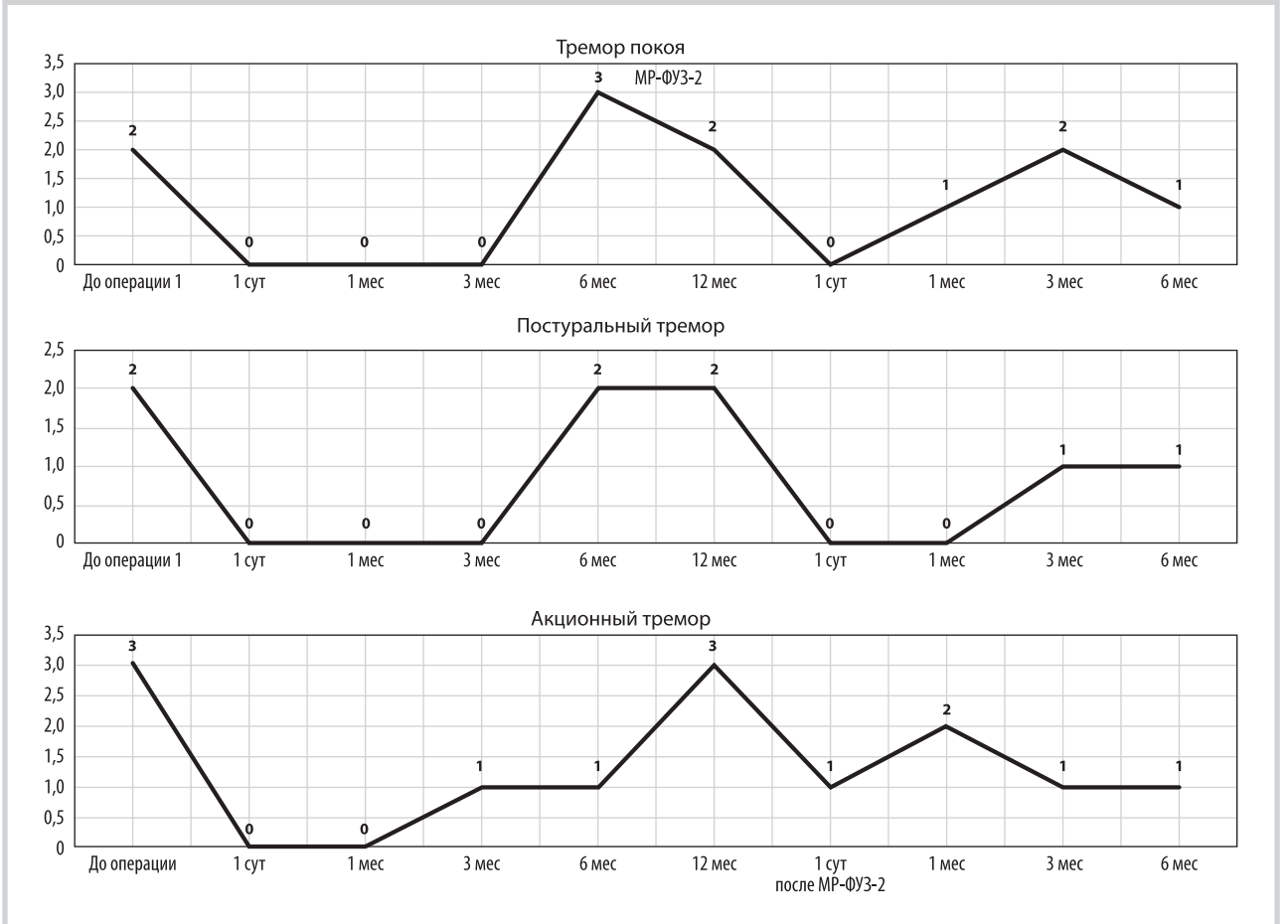


Рис. 3. **Изменения выраженности тремора покоя, постурального и акционного тремора на разных сроках наблюдения у пациента *О.* после проведенных МР-ФУЗ.**

Fig. 3. **Changes in the severity of resting, postural, and promotional tremor at different follow-up time points in patient *O.* after MRgFUS.**

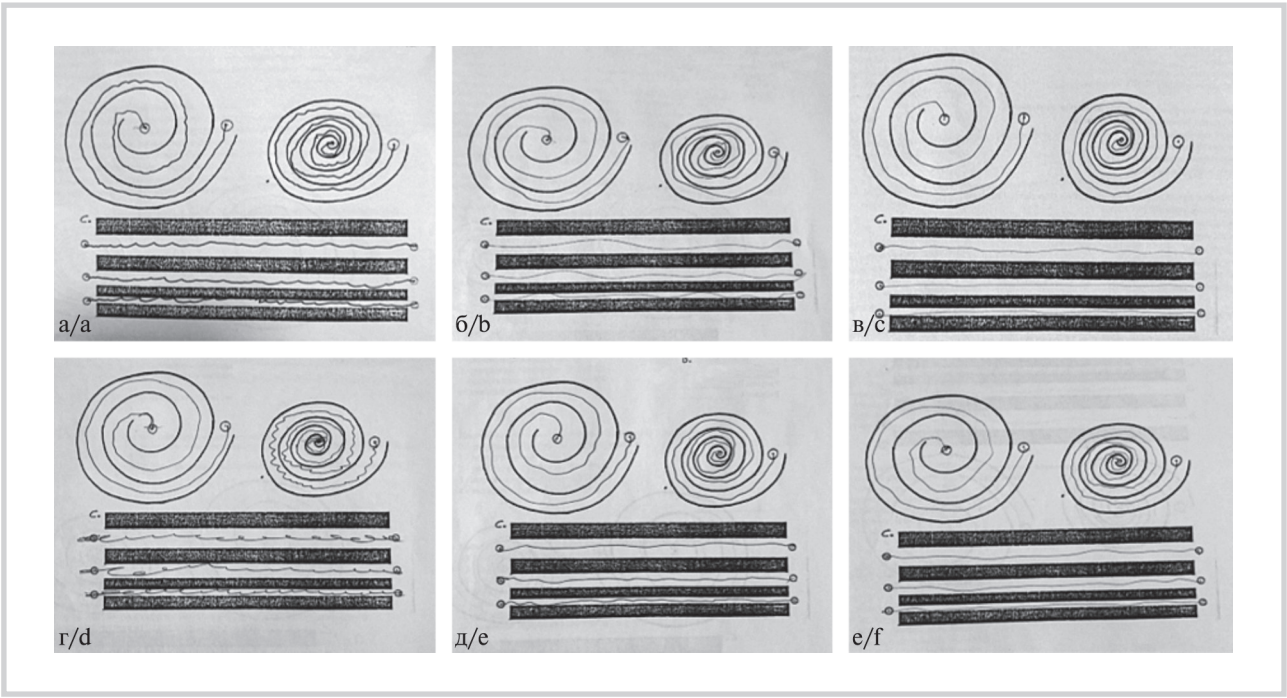


Рис. 4. **Выполнение теста с рисованием спиралей у пациента *О.* на разных сроках наблюдения после выполненных МР-ФУЗ.**
а — до ФУЗ-1; б — 3 мес. после ФУЗ-1; в — 6 мес. после ФУЗ-1; г — 12 мес. после ФУЗ-1 до ФУЗ-2; д — 3 мес. после ФУЗ-2; е — 6 мес. после ФУЗ-2.

Fig. 4. **Performing a spiral drawing test in patient *O.* at different follow-up time points after MRgFUS.**
a — before MRgFUS1; b — 3 months after MRgFUS1; c — 6 months after MRgFUS1; d — 1 year after MRgFUS1 before MRgFUS2; e — 3 months after MRgFUS2; f — 6 months after MRgFUS2.

пациент стал отмечать периодически возникающее дрожание в левой ноге, к врачам не обращался. Осенью 2020 года стал беспокоить болевой синдром в левом плече. Обращался к неврологу, получал лечение по поводу дорсопатии шейного отдела позвоночника, проводились блокады в область шеи, плеча с положительным эффектом. С марта 2021 года на фоне сохранения дрожания в левой ноге появилось дрожание в левой руке, наросла скованность в левых конечностях. Был установлен диагноз: «Болезнь Паркинсона» и назначены прамипексол 1,5 мг/сут и габапентин 300 мг/сут без эффекта. К ноябрю 2022 года дрожание в левых конечностях усилилось, присоединилось легкое дрожание правой ноги и правой руки. Неоднократно обращался к неврологу по месту жительства, проводилась коррекция терапии: назначался бипериден 6 мг/сут, анаприлин 120 мг/сут — также без значимого эффекта.

При поступлении для первой ФУЗ-таламотомии в неврологическом статусе патологии со стороны ЧН выявлено не было. Мышечная сила достаточная во всех группах мышц. Мышечный тонус в аксиальной мускулатуре слегка повышен по пластическому типу. Мышечный тонус в верхних конечностях повышен по пластическому типу, с элементами «зубчатого колеса» в дистальных отделах, больше слева. Мышечный тонус в нижних конечностях слегка повышен по пластическому типу, S>D. Моторные пробы верхними конечностями справа выполнял неритмично, слева — с грубой гипокинезией, с усилием из-за тремора; нижними конечностями — с легкой гипокинезией, S>D. Выявлена общая брадикинезия и гипомимия. Наблюдался крупноамплитудный тремор покоя левой руки, сохраняющийся при целенаправленных движениях, крупноамплитудный постурально-кинетический тремор пальцев левой руки, тремор покоя ног, S>D. Сухожильные и периостальные рефлексы — живые, без разницы сторон. Патологических знаков не выявлено. Чуствительность не изменена. В позе Ромберга устойчив. Пальце-носовую пробу выполнял с выраженным интенционным тремором слева (в конце выполнения пробы), справа — удовлетворительно; пяточно-коленную — удовлетворительно с двух сторон. Функции тазовых органов не нарушены.

При МРТ ГМ: немногочисленные очаги в белом веществе больших полушарий, вероятно, сосудистой этиологии. КТ головного мозга: мягкие ткани головы в области исследования без признаков патологических изменений. SDR — 0,64.

Общий балл по шкале CRST составил 42 балла, гемиCRST — 27. По шкале качества жизни PDQ-39 — 72 балла, MoCA — 27 баллов (норма).

С целью количественной оценки выраженности тремора также проводилась регистрация дрожания с помощью технологии машинного зрения и возможности искусственного интеллекта с использованием программного обеспечения CYPD на iPhone и Apple Watch. Результаты записи представлены **на рис. 6.**

В июне 2023 года была проведена ФУЗ-таламотомия. Во время операции выполнено 16 ультразвуковых воздействий: 4 калибровочных, 7 верификационных и 5 лечебных с достижением средних температур по результатам МР-термометрии 57—62 °С. Длительность лечения составила 60 минут. Сразу после лечения было достигнуто клиническое улучшение — общее количество баллов по шкале CRST после операции составило 3 балла, по гемиCRST — 2 балла **(рис. 7, 8).** Интраоперационных НЯ и НЯ в раннем послеоперационном периоде зарегистрировано не было.

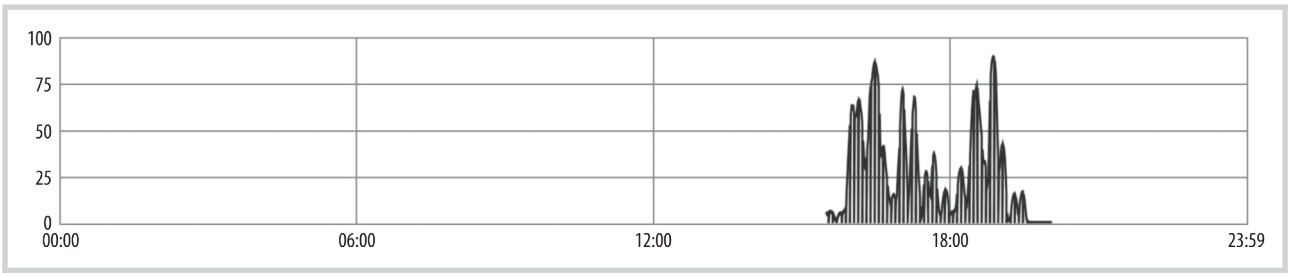


***Рис. 6*. Выраженность тремора у пациента *Ж*. до первичной ФУЗ-таламотомии.**
Представлен график выраженности тремора с момента начала его регистрации (около 15.00) прибором для определения степени дрожания с последующим снятием устройства (около 20.00).

***Fig. 6.* The tremor severity in patient *Zh*. before the first FUS thalamotomy.**
A graph of the tremor severity from the start of its registration (about 15:00) using a device for tremor measurement, with the subsequent removal of the device (about 20:00), is presented.

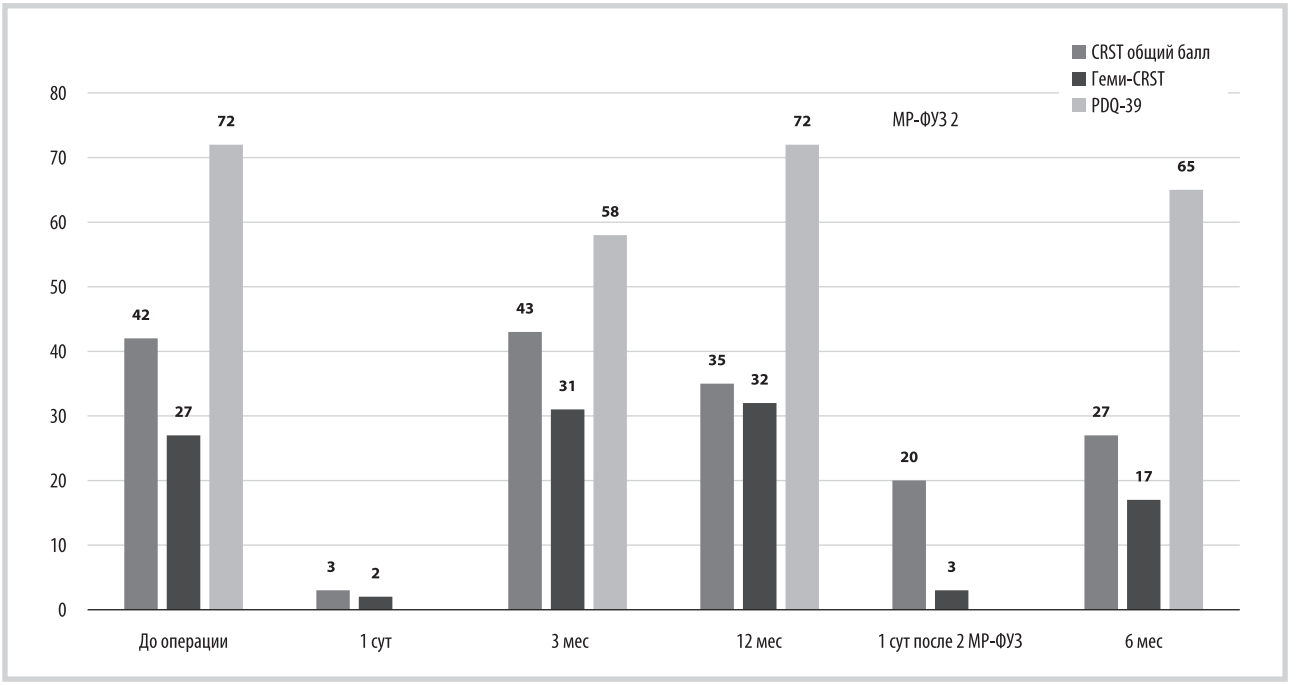


***Рис. 7*. Изменения общего балла CRST, геми-CRST и уровня качества жизни по шкале PDQ-39 у пациента *Ж*. на разных сроках наблюдения после проведенных МР-ФУЗ.**

***Fig. 7.* Changes in the total CRST score, hemi-CRST, and PDQ-39 quality of life in patient *Zh*. at different follow-up time points after MRgFUS.**

В течение 2 месяцев после операции отмечено возобновление тремора в левых конечностях, которое через 3 месяца достигло предоперационного уровня.

В августе 2024 года проведена повторная ФУЗ-таламотомия на той же стороне.

В ходе операции после двух калибровочных соникаций пациент нажал кнопку экстренной помощи и пожаловался на ощущение прохождения «тока» в левых конечностях, онемение левой половины лица, левой половины туловища, «все тело стянуло». После смещения области воздействия на 1 мм медиальнее были выполнены еще 2 калибровочные, затем 2 верификационные и 2 лечебные соникации со средней температурой 61—64 °С. Пациент настоял на прекращении операции. Достигнут некоторый регресс тремора в левых конечностях **(рис. 7, 8).** Продолжительность повторной операции составила 120 минут. Спустя сутки постепенно развился синдром внутренней капсулы: атаксия и слабость до 3—4 баллов в левых конечностях по шкале MRCS, дизартрия, нарушение чувствительности в левых конечностях и левой половине лица. Через 6 месяцев после повторной операции у пациента сохранялся левосторонний гемипарез до 4 баллов, гемигипестезия, атаксия в левой руке и тремор в левых конечностях, хотя менее выраженный по сравнению с выраженностью тремора до реоперации **(рис. 7, 8).** Изменения качества жизни на разных этапах наблюдения представлены на **рис. 7.** Оценка влияния первичной и повторной ФУЗ-таламомтомии на различные виды тремора преставлена на **рис. 8.**

Тест рисования спиралей у данного пациента в различные сроки наблюдений представлен на **рис. 9.**

Изменения МРТ ГМ после ФУЗ-таламотомий представлены **на рис. 10 на цв. вклейке.**

Эквивалентная суточная доза леводопы до выполнения первой ФУЗ-таламотомии составила 300 мг/сут за счет прие-

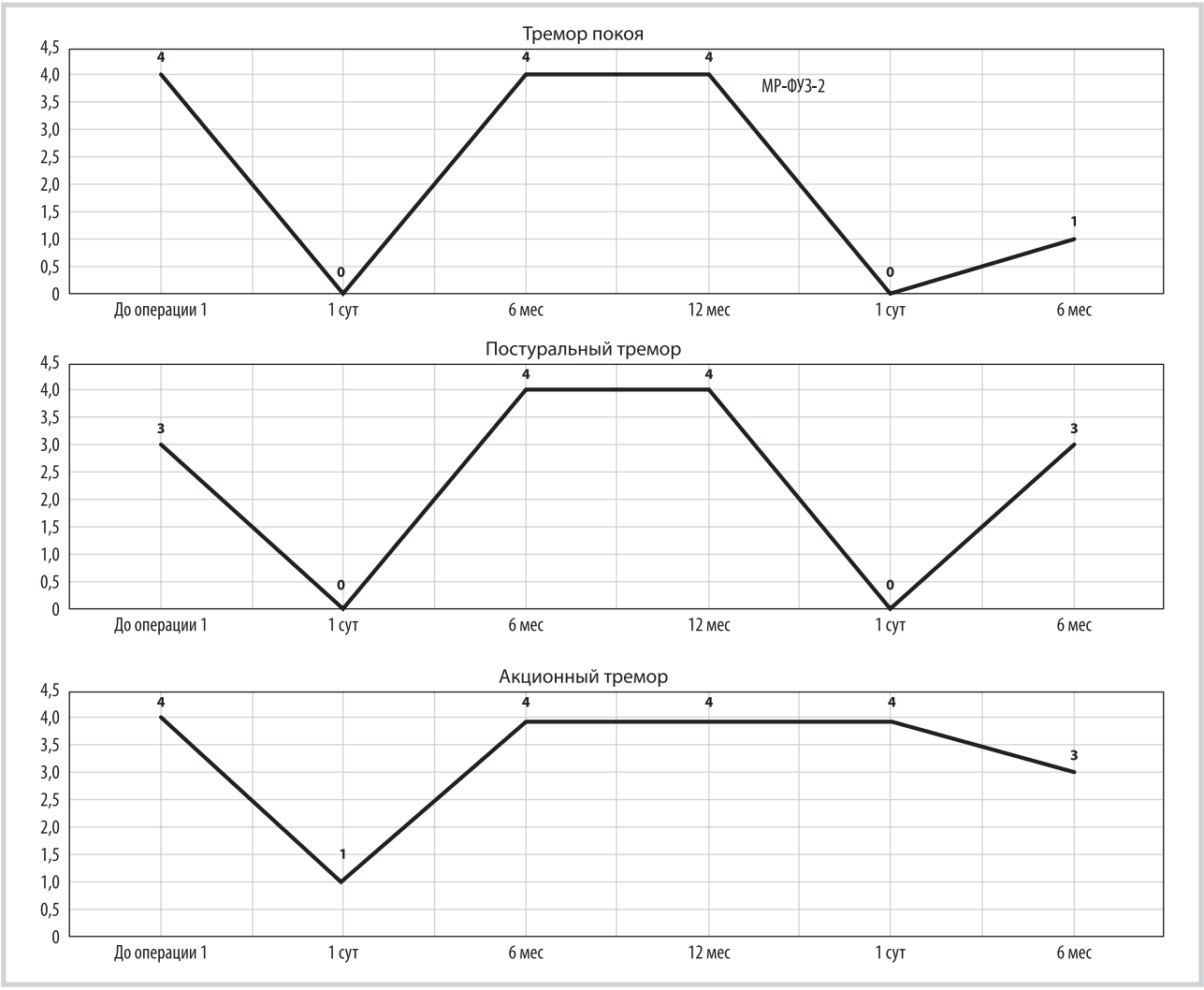


Рис. 8. **Изменения выраженности тремора покоя, постурального и акционного тремора на разных сроках наблюдения у пациента *Ж.* после проведенных МР-ФУЗ.**

Fig. 8. **Changes in the severity of resting, postural, and promotional tremor at different follow-up time points in patient *Zh.* after MRgFUS.**

ма лекарственных препаратов из группы агонистов дофаминовых рецепторов. Далее, по мере возобновления тремора, спустя 12 месяцев после первой ФУЗ-таламотомии с целью уменьшения возобновившегося тремора доза препаратов была увеличена (до достижения эквивалентной суточной дозы леводопы до 400 мг/сут) с добавлением антихолинергических средств и топирамата. Данная терапия сохранялась и спустя 6 месяцев после повторного хирургического вмешательства.

Обсуждение

ФУЗ-таламотомия является инновационным методом лечения резистентного к терапии инвалидизирующего тремора при БП. Безусловными преимуществами метода являются его неинвазивность, отсутствие наркоза и ионизирующего излучения, возможность точного наведения, размеры очага до 1 мм, контролируемость вмешательства и развитие эффекта сразу после операции. В то же время возобновление тремора у части больных поднимает вопрос о необходимости выполнения повторного оперативного вмешательства на той же стороне. Ввиду ограниченного количества наблюдений, подтверждающих эффективность и безопасность повторного воздействия, доказательная база реоперации остается дискуссионной.

Представленные нами клинические случаи иллюстрируют увеличение количества НЯ, а также меньшую эффективность повторной ультразвуковой абляции той же мишени. Кроме того, неуклонное прогрессирование дегенеративного процесса при БП, несмотря на уменьшение тремора, не всегда способствует улучшению качества жизни, поскольку нарастает акинетико-ригидная симптоматика, а также прогрессируют симптомы на противоположной стороне.

В *клиническом случае 1* отмечалось уменьшение стойкости эффекта в отношении тремора после первой ФУЗ-таламотомии уже в ранние послеоперационные сроки с его возобновлением до предоперационного уровня к концу первого года. При повторной ФУЗ-таламотомии не удалось достигнуть полноценного эффекта из-за интраоперационных НЯ, несмотря на проводимую терапию (ощущение «жжения в области головы», не купируемое анальгетиками). Тем не менее выраженность тремора удалось уменьшить на 61%

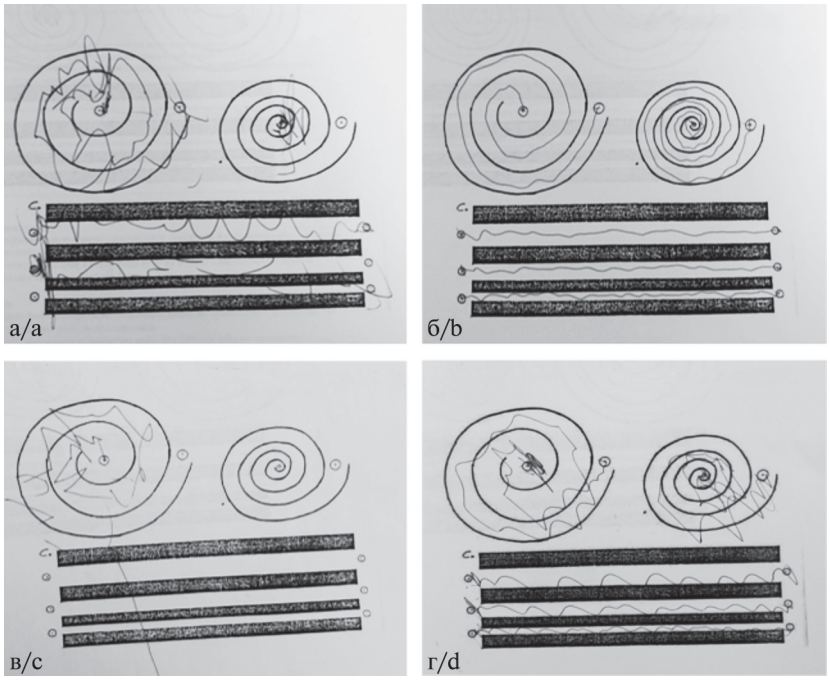


***Рис. 9*. Выполнение теста с рисованием спиралей у пациента *Ж.* на разных сроках наблюдения после выполненных МР-ФУЗ.**
а — до ФУЗ-1; б — 1-е сутки ФУЗ-1; в — 6 мес. после ФУЗ-1; г — 6 мес. после ФУЗ-2.

***Fig. 9.* Performance of the spiral drawing test by patient *G.* at different observation periods after MRgFUS.**
a — before MRgFUS1; b — 24 h after MRgFUS1; c — 6 months after MRgFUS1; d — 6 months after MRgFUS2.

по сравнению с его уровнем перед 2-й операцией, и такой эффект оставался стабильным в течение 6 месяцев наблюдения. При этом влияние ФУЗ-таламотомии на тремор покоя, постуральный и акционный тремор оказалось одинаковым для всех видов тремора при первой и при повторной операциях. При повторной операции для достижения терапевтического эффекта пришлось увеличить максимально достигаемую температуру (60—64 °C vs 54—60 °C), что могло стать причиной транзиторных НЯ в ранние сроки после реоперации. Подобные явления были описаны Weidman E.K. и соавт. [15] и объяснялись тем, что после первой операции происходит отложение гемосидерина, препятствующего при последующих нацеливаниях достижению необходимой температуры из-за менее предсказуемой диффузии ультразвуковых волн. При реоперации количество общих соникаций у пациента *О.* осталось прежним (8), а количество терапевтических воздействий увеличилось в 2,5 раза (2 и 5). Качество жизни после реоперации улучшилось на 47% по сравнению с качеством жизни до повторной операции, и сохранялось примерно на том же уровне в последующие 6 месяцев. Эквивалентная суточная доза леводопы через 6 месяцев после реоперации осталась прежней.

В *клиническом случае 2* возобновление тремора отмечалось спустя 3 недели после первой ФУЗ-таламотомии с его нарастанием до предоперационного уровня так же в течение года. Особенностями при повторной операции были трудности определения области мишени, что привело к тому, что спустя сутки после повторной операции постепенно развился синдром внутренней капсулы со стойким левосторонним гемипарезом до 4 баллов, гемигипестезией, гемигипестезией и атаксией в левой руке. При повторной ФУЗ-таламотомии эффект был менее выраженный (42 и 92%), качество жизни не улучшилось, вероятно, в связи с развитием НЯ. Эффективность первой ФУЗ-таламотомии была одинакова в отношении всех видов тремора, повторной — лучше в отношении тремора покоя спустя 6 месяцев. Повторная операция продолжалась дольше (120 и 60 минут), максимальные температуры абляции были выше (61–64 и 57–62 °C). Общее количество соникаций в целом (16 и 7) и лечебных соникаций, в частности (5 и 2), оказалось меньше ввиду остановки операции самим пациентом. Лекарственная противопаркинсоническая терапия после реоперации также оставалась неизменной по сравнению с лечением перед повторной ФУЗ-таламотомией.

Заключение

Повторное проведение ФУЗ-таламотомии, с одной стороны, было менее эффективным в уменьшении тремора, с другой стороны — характеризовалось увеличением частоты НЯ, что может быть связано со структурными изменениями в веществе ГМ после первой операции и изменением вследствие этого технических параметров операции.

Необходимы дальнейшие исследования на больших выборках больных, что позволит более точно оценить возможные риски, определить оптимальные сроки повторного вмешательства, усовершенствовать технические параметры воздействия и пересмотреть протоколы проведения повторных ФУЗ-таламотомий.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES:

1. Bond AE, Shah BB, Huss DS, et al. Safety and efficacy of focused ultrasound thalamotomy for patients with medication-refractory, tremor-dominant Parkinson disease: a randomized clinical trial. *JAMA Neurol*. 2017;74(12):1412–1418. https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2017.3098
2. Focus Ultrasound Foundation (fusfoundation.org) [Electronic resource]. Accessed July 20, 2025. https://www.fusfoundation.org
3. Галимова Р.М., Набиуллина Д.И., Иллариошкин С.Н., и др. Общие итоги 2-летнего применения в Российской Федерации фокусированного ультразвука под контролем МРТ в лечении двигательных расстройств. *Бюллетень Национального общества по изучению болезни Паркинсона и расстройств движений*. 2022;2:38-42.
Galimova RM, Nabiullina DI, Illarioshkin SN, et al. Obshhie itogi 2-letnego primeneniya v Rossijskoj Federacii fokusirovannogo ul`trazvuka pod kontrolem MRT v lechenii dvigatel`ny`x rasstrojstv. *Byulleten` Nacional`nogo obshhestva po izucheniyu bolezni Parkinsona i rasstrojstv dvizhenij*. 2022;2:38-42 (In Russ.).
4. Gallay MN, Moser D, Rossi F, et al. MRgFUS Pallidothalamic Tractotomy for Chronic Therapy-Resistant Parkinson's Disease in 51 Consecutive Patients: Single Center Experience. *Frontiers in surgery*. 2020;6:76. https://doi.org/10.3389/fsurg.2019.00076
5. Yamamoto K, Ito H, Fukutake S, et al. Focused ultrasound thalamotomy for tremor-dominant Parkinson's disease: a prospective 1-year follow-up study. *Neurol Med Chir.* 2021;61:414-421. https://doi.org/10.2176/nmc.oa.2020-0370
6. Tian X, Hu R, He P, Ye J. Efficacy and safety of magnetic resonance-guided focused ultrasound for Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in neurology*. 2023;14:1301240. https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1301240
7. Pertsch NJ, Sakakura K, Kim D, et al. Frailty and outcomes after unilateral MRI-guided focused ultrasound thalamotomy for tremor. *Journal of neurosurgery*. 2024;142(4):1196-1202. https://doi.org/10.3171/2024.6.JNS24600
8. Balduino de Souza AL, Mendes TP, Rocha Dos Santos MA., et al. Safety of Focused Ultrasound Ablation in Parkinson's Disease: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of clinical neuroscience*. 2025;135:111159. https://doi.org/10.1016/j.jocn.2025.111159
9. Monteiro JDS., Silva BB, de Oliveira RR, et al. Magnetic resonance-guided focused ultrasound ventral intermediate thalamotomy for Tremor-Dominant Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Neurosurgical review*. 2024;47(1):701. https://doi.org/10.1007/s10143-024-02948-2
10. Maragkos GA, Kosyakovsky J, Zhao P, et al. Patient-Reported Outcomes After Focused Ultrasound Thalamotomy for Tremor-Predominant Parkinson's Disease. *Neurosurgery*. 2023;93(4):884-891. https://doi.org/10.1227/neu.0000000000002518
11. Zaaroor M, Sinai A, Goldsher D, et al. Magnetic resonance-guided focused ultrasound thalamotomy for tremor: a report of 30 Parkinson's disease and essential tremor cases. *Journal of neurosurgery*. 2018;128(1):202-210. https://doi.org/10.3171/2016.10.JNS16758
12. Bruno F, Catalucci A, Arrigoni F, et al. Comprehensive Evaluation of Factors Affecting Tremor Relapse after MRgFUS Thalamotomy: A Case-Control Study. *Brain sciences*. 2021;11(9):1183. https://doi.org/10.3390/brainsci11091183
13. Fasano A, De Vloo P, Llinas M, et al. Magnetic Resonance Imaging-Guided Focused Ultrasound Thalamotomy in Parkinson Tremor: Reoperation After Benefit Decay. *Movement disorders*. 2018;33(5):848-849. https://doi.org/10.1002/mds.27348
14. Valentino F, Cosentino G, Maugeri R, et al. Is Transcranial Magnetic Resonance Imaging-Guided Focused Ultrasound a Repeatable Treatment Option? Case Report of a Retreated Patient With Tremor Combined With Parkinsonism. *Operative neurosurgery (Hagerstown, Md.)*. 2020;18(6):577-582. https://doi.org/10.1093/ons/opz300
15. Weidman EK, Kaplitt MG, Strybing K, et al. Repeat magnetic resonance imaging-guided focused ultrasound thalamotomy for recurrent essential tremor: case report and review of MRI findings. *Journal of neurosurgery*. 2019;132(1):211-216. https://doi.org/10.3171/2018.10.JNS181721

Поступила 11.08.2025
Received 11.08.2025
Принята к печати 15.08.2025
Accepted 15.08.2025

К статье *Н.Н. Шипиловой и соавт.* «Опыт проведения повторной односторонней ФУЗ-таламотомии у пациентов с тремордоминантными формами болезни Паркинсона»

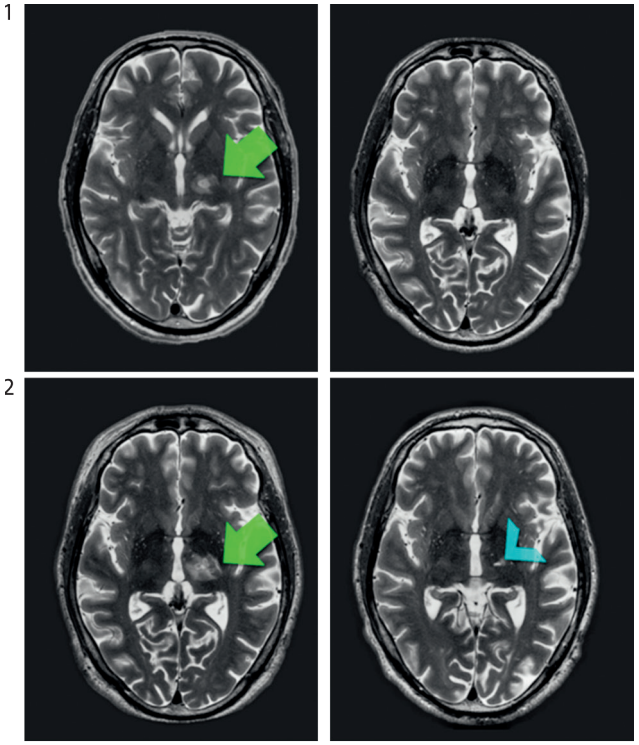


Рис. 5. **МР-томограммы в аксиальной плоскости пациента *О*. спустя 24 часа и через 6 месяцев после первой (1) и повторной (2) ФУЗ-таламотомии.**
а — через 24 ч; б — через 6 мес. Зелеными стрелками указаны типичные изменения после процедуры: формирование ядра деструкции с перифокальным отеком; синей головкой стрелки обозначены кистозные изменения в отдаленном периоде.

Fig. 5. **MR images in the axial view of the patient *O*. 24 hours and 6 months after the first (1) and repeated (2) FUS thalamotomy.**
a — after 24 h; b — after 6 months. The green arrows indicate typical changes after the procedure: the destruction focus with perifocal edema; the blue head of the arrow indicates cystic changes in the long-term.

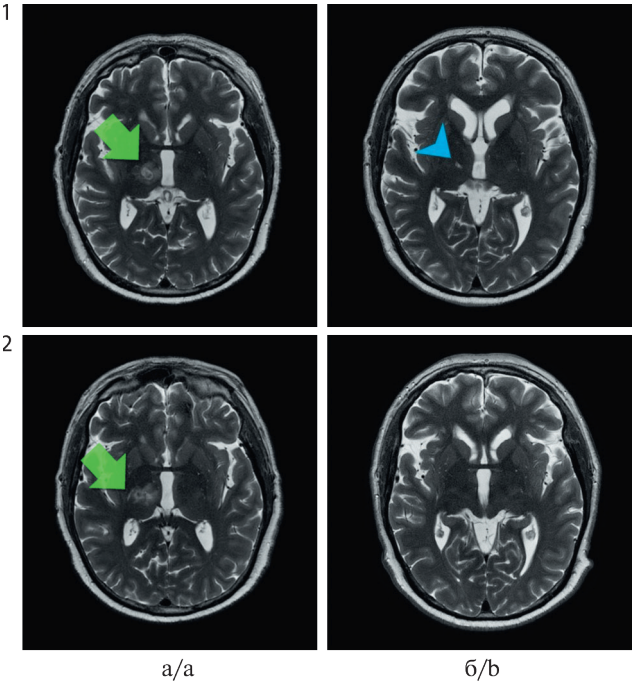


Рис. 10. **МРТ в аксиальной плоскости пациента *Ж*. спустя 24 часа и через 6 месяцев после первой (1) и повторной (2) ФУЗ-таламотомии.**
а — через 24 ч; б — через 6 мес. Зелеными стрелками указаны типичные изменения после процедуры: формирование ядра деструкции с перифокальным отеком; синей головкой стрелки обозначены кистозные изменения в отдаленном периоде.

Fig. 10. **MR images in the axial view of the patient *Zh*. 24 hours and 6 months after the first (1) and repeated (2) FUS thalamotomy.**
a — after 24 h; b — after 6 months. The green arrows indicate typical changes after the procedure: the destruction focus with perifocal edema; the blue head of the arrow indicates cystic changes in the long-term.