

Уважаемые коллеги!

Перед вами статья, к которой я, как главный редактор, хотел написать предисловие.

Эта статья проходила много раз рецензирование, и голоса экспертов разделились в равном количестве. Статью рецензировали не просто эксперты, а ведущие специалисты нашей страны. И все же мы решили ее опубликовать. Бывает разное мнение научных школ, и авторы зачастую находятся в затруднительном положении. Публикуем и будем рады любой конструктивной дискуссии и/или замечаниям.

*Главный редактор, заслуженный деятель науки РФ,
член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук,
профессор А. Ю. Васильев*



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья

УДК 616.727.2

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-54-67>

МРТ 1,5 Тл с высоким разрешением в диагностике скрытых и явных повреждений структур области блока сухожилия длинной головки бицепса

Александр Петрович Иванков¹, Павел Владимирович Селиверстов²

^{1,2} ОГБУЗ «Иркутская городская клиническая больница № 1» Минздрава России, Иркутск, Россия

² ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» Минобрнауки России, Иркутск, Россия

¹ <https://orcid.org/0000-0002-2383-6359>

² <https://orcid.org/0000-0002-4050-9157>

Автор, ответственный за переписку: Александр Петрович Иванков,
ivankovar16@gmail.com

Аннотация

Цель исследования. Определить информативность нативной высокоразрешающей МРТ плечевого сустава с использованием опции глубокого машинного обучения (Reson

© Иванков А. П., Селиверстов П. В., 2025

DL) в диагностике различных вариантов повреждений мягкотканых структур блока сухожилия длинной головки бицепса.

Материалы и методы. Проведено исследование 39 пациентов, страдающих дегенеративными и травматическими повреждениями мягких тканей в области блока сухожилия длинной головки бицепса. Всем пациентам была проведена МРТ плечевого сустава (Signa Artist 1,5 Тл) с тонкими срезами (2,0 мм) и матрицей 288×384 в трех плоскостях — аксиальной, косых коронарной и сагиттальной. Вычислены показатели информативности метода МРТ для различных вариантов повреждений структур блока сухожилия длинной головки бицепса.

Результаты. Выявлено 67,6 % случаев медиального подвывиха сухожилия длинной головки бицепса на уровне его блока, 20,6 % случаев внутрисуставного вывиха сухожилия длинной головки бицепса и 5,9 % случаев внесуставного вывиха сухожилия длинной головки бицепса. Два случая (5,9 %) незначительного медиального подвывиха сухожилия длинной головки бицепса на МРТ не было выявлено. Ни в одном случае на нативной МРТ не обнаружен разрыв верхней плече-лопаточной связки. Показатели чувствительности и специфичности метода МРТ следующие: при медиальном подвывихе сухожилия длинной головки бицепса чувствительность — 92,0 %, специфичность — 77,8 %, при внутрисуставном вывихе сухожилия длинной головки бицепса чувствительность и специфичность — 100,0 %, при внесуставном вывихе сухожилия длинной головки бицепса чувствительность и специфичность — 100,0 %.

В 84,0 % случаев отмечено незначительное медиальное смещение сухожилия длинной головки бицепса, в 16,0 % случаев — умеренное медиальное смещение сухожилия бицепса.

Дегенеративные изменения сухожилия длинной головки бицепса диагностированы в 100,0 % случаев, дегенерация сухожилия подлопаточной мышцы в 67,6 %, разрыв сухожилия подлопаточной мышцы в 26,5 % случаев. В 5,9 % случаев дегенерация сухожилия подлопаточной мышцы на МРТ не была распознана.

Выводы. Метод нативной МРТ с использованием опции глубокого машинного обучения (Reson DL) обладает высокими показателями информативности при явных медиальных подвывихах и вывихах сухожилия длинной головки бицепса в зоне его блока, но не всегда позволяет достоверно выявлять более тонкие скрытые и мелкие повреждения сопровождающих сухожилие бицепса связок в области его блока.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, сухожилие длинной головки бицепса, плечевой сустав, блок сухожилия бицепса

Для цитирования: Иванков А. П., Селиверстов П. В. МРТ 1,5 Тл с высоким разрешением в диагностике скрытых и явных повреждений структур области блока сухожилия длинной головки бицепса // Радиология — практика. 2025;6:54-67. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-54-67>

Источники финансирования

Исследование не финансировалось какими-либо источниками.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE.

Соответствие принципам этики

Работа соответствует этическим нормам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2008 года и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003.

ORIGINAL RESEARCH

Original article

High Resolution MRI 1.5 Tesla in Diagnostics of Hidden and Obvious Injuries of the Long Head Biceps Tendon Pulley

Aleksandr P. Ivankov¹, Pavel V. Seliverstov²

^{1,2} Regional State Institution of Healthcare «Irkutsk City Clinical Hospital No. 1», Irkutsk, Russia

² Federal State Scientific Institution «Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology», Irkutsk, Russia

¹ <https://orcid.org/0000-0002-2383-6359>

² <https://orcid.org/0000-0002-4050-9157>

Corresponding author: Aleksandr P. Ivankov, ivankovap16@gmail.com

Abstract

Aim. To determine the informativeness of native high resolution MRI of the shoulder joint with use Recon DL option in the diagnostics of various variants of hidden soft tissues injuries of the biceps tendon pulley structures.

Materials and methods. A study of 39 patients suffering from degenerative and traumatic injuries of the biceps tendon pulley structures was conducted. All patients underwent MRI of the shoulder joint (Signa Artist 1.5 T) with thin slices (2.0 mm) and a 288 × 384 matrix, in three planes — axial, oblique coronal and sagittal. The informativeness of the MRI method for various variants of injuries of the biceps tendon pulley structures were calculated.

Results. The cases of medial subluxation of the long head biceps tendon at the level of its pulley were revealed in 67.6 % of cases, 20.6 % intra-articular dislocation of the long head biceps tendon and 5.9 % of cases of extra-articular dislocation of the long head biceps tendon. Two cases (5.9 %) of minor medial subluxation of the long head biceps tendon were not revealed by MRI. There was not a single case of superior glenohumeral ligament rupture detected on native MRI.

The sensitivity and specificity indices of the MRI method are: for medial subluxation biceps tendon the sensitivity is 92.0 %, specificity is 77.8 %, for intra-articular dislocation biceps tendon the sensitivity and specificity are 100.0 %, for extra-articular dislocation of the biceps tendon the sensitivity and specificity are 100.0 %.

In 84.0 % of cases, a slight medial displacement of the long head biceps tendon was noted, in 16.0 % of cases — moderate medial displacement of the biceps tendon. Degenerative changes in the long head biceps tendon were diagnosed in 100.0 %, degeneration of the subscapularis tendon in 67.6 %, rupture of the subscapularis tendon in 26.5 % of cases. In 5.9 % of cases degeneration of the subscapularis tendon was not recognized on MRI.

Conclusions. The method of native MRI with use Recon DL option has very high information content only in the cases of obvious medial subluxations and dislocations of the long head biceps tendon pulley, but does not always allow for the reliable detection of more subtle hidden and minor injuries of the ligaments accompanying the biceps tendon pulley.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging, Long Head Biceps Tendon, Shoulder Joint, Biceps Tendon Pulley

For citation: Ivankov A. P., Seliverstov P. V. High-resolution MRI 1.5 Tesla in Diagnostics of Hidden and Obvious Injuries of the Long Head Biceps Tendon Pulley. *Radiology – Practice*. 2025;6:54-67. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-54-67>

Funding

The study was not funded by any sources.

Conflicts of Interest

The authors state that this work, its topic, subject and content do not affect competing interests. The opinions expressed in the article belong to the authors of the manuscript. The authors confirm the compliance of their authorship with the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, the preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Compliance with Ethical Standards

The work complies with the ethical standards of the Helsinki Declaration of the World Medical Association «Ethical Principles of conducting scientific medical research with human participation» as amended in 2008 and the «Rules of Clinical Practice in the Russian Federation» approved by the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 06/19/2003.

Актуальность

Болевой синдром в области плечевого сустава является довольно частой медицинской проблемой, встречающейся как у мужчин, так и у женщин трудоспособного возраста [1, 4, 9, 18]. Один из вариантов болевого синдрома в плечевом суставе связан с повреждениями мягких тканей в зоне перехода сухожилия длинной головки бицепса из межбугорковой борозды в область интервала вращателей и полость сустава — так называемой петле (блоке) бицепса [8, 10, 14].

Зона перехода изгибающегося сухожилия длинной головки бицепса из межбугорковой борозды в область интервала вращателей, именуемая блоком бицепса, состоит из нескольких поддерживающих бицепс небольших анатомических образований, включающих сухожилие длинной головки бицепса, клювовидно-плечевую и верхнюю плече-лопаточную связки, прикрепляющиеся к малому бугорку плечевой кости конечные волокна сухожилия подлопаточной мышцы, верхний край поперечной связки [8, 11, 16, 17, 19].

Блок сухожилия длинной головки бицепса — очень уязвимая область для повреждения, как дегенеративного, так и травматического. Кроме того, малые размеры мягкотканых структур блока сухожилия длинной головки бицепса создают предпосылки для едва видимого (скрытого) повреждения, которое часто упускается из виду, особенно на фоне «диагностически явного» повреждения других основных структур плечевого сустава, чаще сухожилия надостной мышцы [9, 14, 16].

Истинная доля скрытых и явных повреждений мягких тканей блока сухожилия длинной головки бицепса неизвестна, но, по данным разных авторов, на совместное повреждение структур блока бицепса и сухожилия надостной мышцы приходится 31–56 % от всех повреждений плечевого сустава [1, 7].

По данным некоторых авторов, распространенность повреждений зоны блока сухожилия длинной головки бицепса (по результатам артроскопических вмешательств) по всему миру составляет более 7 % [15].

Клинически повреждения структур блока сухожилия длинной голов-

ки бицепса (как дегенеративные, так и травматические) относятся к так называемой передней нестабильности плечевого сустава. Особенности анатомии данных структур заключаются в обильной их иннервации, что определяет выраженность болевого синдрома и, следовательно, высокую частоту обращений пациентов за помощью, даже при незначительной степени повреждения [1, 3].

Зона перехода сухожилия длинной головки бицепса из межбугорковой борозды в полость плечевого сустава и область интервала вращателей, известная как блок бицепса (англ. — *biceps pulley*), как и «манжета вращателей», являются функциональным и клиническим понятиями, ведь с анатомической точки зрения такого термина не существует [19].

На МР-томограммах структуры блока сухожилия длинной головки бицепса имеют общий вид, подобный «шкиву», и представлены входящими в межбугорковую борозду тонкими тяжами клювовидно-плечевой и верхней плече-лопаточной связок (на нативной МРТ отчетливо видны не всегда и часто сливаются между собой), терминальными волокнами сухожилия подлопаточной мышцы (рис. 1) [2, 5].

К основным методам инструментальной диагностики повреждений структур блока сухожилия длинной головки бицепса относятся методы УЗИ и МРТ. Однако МРТ позволяет более точно диагностировать как явные, так и скрытые повреждения мягкотканых структур блока бицепса [8, 16, 20].

МР-диагностика дегенеративных и травматических изменений тканей блока сухожилия бицепса значительно затруднена в связи с малыми их размерами и сложностью анатомии, особенно если речь идет о тонких плоских клювовидно-плечевой и верхней плече-лопаточной связках [6].

Из всей совокупности повреждений в области блока сухожилия длинной головки бицепса в практике рентгенолога на МРТ чаще всего встречается вариант в виде медиального подвывиха сухожилия длинной головки бицепса с отслаивающимися дегенеративно измененными или поврежденными конечными волокнами прилежащего к бицепсу сухожилия подлопаточной мышцы (рис. 2) [19].

Следует отметить, что тонкие и почти плоские клювовидно-плечевая и верхняя плече-лопаточная связки в области

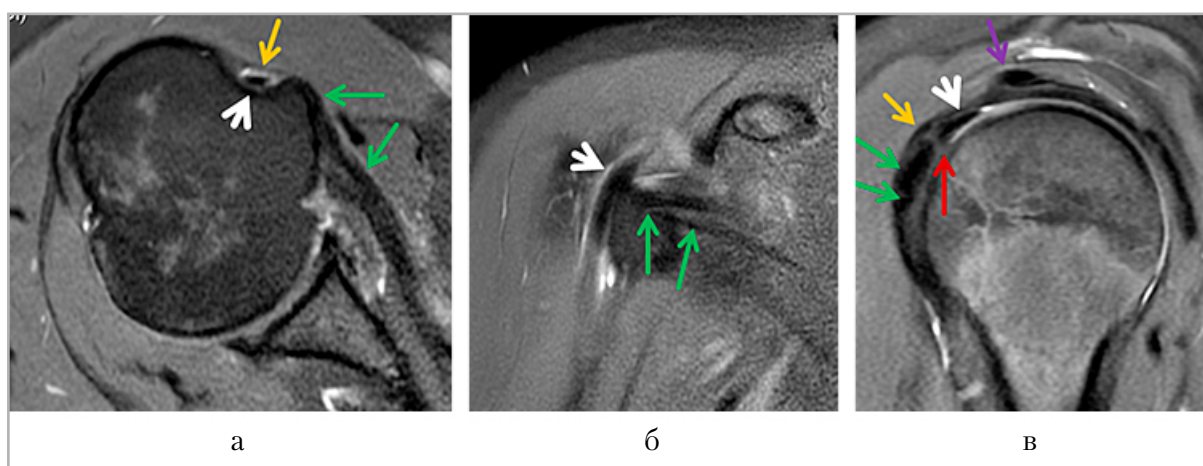


Рис. 1. МР-анатомия области блока сухожилия длинной головки бицепса, *а* — режим PD-FS-ВИ аксиально; *б* — режим PD-FS-ВИ косокоронально; *в* — режим PD-FS-ВИ кососагитально. *Головка белой стрелки* — сухожилие длинной головки бицепса, *зеленая стрелка* — сухожилие подлопаточной мышцы, *фиолетовая стрелка* — сухожилие надостной мышцы, *желтая стрелка* — клювовидно-плечевая связка, *красная стрелка* — верхняя плече-лопаточная связка (частично сливается с сухожилием длинной головки бицепса)

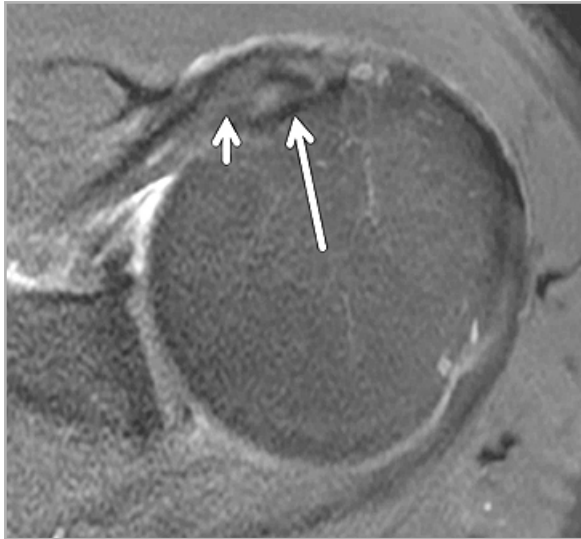


Рис. 2. МРТ, режим PD-FS-ВИ аксиально, МР-картина медиального подвывиха сухожилия длинной головки бицепса (*длинная стрелка*) с дегенеративным повреждением волокон прилежащего сухожилия подлопаточной мышцы (*короткая стрелка*)

блока бицепса истончаются и даже на высокоразрешающих МР-томограммах часто практически не видны, т. к. сливаются с окружающими мягкотканными структурами, а также между собой. В данном случае внимание рентгенолога должно быть сосредоточено на положении сухожилия длинной головки бицепса на аксиальных МР-томограммах (в зоне выхода из межбугорковой борозды) и на состоянии сухожилия подлопаточной мышцы, что является «ключом» к выявлению скрытых повреждений структур блока бицепса [12, 19].

Оценка скрытых и явных повреждений структур в зоне блока сухожилия длинной головки бицепса проводится посредством разных классификаций (обычно артроскопических), но чаще в литературе упоминаются классификации Беннетта (Bennett) и Хабермейера (Habermeyer), более развернутая, на наш взгляд, последняя — рис. 3 [14, 15, 19].

До настоящего времени в литературных источниках РФ нами не найдено ни одного исследования, посвя-

щенного изучению МРТ при патологии мягкотканых структур области блока бицепса.

Целью нашего исследования явилось изучение эффективности высокоразрешающей нативной МРТ с опцией глубокого машинного обучения (Reson DL) при скрытых и явных повреждениях структур области блока сухожилия длинной головки бицепса.

Материалы и методы

Проведено исследование 39 пациентов в возрасте от 28 до 79 лет (медиана 60 лет), 20 мужчин и 19 женщин, страдающих дегенеративными и травматическими повреждениями мягкотканых структур в области блока сухожилия длинной головки бицепса.

Критериями включения пациентов в исследование стали: клиническая симптоматика передней нестабильности плечевого сустава и МР-признаки патологии мягкотканых структур области блока бицепса.

Критерии исключения: пациенты, не прошедшие полностью все этапы исследования; пациенты, отказавшиеся участвовать в исследовании; больные с другой патологией структур плечевого сустава.

У 5 больных интраоперационно достоверно патологии структур области блока бицепса обнаружено не было, и данные пациенты не были включены в исследование. Таким образом, только 34 пациентам (17 мужчин и 17 женщин) интраоперационно были верифицированы патологические изменения структур блока бицепса — данная группа пациентов и была включена в окончательное исследование.

После клинического осмотра 100,0 % пациентов было проведено нативное высокоразрешающее МРТ-исследование плечевого сустава (Signa Artist 1,5 Тл, GE) с использованием мягкой 16-канальной катушки для суставов и применением опции глубокого машинного обу-

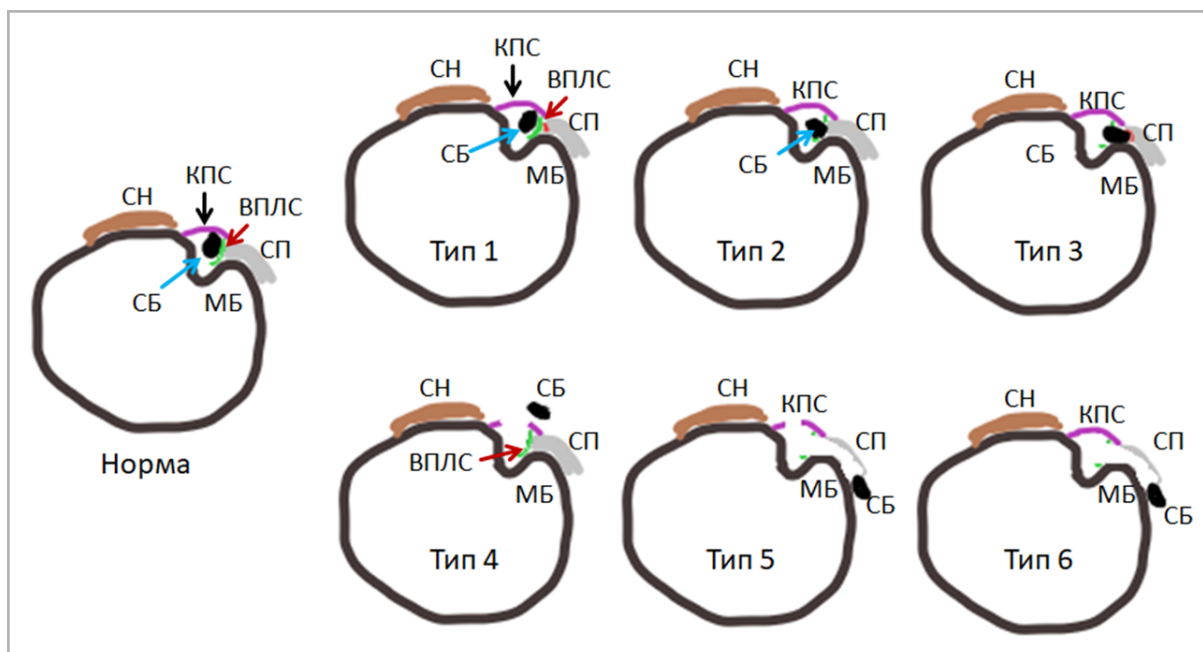


Рис. 3. Аксиальная схема 6 основных вариантов повреждений мягких тканей в области блока сухожилия длинной головки бицепса (по Хабермейеру). СБ — сухожилие бицепса (длинная головка); МБ — малый бугорок; СП — сухожилие подлопаточной мышцы; СН — сухожилие надостной мышцы; КПС — клювовидно-плечевая связка (сливается с волокнами поперечной связки); ВПЛС — верхняя плече-лопаточная связка

чения на основе сверточной нейросети для более качественной реконструкции изображений (Recon DL GE). МР-исследование проводилось в положении лежа на спине при соблюдении нейтрального положения кисти пациента (ребро ладони перпендикулярно столу томографа).

Параметры сканирования: 2 сбора данных, поле обзора 140 мм, основной режим 2D-PD-FS-БИ_TSE (TR-3000, TE-40) с толщиной среза 2,0 мм (шаг 0,0 мм) и матрицей 288 × 384, дополнительные режимы — T1-БИ_TSE (TR-500, TE-12) с толщиной среза 3,0 мм (шаг 0,3 мм), матрицей 256 × 384, T2-БИ_TSE (TR-3000, TE-90) с толщиной среза 3,0 мм (шаг 0,0 мм), матрицей 256 × 384. Основной режим 2D-PD-FS-БИ (PD-БИ с жироподавлением) был проведен в трех плоскостях — аксиальной, косых коронарной и сагиттальной, режим T1-БИ в аксиальной плоскости, режим T2-БИ в косой коронарной плоскости.

Главными для выявления скрытой и явной патологии мягкотканых структур области блока бицепса считали аксиальные 2D-PD-FS-БИ_TSE с толщиной среза 2,0 мм, дополнительными — сагиттальные PD-FS-БИ_TSE 2,0 мм.

У всех пациентов на аксиальных PD-FS-БИ_2,0 мм отмечали величину медиального смещения сухожилия длинной головки бицепса (от минимального в 1–2 мм и до полного вывиха). Измерение проводили от верхнемедиального края межбугорковой борозды до медиального края смещенного сухожилия бицепса. Также определяли наличие скрытых повреждений сухожилия подлопаточной мышцы и связочных структур в зоне блока бицепса.

Пациентам в соответствии с требованиями CONSORT вычисляли диагностическую эффективность MPT (с включенной опцией Recon DL) при патологии мягких тканей области блока сухожилия длинной головки бицепса с определением чувствительности и спе-

цифичности метода по стандартным формулам. Осуществлялся подсчет информативности МРТ при каждом отдельном типе повреждений (пользовались выборкой для малых групп).

Результаты и их обсуждение

По данным нативной высокоразрешающей МРТ (согласно классификации Хабермейера) достоверно было выявлено 23 случая медиального подвывиха сухожилия длинной головки бицепса (3-й тип повреждения) — 67,6 %, 7 случаев внутрисуставного вывиха сухожилия длинной головки бицепса (5-й и 6-й типы) — 20,6 % и 2 случая внесуставного вывиха сухожилия длинной головки бицепса (4-й тип) — 5,9 %.

Два случая минимального (на 1–2 мм) медиального подвывиха сухожилия длинной головки бицепса (5,9 %) (3-й тип повреждения) оказались скрытыми (на МРТ отчетливо не определялись) и были обнаружены только интраоперационно. Чувствительность МРТ при 3-м типе повреждения составила 92,0 %, специфичность — 77,8 %.

У 25 пациентов (73,5 %) скрытое повреждение верхней плече-лопаточной связки в области блока бицепса (2-й тип

повреждения) ввиду малых размеров связки и собственно зоны ее повреждения на нативных МР-томограммах даже с высоким разрешением (288×384 , пиксел $0,4 \times 0,3$ мм) и тонкими срезами (2,0 мм) не было достоверно распознано (выявлено интраоперационно).

По данным МРТ в 7 случаях (20,6 %) удавалось обнаружить сопутствующее повреждение латеральной порции клювовидно-плечевой связки (при 3–5-м типах повреждений) — чувствительность составила 38,9 %, специфичность — 26,4 %.

У 23 пациентов (67,6 %) на МРТ диагностирована краевая дегенерация (разволокнение) ткани сухожилия подлопаточной мышцы, у 9 больных (26,5 %) — явный дефект (повреждение) волокон сухожилия подлопаточной мышцы (1-й тип повреждения), в двух случаях (5,9 %) краевая дегенерация сухожилия подлопаточной мышцы на МРТ не была распознана (обнаружена интраоперационно). Чувствительность МРТ при 1-м типе повреждения составила 94,1 %, специфичность — 77,8 %.

При каждом вышеперечисленном типе повреждений были определены показатели чувствительности и специфичности метода МРТ (табл.).

Эффективность МРТ при повреждениях структур области блока бицепса

Повреждения в зоне блока бицепса	Мед. подвывих СБ (тип 3)	Поврежд. сухожилия подлопат. мышцы (тип 1)	Скрытые повреждения связок* (типы 2–6)	Внутрисуставной вывих СБ (типы 5 и 6)	Внесуставной вывих СБ (тип 4)
Чувствит., %	92,0	94,1	38,9	100,0	100,0
Специфич., %	77,8	77,8	26,4	100,0	100,0

Примечание. Чувствит. — чувствительность; специфич. — специфичность; мед. — медиальный; поврежд. — повреждение; подлопат. — подлопаточной; СБ — сухожилие бицепса (длинная головка); * — верхней плече-лопаточной и клювовидно-плечевой связок.

Третий тип повреждения (по Хабермейеру), как наиболее часто диагностированный нами, следует описать более подробно.

Из 25 пациентов с выявленным на МРТ медиальным подвывихом сухожилия длинной головки бицепса в области его блока у 21 из них (84,0 %) встречалось незначительное медиальное смещение сухожилия длинной головки бицепса на 2–4 мм от медиального края межбугорковой борозды (при измерении на одном из срезов аксиального режима PD-FS-ВИ_2,0 мм), в 4 случаях (16,0 %) было обнаружено медиальное смещение сухожилия бицепса более 4–5 мм (рис. 4).

Однако даже варианты слабовыраженного медиального смещения (от 2,0 мм) сухожилия длинной головки бицепса на высокоразрешающих аксиальных МР-томограммах визуализировались отчетливо.

Следует добавить, что при 3-м типе повреждения практически во всех случаях происходит повреждение терминального отдела тонкой верхней плече-лопаточной связки (2-й тип) в зоне блока бицепса, что было подтверждено в нашем исследовании.

По данным проведенной нами работы 2-й тип повреждений (разрыв только верхней плече-лопаточной связки) на МРТ вообще не был диагностирован изолированно от других типов (1, 3, 5, 6), но выявлялся интраоперационно у всех пациентов с медиальным подвывихом сухожилия бицепса.

Нужно понимать, что на практике все вышеперечисленные типы повреждений (1–6) очень часто сочетаются, что усложняет достоверное определение эффективности МРТ при каждом отдельном типе.

Помимо вышеперечисленных повреждений, у 100,0 % больных по данным МРТ также были диагностированы сопутствующие линейные и диффузные дегенеративные изменения внутрисуставного сегмента сухожилия длинной головки бицепса (рис. 5).

Общеизвестно, что на стандартных 1,5 Тл томографах при выполнении 2D МР-томограмм высокого разрешения с тонкими срезами в 2,0 мм падает соотношение сигнал/шум (на 20–30 %) и качество изображений значительно снижается — томограммы становятся «зернистыми» и непригодными для полноцен-

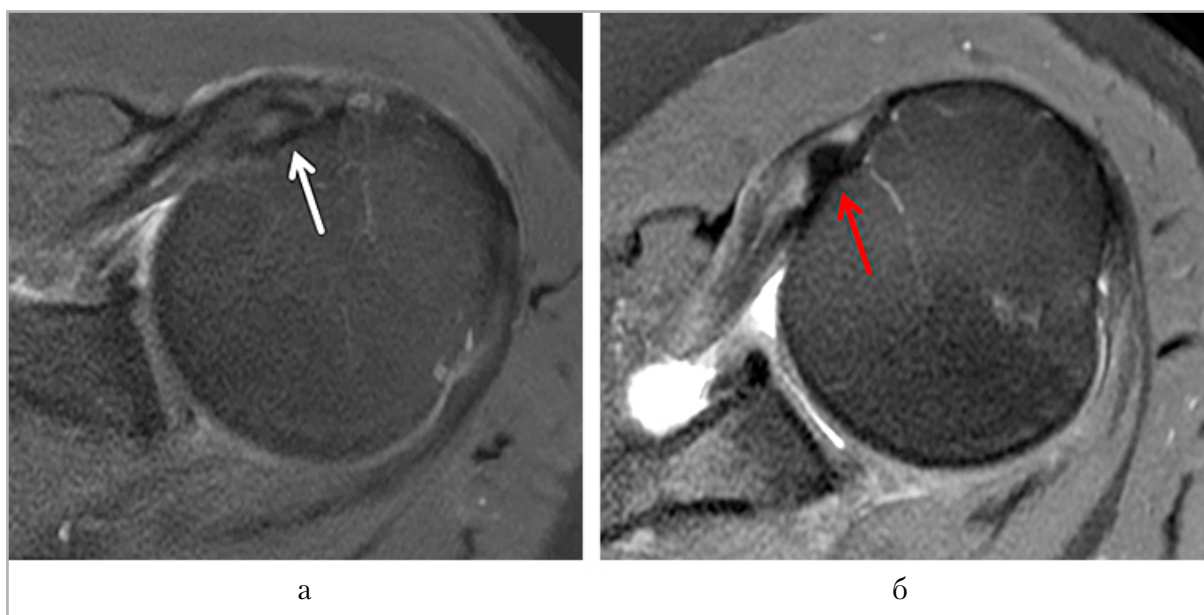


Рис. 4. МРТ (PD-FS-ВИ аксиально). Варианты медиального подвывиха сухожилия длинной головки бицепса: а — подвывих на 2–4 мм (белая стрелка); б — подвывих более чем на 4–5 мм (красная стрелка)

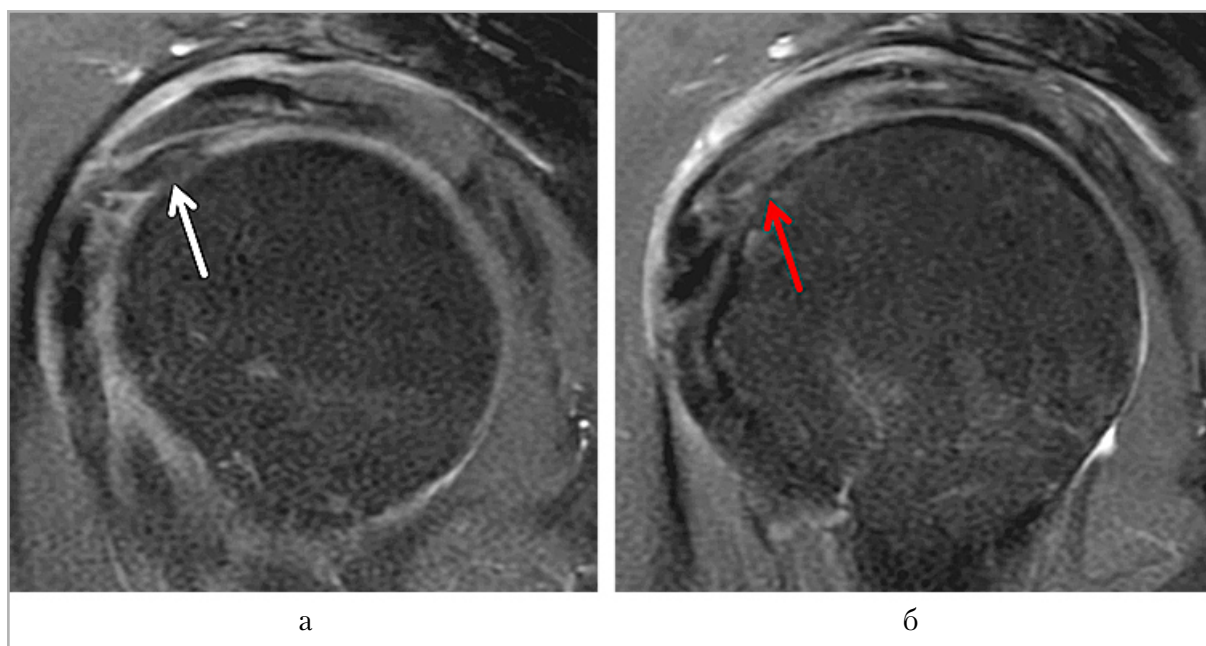


Рис. 5. МРТ, PD-FS-ВИ сагиттально. Варианты дегенеративных изменений сухожилия длинной головки бицепса: *а* — линейная дегенерация сухожилия (белая стрелка); *б* — диффузная дегенерация (красная стрелка)

ной и качественной детализации патологии мелких мягкотканых структур.

Использованная нами на МРТ 1,5 Тл опция глубокого машинного обучения (Reson DL) позволяла достичь более качественной визуализации мягких тканей области блока бицепса при толщине среза 2,0 мм, малом поле обзора 14 см и матрице сканирования 288×384 (пиксел $0,4 \times 0,3$ мм) с сохранением оптимального соотношения сигнал/шум, что практически недостижимо на стандартных 1,5 Тл МР-томограммах при аналогичных параметрах сканирования.

Выводы

Метод нативной высокоразрешающей МРТ обладает следующими показателями информативности при исследованной патологии мягких тканей в зоне блока бицепса: при медиальных подвывихах сухожилия длинной головки бицепса чувствительность — 92,0 %, специфичность — 77,8 %; при вывихах сухожилия длинной головки бицепса чувствительность и специфичность МРТ по 100,0 %; при повреждении свя-

зок (ключовидно-плечевой и верхней плече-лопаточной) — чувствительность МРТ — 38,9 %, специфичность — 26,4 %.

Заключение

Нативная высокоразрешающая МРТ с опцией глубокого машинного обучения (Reson DL) обладает высокими показателями информативности при медиальных подвывихах и вывихах сухожилия длинной головки бицепса в зоне его блока, но не позволяет достоверно выявлять более тонкие скрытые и мелкие повреждения сопровождающих сухожилие бицепса связок в области его блока.

Список источников

1. Даниленко О. А., Макаревич Е. Р., Леонард С. В. Нестабильность сухожилия длинной головки бицепса // Медицинский журнал. 2018. № 3 (65). С. 64–73.
2. Даниленко О. А., Макаревич Е. Р. Повреждения ротаторно-бицепсального комплекса при хронической посттравматической нестабильности плечевого сустава // Кафедра травматологии

- и ортопедии. 2018. № 4 (34). С. 51–58.
<https://doi.org/10.17238/issn2226-2016.2018.4.51-58>
3. Даниленко О. А., Макаревич Е. Р., Линник С. А. Хирургическое лечение нестабильности сухожилия длинной головки бицепса // Профилактическая и клиническая медицина. 2019. № 3 (72). С. 73–78.
4. Крылюк Н. П., Колокольникова А. Е. Диагностические возможности МРТ при повреждении сухожилия длинной головки бицепса // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2017. Т. 7, № 5. С. 709.
5. Страфун С. С., Сергиенко Р. О., Негря Н. М. Роль нестабильности сухожилия длинной головки бицепса в развитии ротаторной артропатии плечевого сустава // Травма. 2020. Т. 21, № 1. С. 1608–1706.
<https://doi.org/10.22141/1608-1706.1.21.2020.197792>
6. Almeida G. G., Graf N., Wildermuth S., Fischer T., Waelti S., Jacxsens M., Leschka S., Dietrich T. J. Diagnostic Performance of Long Head of Biceps Tendon Tears on MRI: Systematic Review and Meta-analysis. *Eur. Radiol.* 2024; 34(7):4309-4320.
<https://doi.org/10.1007/s00330-023-10521-6>
7. Canavan K., Zai Q., Bruni D., Alexander J., Nijhuis K. D. O., Ring D. Long Head of Biceps Tendinopathy Is Associated With Age and Cuff Tendinopathy on MRI Obtained for Evaluation of Shoulder Pain. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2025;483(5): 869-877.
<https://doi.org/10.1097/CORR.00000000000003342>
8. Chae S. H., Jung T. W., Lee S. H., Kim M. J., Park S. M., Jung J. Y., Yoo J. C. Hidden Long Head of the Biceps Tendon Instability and Concealed Intratendinous Subscapularis Tears. *Orthop. J. Sports Med.* 2020;8(1):2325967119898123.
<https://doi.org/10.1177/2325967119898123>
9. Diplock B., Hing W., Marks D. The Long Head of Biceps at the Shoulder: a Scoping Review. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2023;24(1):232.
<https://doi.org/10.1186/s12891-023-06346-5>
10. Duman N., Özer M. Radiological and Clinical Evaluation of Long Head of Biceps Tendon Function in the Glenohumeral Joint. *J. Dis. Relat. Surg.* 2023;34(1):98-107.
<https://doi.org/10.52312/jdrs.2023.838>
11. Feger J., Walizai T. Long Head of Biceps Tendon. Reference article. 2024. Text: electronic. Transformational platform [Radiopaedia.org].
URL: <https://radiopaedia.org/articles/long-head-of-biceps-tendon.rID:95439>
<https://doi.org/10.53347/rID-95439>
12. Feuerriegel G. C., Lenhart N. S., Leonhardt Y., Gassert F. T., Biberthaler P., Siebenlist S., Kirchhoff C., Makowski M. R., Woertler K., Gersing A. S., Neumann J., Wurm M. Assessment of Acute Lesions of the Biceps Pulley in Patients with Traumatic Shoulder Dislocation Using MR Imaging. *Diagnostics (Basel).* 2022;12(10):2345.
<https://doi.org/10.3390/diagnostics12102345>
13. Fischetti M., Romano A. M., Albano D., Di Salvatore M. G., Sconfienza L. M., Zappia M. Imaging of Anatomical Variants of the Long Head Biceps Tendon. *Semin. Musculoskelet. Radiol.* 2023;27(2):153-162.
<https://doi.org/10.1055/s-0043-1761210>
14. Macori F., Baba Y. Biceps Pulley Injury. Reference article. 2024. Text: electronic. Transformational platform [Radiopaedia.org].
URL: <https://radiopaedia.org/articles/biceps-pulley-injury?lang=us>.
<https://doi.org/10.53347/rID-41682>
15. Martetschläger F., Zampeli F., Tauber M., Habermeyer P. Lesions of the Biceps Pulley: a Prospective Study and Classification Update. *JSES Int.* 2020;4(2):318-323.
<https://doi.org/10.1016/j.jseint.2020.02.011>

16. McKean D., Teh J. Imaging of the Long Head of Biceps Tendon and Rotator Interval. *Semin. Musculoskelet. Radiol.* 2022;26(5):566-576.
<https://doi.org/10.1055/s-0042-1758850>
17. Nada M. G., Almalki Y. E., Basha M. A., Libda Y. I., Zaitoun M. M., Abdalla A. A., Almolla R. M., Hassan H. A., Dawoud T. M., Eissa A. H., Alduraibi S. K., Eldib D. B., Ziada Y. M. A. A. Biceps Pulley Lesions: Diagnostic Accuracy of Nonarthrographic Shoulder MRI and the Value of Various Diagnostic Signs. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2024;59(4):1299-1311.
<https://doi.org/10.1002/jmri.29004>
18. Savarese E., Aicale R., Torsiello E., Bernardini G., Maffulli N. Long Head of Biceps Tendon Augmentation for Massive Rotator Cuff Tears Improves Clinical Results Regardless of the Number of Tendons Involved. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2024;32(7):1843-1853.
<https://doi.org/10.1002/ksa.12184>
19. Stadnick M. Pathology of the Long Head of the Biceps Tendon. 2014. Text: electronic. Transformational platform [Radsourc.org.].
URL: <https://radsourc.us/pathology-of-the-long-head-of-the-biceps-tendon/>
20. Zappia M., Ascione F., Di Pietto F., Fischetti M., Romano A. M., Castagna A., Brunese L. Long Head Biceps Tendon Instability: Diagnostic Performance of Known and New MRI Diagnostic Signs. *Skeletal Radiol.* 2021;50(9):1863-1871.
<https://doi.org/10.1007/s00256-021-03710-1>
1. Danilenko O. A., Makarevich E. R., Leonard S. V. Instability of the Tendon of the Long Head of the Biceps. *Medical J.* 2018;3(65):64-73. (In Russ.).
2. Danilenko O. A., Makarevich E. R. Damages of the Rotator and Wicket Complex in Chronic Post-traumatic of the Shoulder. *Department of Traumatology and Orthopedics.* 2018;4(34):51-58. (In Russ.).
<https://doi.org/10.17238/issn2226-2016.2018.4.51-58>
3. Danilenko O. A., Makarevich E. R., Linnik S.A. Surgical Treatment of Long Head of the Biceps Tendon Instability. *Preventive and clinical medicine.* 2019;3(72):73-78. (In Russ.).
4. Krylyuk N. P., Kolokolnikova A. E. Diagnostic Capabilities of MRI for Damage to the Tendon of the Long Head of the Biceps. *Bulletin of medical Internet conferences.* 2017;5(7):709. (In Russ.).
5. Strafun S. S., Sergienko R. A., Negrya N. M. The Role of the Biceps Tendon Instability in the Development of Rotator Cuff Arthropathy of the Shoulder Joint. *Trauma.* 2020;21(1):1608-1706. (In Ukr.).
<https://doi.org/10.22141/1608-1706.1.21.2020.197792>
6. Almeida G. G., Graf N., Wildermuth S., Fischer T., Waelti S., Jacxsens M., Leschka S., Dietrich T. J. Diagnostic Performance of Long Head of Biceps Tendon Tears on MRI: Systematic Review and Meta-analysis. *Eur. Radiol.* 2024;34(7):4309-4320.
<https://doi.org/10.1007/s00330-023-10521-6>
7. Canavan K., Zai Q., Bruni D., Alexander J., Nijhuis K. D. O., Ring D. Long Head of Biceps Tendinopathy Is Associated With Age and Cuff Tendinopathy on MRI Obtained for Evaluation of Shoulder Pain. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2025;483(5):869-877.
<https://doi.org/10.1097/CORR.0000000000003342>
8. Chae S. H., Jung T. W., Lee S. H., Kim M. J., Park S. M., Jung J. Y., Yoo J. C. Hidden Long Head of the Biceps Tendon Instability and Concealed Intratendinous Subscapularis Tears. *Orthop. J. Sports Med.* 2020;8(1):2325967119898123.
<https://doi.org/10.1177/2325967119898123>
9. Diplock B., Hing W., Marks D. The Long Head of Biceps at the Shoulder: a Scoping Review. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2023; 24(1):232.

References

- <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06346-5>
10. Duman N., Özer M. Radiological and Clinical Evaluation of Long Head of Biceps Tendon Function in the Glenohumeral Joint. *J. Dis. Relat. Surg.* 2023;34(1): 98-107.
<https://doi.org/10.52312/jdrs.2023.838>
 11. Feger J., Walizai T. Long Head of Biceps Tendon. Reference article. 2024. Text: electronic. Transformational platform [Radiopaedia.org.].
URL: <https://radiopaedia.org/articles/long-head-of-biceps-tendon.rID:95439>
<https://doi.org/10.53347/rID-95439>
 12. Feuerriegel G. C., Lenhart N. S., Leonhardt Y., Gassert F. T., Biberthaler P., Siebenlist S., Kirchhoff C., Makowski M. R., Woertler K., Gersing A.S., Neumann J., Wurm M. Assessment of Acute Lesions of the Biceps Pulley in Patients with Traumatic Shoulder Dislocation Using MR Imaging. *Diagnostics (Basel)*. 2022; 12(10):2345.
<https://doi.org/10.3390/diagnostics12102345>
 13. Fischetti M., Romano A. M., Albano D., Di Salvatore M. G., Sconfienza L. M., Zappia M. Imaging of Anatomical Variants of the Long Head Biceps Tendon. *Semin. Musculoskelet. Radiol.* 2023;27(2):153-162.
<https://doi.org/10.1055/s-0043-1761210>
 14. Macori F., Baba Y. Biceps Pulley Injury. Reference article. 2024. Text: electronic. Transformational platform [Radiopaedia.org.].
URL: <https://radiopaedia.org/articles/biceps-pulley-injury?lang=us>
<https://doi.org/10.53347/rID-41682>
 15. Martetschläger F., Zampeli F., Tauber M., Habermeyer P. Lesions of the Biceps Pulley: a Prospective Study and Classification Update. *JSES Int.* 2020;4(2):318-323.
<https://doi.org/10.1016/j.jseint.2020.02.011>
 16. McKean D., Teh J. Imaging of the Long Head of Biceps Tendon and Rotator Interval. *Semin. Musculoskelet. Radiol.* 2022;26(5):566-576.
<https://doi.org/10.1055/s-0042-1758850>
 17. Nada M. G., Almalki Y. E., Basha M. A., Libda Y. I., Zaitoun M. M., Abdalla A. A., Almolla R. M., Hassan H. A., Dawoud T. M., Eissa A. H., Alduraibi S. K., Eldib D. B., Ziada Y. M. A. A. Biceps Pulley Lesions: Diagnostic Accuracy of Nonarthrographic Shoulder MRI and the Value of Various Diagnostic Signs. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2024;59(4):1299-1311.
<https://doi.org/10.1002/jmri.29004>
 18. Savarese E., Aicale R., Torsiello E., Bernardini G., Maffulli N. Long Head of Biceps Tendon Augmentation for Massive Rotator Cuff Tears Improves Clinical Results Regardless of the Number of Tendons Involved. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2024;32(7):1843-1853.
<https://doi.org/10.1002/ksa.12184>
 19. Stadnick M. Pathology of the Long Head of the Biceps Tendon. 2014. Text: electronic. Transformational platform [Radsourc.org.].
URL: <https://radsourc.us/pathology-of-the-long-head-of-the-biceps-tendon/>
 20. Zappia M., Ascione F., Di Pietto F., Fischetti M., Romano A. M., Castagna A., Brunese L. Long Head Biceps Tendon Instability: Diagnostic Performance of Known and New MRI Diagnostic Signs. *Skeletal Radiol.* 2021;50(9):1863-1871.
<https://doi.org/10.1007/s00256-021-03710-1>

Сведения об авторах / Information about the authors

Иванков Александр Петрович, кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог, младший научный сотрудник лаборатории лучевой диагностики научно-клинического отдела нейрохирургии Федерального

государственного бюджетного научного учреждения «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» Министерства образования и науки России; врач-рентгенолог рентгеновского отделения Областного государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Иркутская городская клиническая больница № 1» Министерства здравоохранения России, Иркутск, Россия.

Вклад автора: проведение исследования, анализ и интерпретация полученных данных, анализ литературы, написание текста; сбор материала; одобрение окончательной версии статьи перед ее подачей для публикации.

Ivankov Aleksandr Petrovich, PhD, radiologist, junior researcher, Department of radiology NCO of neurosurgery Federal State Institution «Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology» of the Ministry of Education and Science of Russia; a radiologist of radiology department Regional State Institution of Healthcare «Irkutsk City Clinical Hospital No. 1» of the Ministry of Healthcare of Russia, Irkutsk, Russia.

Author's contributions: a research, analysis and interpretation of the data obtained, literature analysis, text writing, collection of material, approval of the final version of the article before its submission for publication.

Селиверстов Павел Владимирович, доктор медицинских наук, врач-рентгенолог, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», заведующий лабораторией лучевой диагностики научно-клинического отдела нейрохирургии, Иркутск, Россия.

Вклад автора: разработка концепции – формирование идеи, цели и ключевых задач.

Seliverstov Pavel Vladimirovich, M.D. Med. Sciences, radiologist, Senior Researcher of Laboratory Radiology NCO of neurosurgery Federal State Scientific Institution «Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology» of the Ministry of Education and Science of Russia, Irkutsk, Russia

Author's contributions: concept development is the formation of an idea, a goal and key tasks.

Статья поступила в редакцию 31.05.2025;
одобрена после рецензирования 06.08.2025;
принята к публикации 06.08.2025.

The article was submitted 31.05.2025;
approved after reviewing 06.08.2025;
accepted for publication 06.08.2025.