https://doi.org/10.25512/DIR.2023.17.4.01

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ АРТЕФАКТЫ ПОСЛЕ ТРАНСАРТЕРИАЛЬНОЙ ХИМИОЭМБОЛИЗАЦИИ ОПУХОЛЕЙ ПЕЧЕНИ ЛЕКАРСТВЕННО НАСЫЩАЕМЫМИ МИКРОСФЕРАМИ

3.1.6 - Онкология, лучевая терапия (медицинские науки)
3.1.25 - Лучевая диагностика (медицинские науки)

***Звездкина Е.А.**[1], **Кедрова А.Г.**[2,3], **Лебедев Д.П.**[2], **Панченков Д.Н.**[4], **Степанова Ю.А.**[5], **Астахов Д.А.**[4]

[1]*ФГБУ «Государственный научно-практический центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина» Федерального медико-биологического агентства*
Отделение амбулаторной лазерной медицины
[2]*ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» Федерального медико-биологического агентства*
Отделение онкологии
[3]*ФГБУ ФНКЦ ФМБА России*
Кафедра акушерства и гинекологии Академии постдипломного образования
[4]*ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» МЗ РФ*
Лаборатория минимально инвазивной хирургии
[5]*ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского» МЗ РФ*
Отдел лучевых методов диагностики и лечения

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- трансартериальная химиоэмболизация
- микросфера
- метастаз печени
- гепатоцеллюлярный рак
- холангиокарцинома

АННОТАЦИЯ:

Введение: трансартериальная химиоэмболизация (ТАХЭ) лекарственно насыщаемыми микросферами показывает высокую эффективность в лечении опухолей печени разных гистологических типов При этом только единичные работы посвящены важному вопросу: не становится ли ТАХЭ источником артефактов для диагностических методов?

Цель исследования: выявить артефакты после трансартериальной химиоэмболизации (ТАХЭ) лекарственно насыщаемыми микросферами злокачественных опухолей печени по данным компьютерной и магнитно-резонансной томографии.

Материал и методы: ретроспективный анализ данных 102 трансартериальных химиоэмболизаций лекарственно насыщаемыми микросферами, выполненных 65 пациентам с метастатическим поражением печени (1 группа), 10 пациентам с первичными злокачественными опухолями печени (2 группа). Для контроля результатов применялись компьютерная томография (КТ) брюшной полости и магнитно-резонансная томография (МРТ) гепатобилиарной зоны с внутривенным контрастированием не позднее 2 недель до, через 8-9 недель и 16-17 недель после ТАХЭ.

Результаты: изменения в опухолях после ТАХЭ давали признак псевдопрогрессии (10% случаев на все операции): в очагах до 1 см диаметром отмечалось гиперконтрастирование в артериальную фазу на КТ за счет внутриопухолевых кровоизлияний, в очагах свыше 3 см - формировалась ложная аневризма в некротизирующейся опухоли со спонтанными внутриопухолевыми кровоизлияниями.

Изменения в перифокальной паренхиме печени после ТАХЭ (5% случаев на все операции) появлялись на фоне быстрого регресса крупных метастазов и требовали дифференциальной диагностики с опухолевой окклюзией сегментарной артерии.

Выводы: трансартериальная химиоэмболизация лекарственно насыщаемыми микросферами является источником артефактов для диагностических методов, что следует учитывать для корректной оценки результатов. Они заложены в самом методе, приводя, с одной стороны, к гибели опухоли, а с другой - провоцируя реакцию окружающей паренхимы печени на происходящие процессы.

Для цитирования. *Звездкина Е.А., Кедрова А.Г., Лебедев Д.П., Панченков Д.Н., Степанова Ю.А., Астахов Д.А. «ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ АРТЕФАКТЫ ПОСЛЕ ТРАНСАРТЕРИАЛЬНОЙ ХИМИОЭМБОЛИЗАЦИИ ОПУХОЛЕЙ ПЕЧЕНИ ЛЕКАРСТВЕННО НАСЫЩАЕМЫМИ МИКРОСФЕРАМИ». Ж. ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ И ИНТЕРВЕНЦИОННАЯ РАДИОЛОГИЯ. 2023; 17(4): 6–14.*

Адрес для корреспонденции (Correspondence to): *Звездкина Елена Александровна (Zvezdkina Elena A.), e-mail: zvezdkina@yandex.ru*

DIAGNOSTIC ARTIFACTS AFTER TRANSARTERIAL CHEMOEMBOLIZATION OF LIVER TUMORS WITH DRUG-SATURABLE MICROSPHERES

***Zvezdkina E.A.[1], Kedrova A.G.[2,3], Lebedev D.P.[2], Panchenkov D.N.[4], Stepanova Yu.A.[5], Astakhov D.A.[4]**

[1]Skobelkin Scientific and Practical Center for Laser Medicine of Federal Medical and Biology Agency
Department of outpatient laser medicine
[2]Federal Research Clinical Center for Specialized Types of Health Care and Medical Technologies of Federal Medical and Biology Agency
Department of Oncology
[3]Federal Research Clinical Center for Specialized Types of Health Care and Medical Technologies
Chair of Obstetrics and Gynecology, Academy of Postgraduate Education
[4]Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry
Laboratory of minimally invasive surgery
[5]Vishnevsky National Medical Research Center for Surgery
Department of Radiation Methods of Diagnosis and Treatment

KEY-WORDS:

- transarterial chemoembolization
- tmicrosphere
- tliver metastasis
- thepatocellular carcinoma
- tcholangiocarcinoma

ABSTRACT:

Introduction: transarterial chemoembolization (TACE) with drug-saturable microspheres shows high efficiency in treatment of liver tumors of various histological types. At the same time, only few works are devoted to an important question: is TACE becoming a source of artifacts for diagnostic methods?

Aim: was to identify artifacts after transarterial chemoembolization with drug-saturable microspheres of malignant liver tumors according to computed tomography and magnetic resonance imaging.

Material and methods: retrospective analysis of data from 102 transarterial chemoembolizations with drug-saturable microspheres was performed in 65 patients with liver metastases (Group 1), 10 patients with primary malignant liver tumors (Group 2). To control results, computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) with intravenous contrast enhancement were used not later than 2 weeks before, 8–9 weeks and 16-17 weeks after TACE.

Results: changes in tumors after TACE gave a sign of pseudoprogression (10% of cases for all operations): in foci up to 1 cm in diameter, hyperenhancement was noted in arterial phase on CT scan due to intratumoral hemorrhages, in foci larger than 3 cm, a false aneurysm was formed in a necrotizing tumor with spontaneous intratumoral hemorrhages.

Changes in perifocal liver parenchyma after TACE (5% of cases for all operations) appeared against the background of rapid regression of large metastases and required differential diagnosis with tumor occlusion of segmental artery.

Conclusions: transarterial chemoembolization with drug-saturable microspheres is a source of artifacts for diagnostic methods, which should be taken into account for a correct assessment of results. They are inherent in the method itself, leading, on the one hand, to the death of the tumor, and on the other hand, provoking the reaction of surrounding liver parenchyma to ongoing processes.

Введение

Трансартериальная химиоэмболизация (ТАХЭ) лекарственно насыщаемыми микросферами - эндоваскулярная операция, которая показывает высокую эффективность в лечении опухолей печени разных гистологических типов, становясь реальной альтернативой в нерезектабельных ситуациях [1-9]. Использование лекарственно насыщаемых микросфер (ЛНМ) позволяет осуществлять двухкомпонентое воздействие на опухоль. Сами ЛНМ - это полимерные сферы, способные впитывать раствор цитостатика и увеличивать свой объем. Доставляясь эндоваскулярно в опухолевые сосуды, микросферы закупоривают их как эмболизирующий материал, а под влиянием плазмы крови постепенно высвобождается цитостатик, тем самым обеспечивая локальную химиотерапию в очаге [10,11]. При этом много внимания уделяется оценке эффективности такой терапии, но только единичные работы посвящены важному для рентгенологов вопросу: не становится ли ТАХЭ источником артефактов для диагностических методов [12-15]?

Цель исследования выявить артефакты после трансартериальной химиоэмболизации лекарственно насыщаемыми микросферами злокачественных опухолей печени по данным компьютерной и магнитно-резонансной томографии.

Материал и методы

Представлено ретроспективное наблюдательное неконтролируемое исследование, включающее данные 102 трансартериальных химиоэмболизации лекарственно насыщаемыми микросферами, выполненных 65 пациентам с метастатическим поражением печени (1 группа), 10 пациентам с первичными злока-

Статья поступила в редакцию в июле 2023 года.

чественными опухолями печени (2 группа). Для контроля результатов были составлены базовые диагностические протоколы, включающие компьютерную томографию (КТ) брюшной полости (протокол 1) и магнитно-резонансную томографию (МРТ) гепатобилиарной зоны (протокол 2) с внутривенным контрастированием, выполняющиеся в строго лимитированные сроки: не позднее 2 недель до, через 8-9 недель и 16-17 недель после ТАХЭ. Всего в исследование вошли 105 КТ брюшной полости с внутривенным контрастированием, 195 МРТ гепатобилиарной зоны с внутривенным контрастированием.

1 группа пациентов включала следующие источники метастазов: колоректальный рак (n=40,62%), нейроэндокринный рак (n=10,15%), рак молочной железы (n=5,8%), простаты (n=3,5%), поджелудочной железы (n=2,3%), желудка (n=2,3%), тела матки (n=2,3%), гортаноглотки (n=1,1%).

Во 2 группе у 8 пациентов был гепатоцеллюлярный рак (80%), у 2 - внутрипеченочная холангиокарцинома (20%).

Диагностические исследования проводились в центрах системы ФМБА России, а также по месту жительства пациентов с дистанционным консультированием результатов одним рентгенологом.

Базовый протокол компьютерной томографии брюшной полости. Для включения в исследование требовалась КТ брюшной полости с болюсным внутривенным контрастированием йодсодержащим контрастным препаратом. Сканирование должно быть выполнено в нативную, артериальную, порто-венозную и отсроченную фазы контрастирования, с толщиной реконструируемого среза не более 2,5 мм.

Базовый протокол магнитно-резонансной томографии гепатобилиарной зоны. Минимальные требования, предъявляемые к МРТ гепатобилиарной зоны, были следующие: 1) МР-томограф не менее 1,5 Тесла; 2) обязательные программы сканирования: Т2-взвешенные изображения (ВИ) в аксиальной и коронарной проекциях, Т1ВИ в аксиальной плоскости, диффузионно-взвешенная импульсная последовательность (ДВИ) в аксиальной плоскости с построением карт измеряемого коэффициента диффузии (ИКД); 3) внутривенное контрастирование в артериальную, венозную и отсроченную фазы гадолиний-содержащим контрастным препаратом.

Операции трансартериальной химиоэмболизации лекарственно насыщаемыми микросферами выполнялись в ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства России» одним рентгенохирургом.

При статистической обработке результатов использовались стандартные процедуры и методы анализа.

Результаты

В ходе данного исследования фиксировались все случаи, которые привели к ошибочной трактовке результатов диагностических исследований, либо вызвали затруднения в интерпретации данных. Для понимания природы наблюдаемых явлений проводилось сопоставление КТ и МРТ между собой, а также с селективной ангиографией, выполняемой всем пациентам на первом этапе ТАХЭ для поиска афферентов опухоли.

Изменения в очагах

Изменения в очагах, вызвавшие затруднения с интерпретацией результатов ТАХЭ, во всех случаях были связаны с внутриопухолевыми кровоизлияниями. При этом данные различались в зависимости от размера поражения.

Очаги около 1 см диаметром. Через 8-9 недель после ТАХЭ на КТ в артериальную фазу появлялось гиперинтенсивное контрастирование мелких очагов, хотя

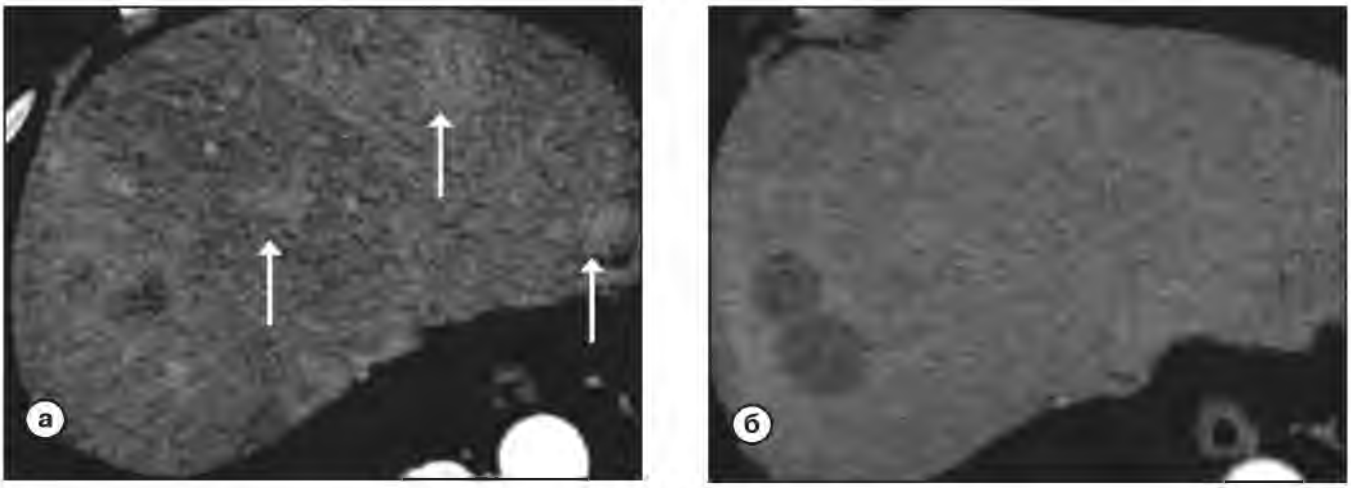

Рис. 1. Метастазы нейроэндокринного рака легкого. КТ в артериальную фазу через 8 нед. после ТАХЭ (а) демонстрирует множественные очаги интенсивного контрастирования (стрелки), которые не выявлялись на аналогичной серии до ТАХЭ (б).

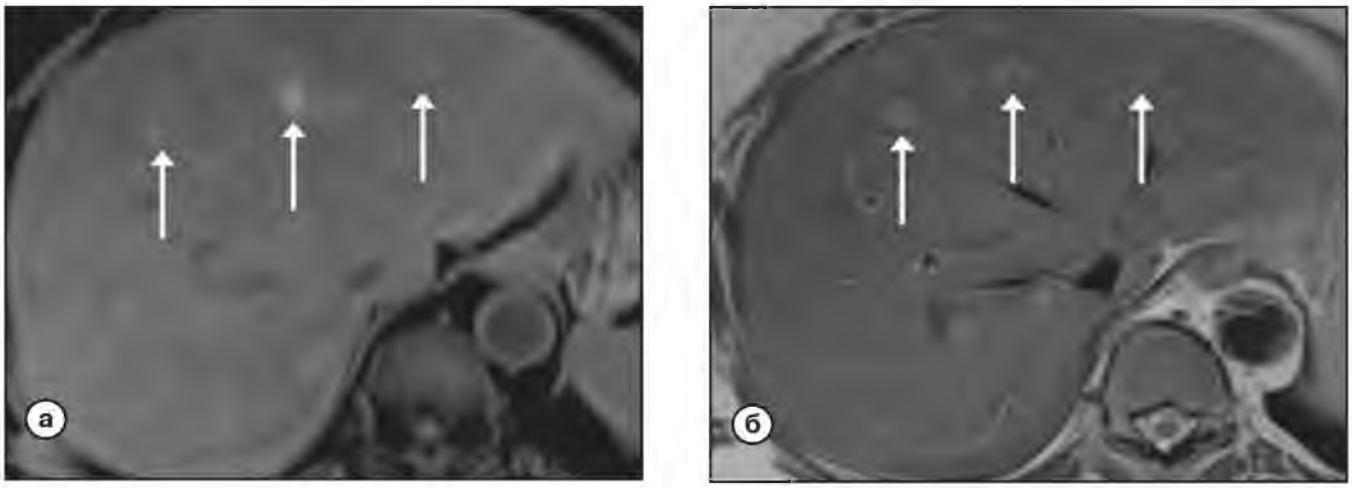

Рис. 2. *Тот же пациент. МРТ в режиме Т1 с жироподавлением (а) и Т2 (б), через 2 дня после выполненного ранее КТ и через 8 недель после ТАХЭ демонстрирует множественные очаги до 1 см, с кровоизлияниями различной интенсивности (стрелки).*

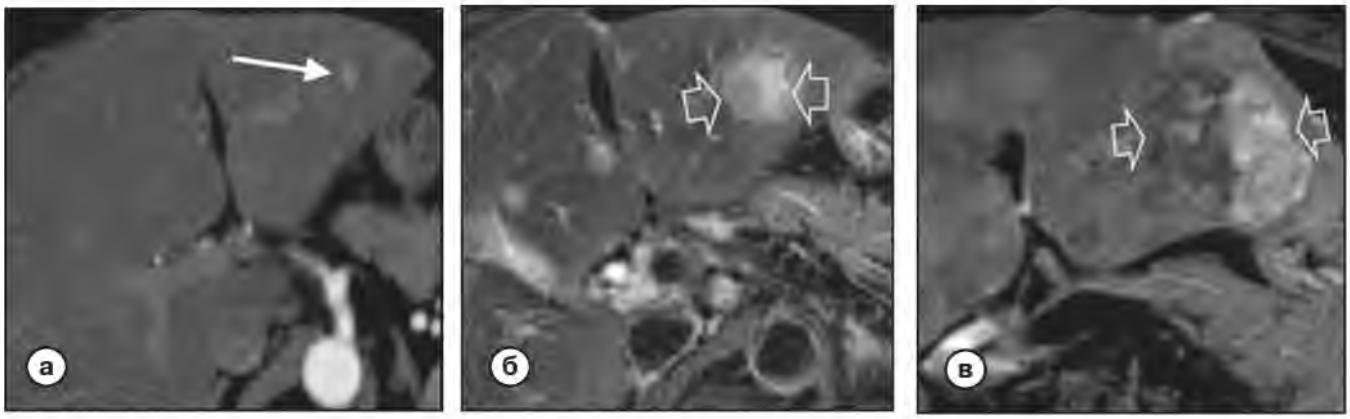

Рис. 3. *Метастазы нейроэндокринного рака легкого. КТ в артериальную фазу (а) через 8 нед. после ТАХЭ демонстрирует ложную аневризму в очаге (стрелка). На МРТ через 16 нед. после ТАХЭ (б) видна седиментация содержимого в кистозно трансформирующемся очаге (объемные стрелки). На МРТ через 6 лет после ТАХЭ (в) показана организовавшаяся внутрипеченочная гематома (объемные стрелки) с резким увеличением размеров патологии.*

до операции часть изменений вообще не была видна **(рис. 1).** При сопоставлении с МРТ в указанных участках фиксировались кровоизлияния разной степени выраженности **(рис. 2)**. Ангиографически очаги около 1 см диаметром не были видны.

Признак гиперконтрастирования на КТ мы наблюдали у 8 пациентов (8% случаев всех ТАХЭ). При других размерах очагов парадоксального контрастирования в артериальную фазу не отмечалось.

При динамическом наблюдении к 16-17 неделе после ТАХЭ признак исчезал, а сами очаги до 1 см диаметром подвергались полному регрессу в 20% случаев, превращались в мелкие кисты в 50% случаев, не изменялись в размерах в 30% случаев.

Очаги свыше 3 см диаметром. В узлах свыше 3 см диаметром после ТАХЭ отмечалось формирование ложной аневризмы и спонтанные внутриопухолевые кровоизлияния.

Через 8 недель после ТАХЭ в некротизирующемся очаге появлялся округлый участок, по динамике контрастирования сопоставимый с артериальным сосудом. Подобные изменения лучше всего были видны на КТ, встретились у 2 пациентов с поражением печени при нейроэндокринном раке и 1 пациента с гепатоцеллюлярным раком (3% случаев всех ТАХЭ).

При динамических контролях у пациентов с нейроэндокринным раком отмечались спонтанные внутриопухолевые кровоизлияния на протяжении всего периода наблюдения (2 года и 6 лет соответственно), не связанные с прогрессированием неопластического процесса. На МРТ это выглядело как седиментация содержимого в кистозно измененном очаге, с резкими скачками размеров и постепенной организацией внутрипеченочной гематомы **(рис. 3).** Данная патология не отражалась на соматическом состоянии пациентов и не потребовала лечения.

Изменения в паренхиме печени

В 5 случаях при быстром регрессе обширных сливных зон метастатического поражения через 8-16 недель после ТАХЭ в окружающей паренхиме печени появилась клино-

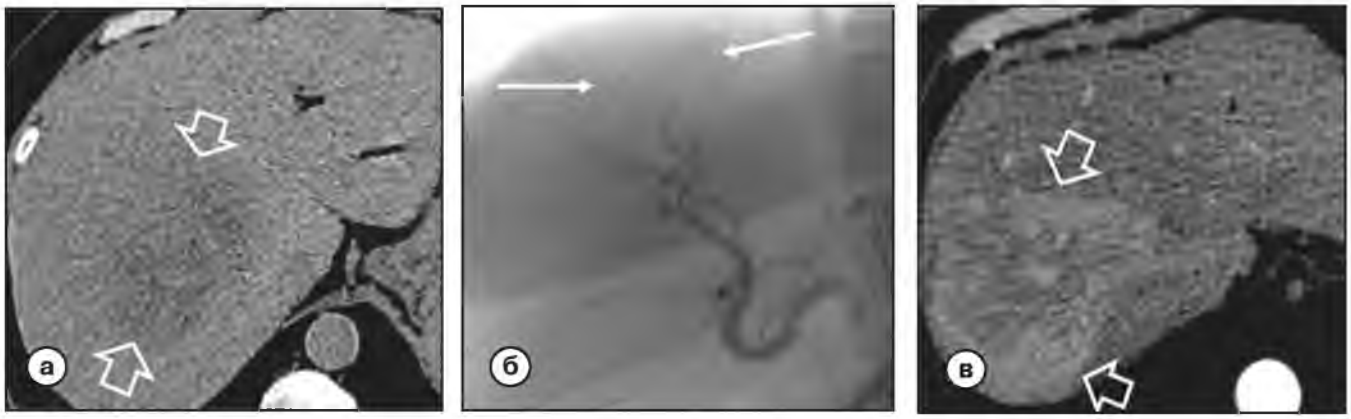

Рис. 4. Метастазы рака эндометрия. КТ в отсроченную фазу контрастирования до ТАХЭ (а) показывает сливную гиповаскулярную зону (объемные стрелки). На ангиограмме (б) показаны множественные афференты от нескольких сегментов правой доли печени (стрелки). На КТ в артериальную фазу через 8 нед. после ТАХЭ (в) видна клиновидная зона повышенного контрастирования, превышающая исходное поражение (объемные стрелки).

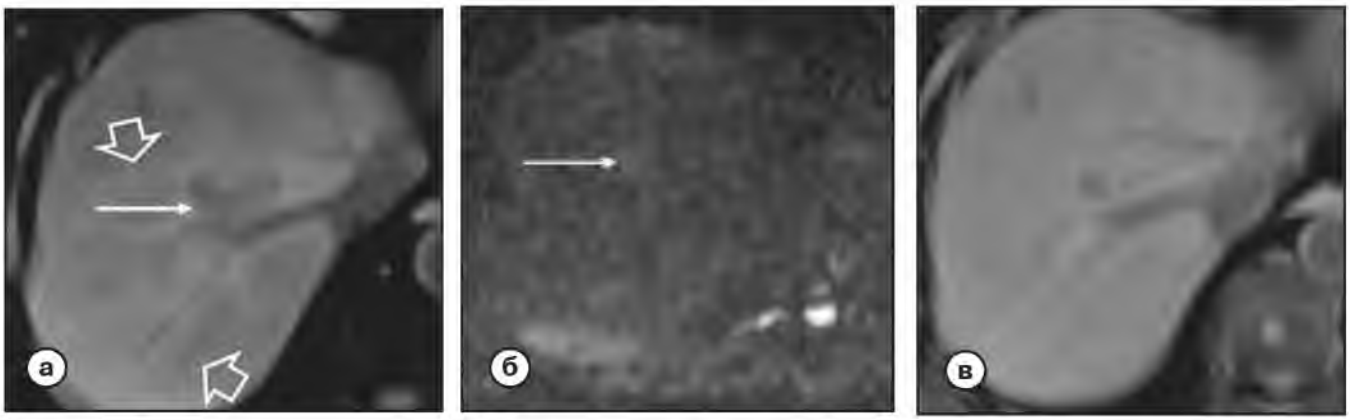

Рис. 5. Та же пациентка. МРТ в венозную фазу через 16 нед. после ТАХЭ (а) демонстрирует зону повышенного контрастирования паренхимы печени (объемные стрелки), в центре которой - метастазы с регрессом на 80%. ДВИ (б) демонстрирует ограничение диффузии только от остаточной опухоли (стрелка). Через 6 мес. на МРТ (в) патологических изменений не выявлено.

видная зона повышенного контрастирования на КТ или МРТ, по размерам превосходящая изначальный участок. Изменения исчезли в течение 4-6 месяцев параллельно с полным регрессом метастазов, и при этом никогда не ограничивали диффузию на МРТ **(рис. 4, 5)**.

При сопоставлении с ангиографией подобные участки неопластического поражения питались из нескольких сегментарных артерий, имели обширную разветвленную сеть афферентов **(рис. 4)**.

Указанные изменения потребовали дифференциальной диагностики с проявлениями неопластического процесса.

При центральном расположении очагов у 7 пациентов развилась опухолевая окклюзия сегментарной артерии, что подтвердилось на ангиографии. При этом на КТ и МРТ в пораженном сегменте уже до операции имелась зона измененного контрастирования паренхимы печени клиновидной формы, ограничивающая диффузию на МРТ **(рис. 6)**.

На фоне регресса очагов по данным ангиографии отмечалось частичное восстановление кровоснабжения пораженного сегмента. При этом выраженность измененного контрастирования паренхимы печени на КТ и МРТ уменьшалась, но ограничение диффузии сохранялось в течение всего периода наблюдения (6 мес. - 2 года) **(рис. 7)**.

Таким образом, ограничение диффузии на МРТ - это ключевой признак, позволяющий отличить реактивные изменения паренхимы печени после ТАХЭ от истинного опухолевого тромбоза.

Обсуждение

Внедрение методов эндоваскулярной хирургии расширило возможности для лечения злокачественных новообразований печени. Список заболеваний, при которых трансартериальное лечение показывает хорошие результаты, постоянно пополняется новыми нозологиями [16-18].

С задачами выявления злокачественных новообразований печени и мониторингом ответа на терапию успешно справляются компьютерная и магнитно-резо-

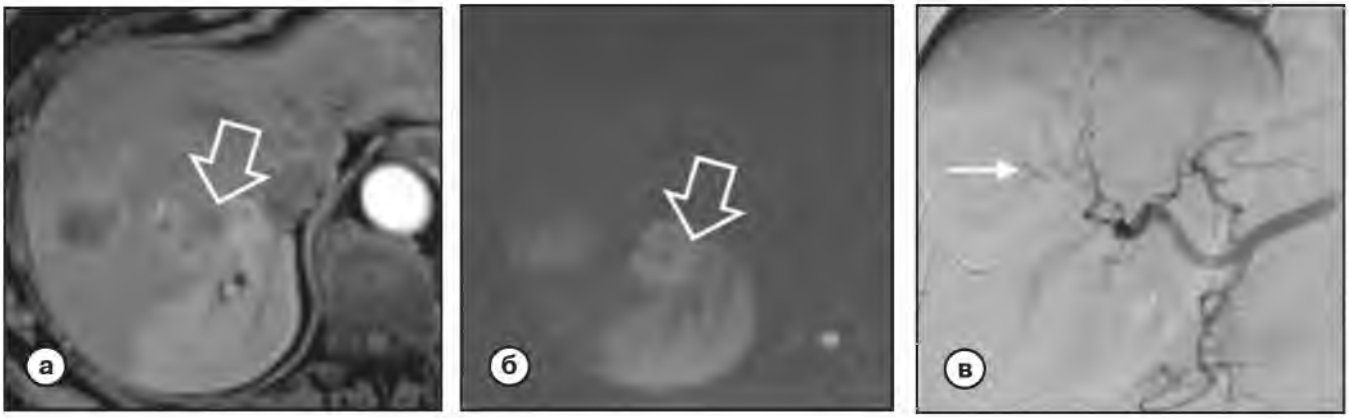

Рис. 6. *Метастазы рака сигмовидной кишки. МРТ в артериальную фазу до ТАХЭ (а) демонстрирует несколько гиповаскулярных очагов, с зоной повышенного контрастирования печени клиновидной формы (объемная стрелка). На МРТ в режиме ДВИ (б) изменения ограничивают диффузию (объемная стрелка). Ангиограмма (в) демонстрирует дистальную окклюзию артерии 6 сегмента печени (стрелка).*

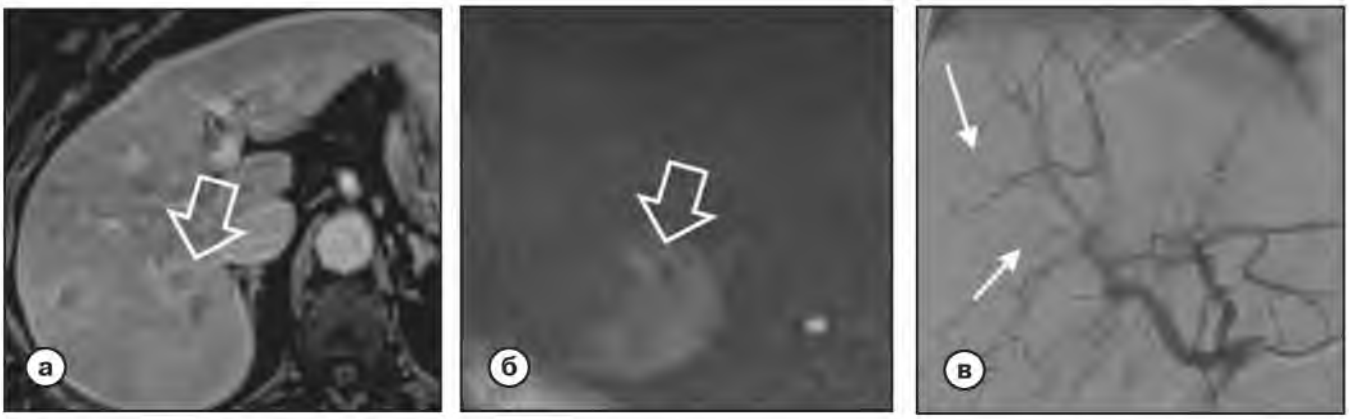

Рис. 7. *Тот же пациент, через 16 нед. после ТАХЭ. МРТ в венозную фазу (а) показывает уменьшение размеров очагов и менее выраженное патологическое контрастирование паренхимы печени (объемная стрелка). На МРТ в режиме ДВИ (б) сохраняется ограничение диффузии от зоны патологии. На ангиограмме (в) через 6 мес. фиксируется частичное восстановление кровоснабжения 6 сегмента за счет коллатералей из смежных областей (стрелки).*

нансная томография. Однако в методах локального воздействия могут быть заложены потенциальные артефакты для диагностических методов. В частности, зона абляции (один из вариантов локорегионарной терапии) выходит за пределы опухоли на 1 см, чтобы не допустить рецидива [16-18]. Многие методы локальной деструкции приводят к некрозу очагов, что потребовало пересмотра диагностических шкал для оценки противоопухолевого эффекта [19].

Трансартериальная химиоэмболизация лекарственно насыщаемыми микросферами, блокируя сосуды опухоли, потенциально может вмешиваться в фармакодинамику контрастного препарата, зависящую от перфузии органа и проникновения его через микроциркуляторное русло [20]. Кроме того, есть работы, указывающие на реакцию паренхимы печени и билиарного дерева, иногда приводящие к жизнеугрожающим осложнениям [21-24].

В нашем исследовании были установлены факты псевдопрогрессии, связанные с кровоизлияниями в очагах после ТАХЭ. Такие случаи составили 10% в пересчете на общее количество операций. Часть вопросов можно было сразу снять, применив другую диагностическую модальность, часть - оставались открытыми до получения отсроченных диагностических данных.

Другая группа артефактов связана с реакцией паренхимы печени (5% в пересчете на общее количество операций). Во всех случаях возникали сложности: с одной стороны требовалось длительное наблюдение, чтобы подтвердить реактивные изменения, с другой - проводилась дифференциальная диагностика с проявлениями опухолевого процесса. Единственной программой, которая оказалась полезной в данной ситуации, стала диффузионно-взвешенная импульсная последовательность на МРТ.

Заключение

Подводя итог вышесказанному, трансартериальная химиоэмболизация лекарственно насыщаемыми микросферами является источником артефактов для компьютерной и магнитно–резонансной томографии. Эти

артефакты заложены в самом двухкомпонентном воздействии на опухоль, приводя, с одной стороны, к ее гибели, а с другой - провоцируя реакцию окружающей паренхимы печени на происходящие процессы. Именно поэтому знание подобных нюансов и понимание их причин крайне важно для корректной трактовки результатов ТАХЭ врачами-рентгенологами. ■

Список литературы

1. Wang M., Zhang J., Ji S., et al. Transarterial chemoembolisation for breast cancer with liver metastasis: A systematic review. *Breast.* 2017; 36(12): 25-30. https://doi.org/10.1016/j.breast.2017.09.001

2. Bale R., Putzer D., Schullian P. Local treatment of breast cancer liver metastasis. *Cancers (Basel)*. 2019; 11(9): 1341. https://doi.org/10.3390/cancers1109134

3. Desmaison C., Niccoli P., Taieb S.O., et al. Transarterial chemoembolization (TACE) for neuroendocrine liver metastasis (NELM): Predictive value of volumetric arterial enhancement (VAE) on baseline MRI. *Bull Cancer.* 2023; 110(3): 308-319. https://doi.org/10.1016/j.bulcan.2022.12.007

4. Vogl T.J., Marko C., Langenbach M.C., et al. Transarterial chemoembolization of colorectal cancer liver metastasis: improved tumor response by DSM-TACE versus conventional TACE, a prospective, randomized, single-center trial. *Eur Radiol.* 2021; 31(4): 2242-2251. https://doi.org/10.1007/s00330-020-07253-2

5. Matsuda H., Tamada S., Kato M., et al. Transarterial chemoembolization of liver metastasis from renal cell carcinoma. *Urol Case Rep.* 2018; 17: 79-81. https://doi.org/10.1016/j.eucr.2018.01.015

6. Chen S., Yang Y., Jiao Y., et al. Efficacy of drug-eluting bead transarterial chemoembolization in the treatment of colorectal cancer liver metastasis. *J. Healthc Eng.* 2022; 13(4): 4930047. https://doi.org/10.1155/2022/4930047

7. Adam L.C., Savic L.J., Chapiro J., et al. Response assessment methods for patients with hepatic metastasis from rare tumor primaries undergoing transarterial chemoembolization. *Clin Imaging.* 2022; 89: 112-119. https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2022.06.013

8. Bi Y., Jiao D., Wang Y., et al. Preliminary outcomes of raltitrexed eluting bead-transarterial chemoembolization using Callispheres® beads for gastrointestinal adenocarcinoma liver metastasis. *World J Surg Oncol*. 2022; 20(1): 229. https://doi.org/10.1186/s12957-022-02696-x

9. Silva J.P., Berger N.G., Tsai S., et al Transarterial chemoembolization in hepatocellular carcinoma with portal vein tumor thrombosis: a systematic review and meta-analysis. *HPB (Oxford).* 2017; 19(8): 659-666. https://doi.org/10.1016/j.hpb.2017.04.016

10. De Baere T., Plotkin S., Yu R., et al. An in vitro evaluation of four types of drug-eluting microspheres loaded with doxorubicin. *J Vasc Interv Radiol.* 2016; 27(9): 1425-1431. https://doi.org/10.1016/j.jvir.2016.05.015

11. Kennoki N., Saguchi T., Sano T., et al. Long-term histopathologic follow-up of a spherical embolic agent; observation of the transvascular migration of HepaSphere TM. *BJR Case Rep.* 2019; 5(1): 20180066. https://doi.org/10.1259/bjrcr.20180066

12. Chung J., Yu J.-S., Chung J.-J., et al. Haemodynamic events and localised parenchymal changes following transcatheter arterial chemoembolisation for hepatic malignancy: interpretation of imaging findings. *Br J Radiol.* 2010; 83(985): 71-81. https://doi.org/10.1259/bjr/82377365

13. Spina J.C., Ulla M., Yeyati E.L., et al MDCT findings after hepatic chemoembolization with DC-beads: what the radiologist needs to know. *Abdom Imaging*. 2013; 38: 778-784. https://doi.org/10.1007/s00261-012-9963-6

14. Guan Y.S., Zheng X.H., Zhou X.P., et al. Multidetector CT in evaluating blood supply of hepatocellular carcinoma after transcatheter arterial chemoembolization. *World J Gastroenterol.* 2004; 10(14): 2127-9. https://doi.org/10.3748/wjg.v10.i14.2127

15. Kallini J.R., Miller F.H., Gabr A., et al. Hepatic imaging following intra-arterial embolotherapy. *Abdom Radiol (NY)*. 2016; 41(4): 600-16. https://doi.org/10.1007/s00261-016-0639-5

16. Рак печени (гепатоцеллюлярный). Клинические рекомендации РФ - 2022.

17. Yoshino T., Cervantes A., Bando H., et al. Pan-Asian adapted ESMO clinical practice guidelines for the diagnosis, treatment and follow-up of patients with metastatic colorectal cancer. *ESMO Open.* 2023; 8(3): 101558. https://doi.org/10.1016/j.esmoop.2023.101558

18. Lucatelli P., Burrel M., Guiu B., et al. CIRSE Standards of Practice on Hepatic Transarterial Chemoembolisation. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2021; 44: 1851-1867. https://doi.org/10.1007/s00270-021-02968-1

19. Каменских Е.Д., Мугатаров И.Н., Заривчацкий М.Ф. Радиочастотная абляция (РЧА) опухолей печени. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология.* 2016; 3(127): 61.

20. Трандофилов М.М., Светашов В.С., Сизова А.Н. и др. СВЧ-абляция в хирургическом компоненте лече-

ния опухолей печени. *Вопросы онкологии.* 2022; 68(S3): 51-52.

21. Свиридова Т.И., Бруслик С.В., Ветшев П.С. Неинвазивная ультразвуковая абляция опухолей печени. *Анналы хирургической гепатологии.* 2014; 19(1): 110-119.

22. Kantarci M., Pirimoglu B. Radiological response to the locoregional treatment in hepatocellular carcinoma: RECIST, mRECIST, and others. *J Gastrointest Cancer.* 2017; 48(3): 282-285.
https://doi.org/10.1007/s12029-017-9969-y

23. Кармазановский Г.Г. Спиральная компьютерная томография: болюсное контрастное усиление. М.: Видар-М, 2005: 376.

24. Kobayashi S., Kozaka K., Gabata T., et al. Pathophysiology and imaging findings of bile duct necrosis: a rare but serious complication of transarterial therapy for liver tumors. *Cancers (Basel)*. 2020; 12(9): 2596.
https://doi.org/10.3390/cancers12092596

References

1. Wang M, Zhang J, Ji S, et al. Transarterial chemoembolisation for breast cancer with liver metastasis: A systematic review. *Breast.* 2017; 36(12): 25-30.
https://doi.org/10.1016/j.breast.2017.09.001

2. Bale R, Putzer D, Schullian P. Local treatment of breast cancer liver metastasis. *Cancers (Basel)*. 2019; 11(9): 1341.
https://doi.org/10.3390/cancers1109134

3. Desmaison C, Niccoli P, Taieb SO, et al. Transarterial chemoembolization (TACE) for neuroendocrine liver metastasis (NELM): Predictive value of volumetric arterial enhancement (VAE) on baseline MRI. *Bull Cancer.* 2023; 110(3): 308-319.
https://doi.org/10.1016/j.bulcan.2022.12.007

4. Vogl TJ, Marko C, Langenbach MC, et al. Transarterial chemoembolization of colorectal cancer liver metastasis: improved tumor response by DSM-TACE versus conventional TACE, a prospective, randomized, single-center trial. *Eur Radiol.* 2021; 31(4): 2242-2251.
https://doi.org/10.1007/s00330-020-07253-2

5. Matsuda H, Tamada S, Kato M, et al. Transarterial chemoembolization of liver metastasis from renal cell carcinoma. *Urol Case Rep.* 2018; 17: 79-81.
https://doi.org/10.1016/j.eucr.2018.01.015

6. Chen S, Yang Y, Jiao Y, et al. Efficacy of drug-eluting bead transarterial chemoembolization in the treatment of colorectal cancer liver metastasis. *J. Healthc Eng*. 2022; 13(4): 4930047.
https://doi.org/10.1155/2022/4930047

7. Adam LC, Savic LJ, Chapiro J, et al. Response assessment methods for patients with hepatic metastasis from rare tumor primaries undergoing transarterial chemoembolization. *Clin Imaging.* 2022; 89: 112-119.
https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2022.06.013

8. Bi Y, Jiao D, Wang Y, et al. Preliminary outcomes of raltitrexed eluting bead-transarterial chemoembolization using Callispheres® beads for gastrointestinal adenocarcinoma liver metastasis. *World J Surg Oncol.* 2022; 20(1): 229.
https://doi.org/10.1186/s12957-022-02696-x

9. Silva JP, Berger NG, Tsai S, et al Transarterial chemoembolization in hepatocellular carcinoma with portal vein tumor thrombosis: a systematic review and meta-analysis. *HPB (Oxford)*. 2017; 19(8): 659-666.
https://doi.org/10.1016/j.hpb.2017.04.016

10. De Baere T, Plotkin S, Yu R, et al. An in vitro evaluation of four types of drug-eluting microspheres loaded with doxorubicin. *J Vasc Interv Radiol*. 2016; 27(9): 1425-1431.
https://doi.org/10.1016/j.jvir.2016.05.015

11. Kennoki N, Saguchi T, Sano T, et al. Long-term histopathologic follow-up of a spherical embolic agent; observation of the transvascular migration of HepaSphere TM. *BJR Case Rep.* 2019; 5(1): 20180066.
https://doi.org/10.1259/bjrcr.20180066

12. Chung J, Yu J-S, Chung J-J, et al. Haemodynamic events and localised parenchymal changes following transcatheter arterial chemoembolisation for hepatic malignancy: interpretation of imaging findings. *Br J Radiol.* 2010; 83(985): 71-81.
https://doi.org/10.1259/bjr/82377365

13. Spina JC, Ulla M, Yeyati EL, et al MDCT findings after hepatic chemoembolization with DC-beads: what the radiologist needs to know. *Abdom Imaging*. 2013; 38: 778-784.
https://doi.org/10.1007/s00261-012-9963-6

14. Guan YS, Zheng XH, Zhou XP, et al. Multidetector CT in evaluating blood supply of hepatocellular carcinoma after transcatheter arterial chemoembolization. *World J Gastroenterol.* 2004; 10(14): 2127-9.
https://doi.org/10.3748/wjg.v10.i14.2127

15. Kallini JR, Miller FH, Gabr A, et al. Hepatic imaging following intra-arterial embolotherapy. *Abdom Radiol (NY)*. 2016; 41(4): 600-16.
https://doi.org/10.1007/s00261-016-0639-5

16. Liver cancer (hepatocellular). Clinical recommendations of the Russian Federation - 2022 [In Russ].

17. Yoshino T, Cervantes A, Bando H, et al. Pan-Asian adapted ESMO clinical practice guidelines for the diagno-

sis, treatment and follow-up of patients with metastatic colorectal cancer. *ESMO Open.* 2023; 8(3): 101558. https://doi.org/10.1016/j.esmoop.2023.101558

18. Lucatelli P, Burrel M, Guiu B, et al. CIRSE Standards of Practice on Hepatic Transarterial Chemoembolisation. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2021; 44: 1851-1867. https://doi.org/10.1007/s00270-021-02968-1

19. Kamenskikh ED, Mugatarov IN, Zarivchatsky MF. Radiofrequency ablation (RFA) of liver tumors. *Experimental and clinical gastroenterology.* 2016; 3(127): 61 [In Russ].

20. Trandophilov MM, Svetashov VS, Sizova AN, et al. Microwave ablation in the surgical component of the treatment of liver tumors. *Issues of oncology.* 2022; 68(S3): 51-52 [In Russ].

21. Sviridova TI, Bruslik SV, Vetshev PS. Non-invasive ultrasound ablation of liver tumors. *Annals of surgical hepatology.* 2014; 19(1): 110-119 [In Russ].

22. Kantarci M, Pirimoglu B. Radiological response to the locoregional treatment in hepatocellular carcinoma: RECIST, mRECIST, and others. *J Gastrointest Cancer.* 2017; 48(3): 282-285. https://doi.org/10.1007/s12029-017-9969-y

23. Karmazanovsky G.G. Spiral computed tomography: bolus contrast enhancement. M.: Vidar-M, 2005: 376 [In Russ].

24. Kobayashi S, Kozaka K, Gabata T, et al. Pathophysiology and imaging findings of bile duct necrosis: a rare but serious complication of transarterial therapy for liver tumors. *Cancers (Basel).* 2020; 12(9): 2596. https://doi.org/10.3390/cancers12092596

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

ЗВЕЗДКИНА ЕЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА - [**ORCID:** 0000-0002-0277-9455]
к.м.н., научный сотрудник отделения амбулаторной лазерной медицины,
ФГБУ «Государственный научно-практический центр лазерной медицины
им. О.К. Скобелкина» Федерального медико-биологического агентства,
121165 Российская Федерация, г. Москва, ул. Студенческая, 40;
КЕДРОВА АННА ГЕНРИХОВНА - [**ORCID:** 0000-0003-1031-9376]
д.м.н., профессор, заведующий отделением онкологии,
ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской
помощи и медицинских технологий» Федерального медико-биологического агентства,
115682 Российская Федерация, г. Москва, Ореховый бульвар, 28;
заведующий кафедрой акушерства и гинекологии Академии постдипломного образования,
ФГБУ ФНКЦ ФМБА России,
125371 Российская Федерация г. Москва, Волоколамское шоссе, 91;
ЛЕБЕДЕВ ДМИТРИЙ ПЕТРОВИЧ - [**ORCID:** 0000-0003-1551-3127]
врач по РЭДиЛ отделения онкологии,
ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской
помощи и медицинских технологий» Федерального медико-биологического агентства,
115682 Российская Федерация, г. Москва, Ореховый бульвар, 28;
ПАНЧЕНКОВ ДМИТРИЙ НИКОЛАЕВИЧ - [**ORCID:** 0000-0001-8539-4392]
д.м.н., профессор, заведующий лабораторией минимально инвазивной хирургии,
ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет
им. А.И. Евдокимова» МЗ РФ,
127473 Российская Федерация, г. Москва, ул. Делегатская, 20/1;
СТЕПАНОВА ЮЛИЯ АЛЕКСАНДРОВНА - [**ORCID:** 0000-0002-2348-4963]
д.м.н., старший научный сотрудник отдела лучевых методов диагностики и лечения,
ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии
им. А.В. Вишневского» МЗ РФ,
115093 Российской Федерации, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27;
АСТАХОВ ДМИТРИЙ АНАТОЛЬЕВИЧ - [**ORCID:** 0000-0002-8776-944X]
к.м.н., ведущий научный сотрудник лабораторией минимально инвазивной хирургии,
ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет
им. А.И. Евдокимова» МЗ РФ,
127473 Российская Федерация, г. Москва, ул. Делегатская, 20/1.

Конфликт интересов, информация о клинической базе и финансировании
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов или стороннем финансировании.