



КЛИНИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Краткое сообщение

УДК 616.727.2

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-4-67-78>

Опыт применения дополнительного субмиллиметрового 3D-FSE режима (3D-PD-FS-БИ) в МРТ-диагностике полного и частичного разрывов сухожилия надостной мышцы плечевого сустава (клиническое наблюдение)

Александр Петрович Иванков¹, Павел Владимирович Селиверстов²,
Дарья Васильевна Меньшова³

^{1, 2, 3} ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» Минобрнауки России, Иркутск, Россия

¹ ОГБУЗ «Иркутская городская клиническая больница № 1» Минздрава России, Иркутск, Россия

¹ ivankovap16@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2383-6359>

² pavv2001@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4050-9157>

³ menschovadar@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1471-2482>

Автор, ответственный за переписку: Александр Петрович Иванков, ivankovap16@gmail.com

Аннотация

Представлен клинический пример, который демонстрирует возможности дополнительного магнитно-резонансного режима 3D-FSE (3D-PD-FS-БИ) в диагностике полного и частичного разрывов сухожилия надостной мышцы плечевого сустава. В статье приводится протокол МР-исследования, который позволяет обеспечить успешную диагностику данных типов разрыва.

Цель. Демонстрация диагностических возможностей дополнительного субмиллиметрового изотропного режима 3D-FSE (3D-PD-FS-БИ) в МРТ-диагностике полного и частичного разрывов сухожилия надостной мышцы.

Клиническое наблюдение. Продемонстрирован клинический случай успешного применения субмиллиметрового изотропного режима 3D-FSE (3D-PD-FS-БИ) у пациента с разрывом сухожилия надостной мышцы.

Заключение. Режим 3D-FSE (3D-PD-FS-БИ) продемонстрировал отличную детализацию зоны разрыва, возможность оценки патологии в любой плоскости с применением 3D-курсора и более подходящим «выведением» патологии в нужной плоскости.

Ключевые слова: разрыв сухожилия надостной мышцы, 3D-МРТ, повреждения сухожилий вращательной манжеты, плечевой сустав

© Иванков А. П., Селиверстов П. В., Меньшова Д. В., 2024

Для цитирования: Иванков А. П., Селиверстов П. В., Меньшова Д. В. Опыт применения дополнительного субмиллиметрового 3D-FSE режима (3D-PD-FS-ВИ) в МРТ-диагностике полного и частичного разрывов сухожилия надостной мышцы плечевого сустава (клиническое наблюдение) // Радиология — практика. 2024;4:67-78. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-4-67-78>

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 (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

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.

CLINICAL REVIEWS AND SHORT REPORTS

Short report

Experience of Using of the Additional Submillimeter Mode 3D-FSE (3D-PD-FS-WI) in MRI of Complete and Partial Tears of the Shoulder Supraspinatus Tendon (Clinical Case)

Aleksandr P. Ivankov¹, Pavel V. Seliverstov², Darya V. Menshova³

^{1, 2, 3} Federal State Scientific Institution «Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology», Irkutsk, Russia

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

¹ ivankovap16@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2383-6359>

² pavv2001@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4050-9157>

³ menschovadar@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1471-2482>

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

Abstract

A clinical example is presented that demonstrates the capabilities of an additional magnetic resonance 3D-FSE (3D-PD-FS-WI) of complete and partial ruptures of the supraspinatus tendon of the shoulder. The article provides an MRI protocol that allows for successful diagnosis of these rupture types.

Aim. Demonstration of the diagnostic capabilities of the additional submillimeter isotropic mode 3D-FSE (3D-PD-FS-WI) in the MRI diagnosis of complete and partial tears of the supraspinatus tendon.

Clinical case. A clinical case of the successful use of submillimeter isotropic 3D-FSE mode (3D-PD-FS-WI) in a patient with a rupture of the supraspinatus tendon is demonstrated.

Conclusion. The 3D-FSE (3D-PD-FS-WI) mode demonstrated: excellent detailing of the rupture zone, the ability to assess pathology in any plane using a 3D cursor and more suitable «showing» of pathology in the desired plane.

Keywords: Tear Of Supraspinatus Tendon, 3d-Mri, Rotator Cuff Tears, Shoulder

For citation: Ivankov A. P., Seliverstov P. V., Menshova D. V. Experience of Using of the Additional Submillimeter Mode 3D-FSE (3D-PD-FS-WI) in MRI of Complete and Partial Tears of the Shoulder Supraspinatus Tendon (Clinical Case). *Radiology – Practice*. 2024;4:67-78. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-4-67-78>

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

Повреждения сухожилий ротаторной манжеты являются актуальной проблемой современной травматологии и ортопедии — около 20 % населения старше 45 лет имеет разрывы разной степени выраженности, из них до 40 % — массивные [6]. Разрывы сухожилий ротаторной манжеты встречаются у 20–50 % людей в возрасте 60 лет и старше [11].

Наиболее часто различным повреждениям подвержены дистальные отделы сухожилия надостной мышцы. Среди разрывов сухожилия надостной мышцы частичные встречаются чаще, чем полные (полнослойные), но последние также нередки (30–53 % от

всех разрывов надостной) и являются более серьезной проблемой для травматолога-ортопеда [1, 3].

Основными методами инструментальной диагностики повреждений сухожилий вращательной манжеты плеча являются ультразвуковое исследование и магнитно-резонансная томография [6].

К наиболее эффективным методам диагностики частичного и полного разрывов сухожилия надостной мышцы относится высокоразрешающая магнитно-резонансная томография (включая МР-артрографию), которая позволяет детально и комплексно оценить состояние как костных, так мягкотканых структур плечевого сустава [3, 5, 12].

В целом точность МРТ в диагностике разрыва сухожилия надостной мышцы составляет не менее 84 %, чувствительность, по разным данным, варьирует в пределах 70–90 %, специфичность 90–93 % [3, 4].

К основным импульсным последовательностям (ИП) при исследовании повреждений сухожилий ротаторной манжеты плечевого сустава относятся различные варианты ИП быстрого спинного эха (FSE, TSE): PD-FSE-FS-ВИ, T2-FSE-ВИ, T1-FSE-ВИ, при этом наиболее оптимальными являются виды изображений, более чувствительные к жидкости (режимы с подавлением сигнала от жировой ткани) — PD-FS-ВИ и T2-FS-ВИ, а также STIR [2, 7]. Некоторые авторы указывают на важность T1-ВИ (в корональной плоскости) при разрывах сухожилия надостной мышцы, особенно при сопутствующей дегенерации клювовидно-акромиальной связки [8].

Включение в диагностический протокол дополнительных субмиллиметровых 3D-FSE режимов в МРТ-диагностике полного и частичного разрывов сухожилия надостной мышцы может улучшить качество диагностики данных повреждений [10].

Цель: демонстрация диагностических возможностей дополнительного субмиллиметрового изотропного режима 3D-FSE (3D-PD-FS-ВИ) в МРТ-диагностике полного и частичного разрывов сухожилия надостной мышцы.

Собственное наблюдение

Пациентка Г., 66 лет, после внезапной боли в правом плечевом суставе обратилась за помощью к травматологу (амбулаторный прием). Из анамнестических данных: 7 сут назад бытовая травма в общественном транспорте (рывок фиксированной верхней конечности). Предшествующих травм и вмешательств не было.

Аллергологический анамнез не отягощен. Семейный анамнез и наследственность не отягощены. Конституция пациентки: страдает избыточной массой тела, индекс массы тела — 29,5. Сопутствующая патология: артериальная гипертензия 2-й ст., ишемическая болезнь сердца: стенокардия напряжения, 2-й функциональный класс, хроническая сердечная недостаточность 1-й ст., 2-й функциональный класс. Локальный статус: иммобилизация правой верхней конечности отсутствует. Кожные покровы правого плечевого сустава не повреждены, обычной окраски. Контуры сустава не изменены. Движения в плечевом суставе ограничены. При пальпации отмечается болезненность в проекции большого бугорка плечевой кости. Объем движений в правом плечевом суставе: отведение 90 градусов, сгибание 90 градусов. Положительны тесты: Jobe, Лекслерка, «падающей руки». Нейрососудистых нарушений в дистальных отделах верхней конечности не было выявлено.

Инструментальные данные. После осмотра травматологом-ортопедом была назначена стандартная рентгенография правого плечевого сустава в двух стандартных проекциях. Заключение врача-рентгенолога: остеоартроз плечевого сустава 1-й стадии (по классификации Косинской).

Врачом травматологом-ортопедом было заподозрено повреждение сухожилия надостной мышцы, и следующим этапом была проведена магнитно-резонансная томография плечевого сустава. МРТ-исследование проводилось на высокопольном томографе фирмы GE (Signa Artist 1,5 Тл), с использованием 16-канальной мягкой катушки для суставов (GEM «Flex medium»), с общим временем сбора данных порядка 30 мин.

На МР-томограммах плечевого сустава был выявлен полный разрыв сухожилия надостной мышцы (рис. 1, 2).

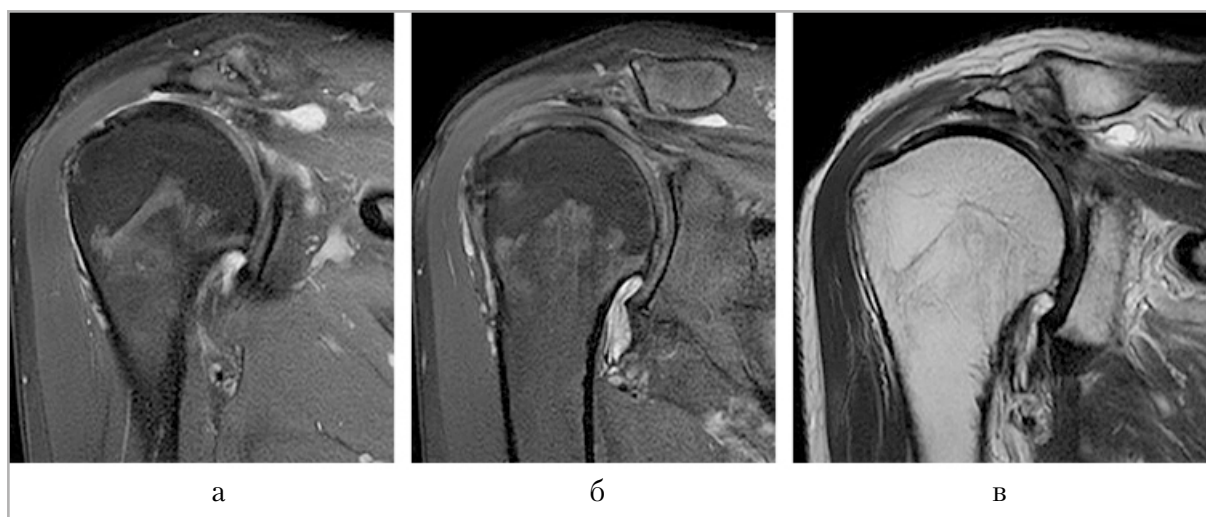


Рис. 1. МР-томограммы правого плечевого сустава (косая корональная плоскость, а и б — PD-FS-BI; в — T2-BI). PD-FS-BI — протон-взвешенные изображения с жироподавлением, T2-BI — T2-взвешенные изображения. МР-признаки полного разрыва сухожилия надостной мышцы

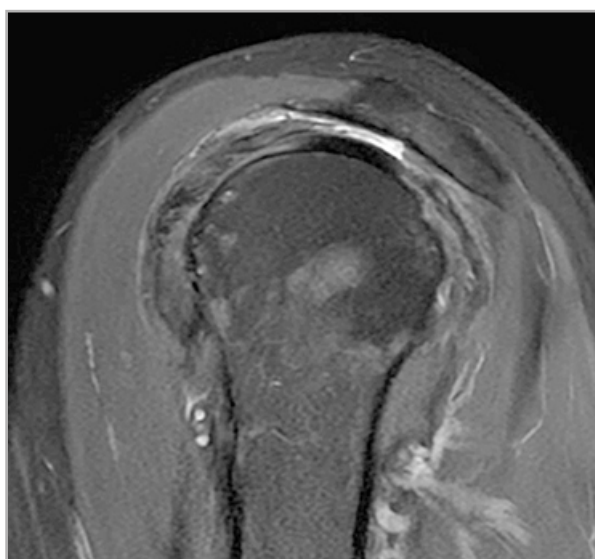


Рис. 2. МР-томограмма правого плечевого сустава (косая сагиттальная плоскость, PD-FS-BI)

При проведении базовых 2D-ИП FSE (табл. 1) опытному рентгенологу удалось определить и правильно интерпретировать повреждение сухожилия, но не детально.

В качестве дополнительного и уточняющего диагностику режима в рамках одного МРТ-исследования был проведен изотропный режим 3D-FSE (3D-PD-FS-BI) с толщиной среза 0,8 мм (воксел $0,8 \times 0,8 \times 0,8$ мм) и временем сбора данных 7 мин. (рис. 3).

Ниже приведены параметры сканирования использованного режима 3D-FSE-FS с изотропным вокселем 0,8 мм (табл. 2).

У данного изотропного режима еще есть и преимущества оценки патологических изменений абсолютно в любой плоскости (в том числе в косых), а также с применением 3D-курсора для сопоставления обнаруженного патологического участка одновременно во всех трех плоскостях (рис. 4).

Таблица 1

Протокол и технические параметры МРТ плечевого сустава

Режимы	Параметры				
	FOV, см	Срез/шаг, мм	TE, мс	TR, мс	Матрица
PD-FS (саг.)	15	3,0/0,3	37	3000	288 × 416
PD-FS (кор.)	15	3,0/0,3	37	3000	288 × 416
PD-FS (акс.)	15	3,0/0,3	37	3000	288 × 416
T2-ВИ (кор.)	15	3,0/0,3	86	3600	288 × 416
T1-ВИ (саг., кор.)	15	3,0/0,3	10,8	533	288 × 384

Примечание: FOV — поле обзора, TR — время повторения, TE — время эхо.

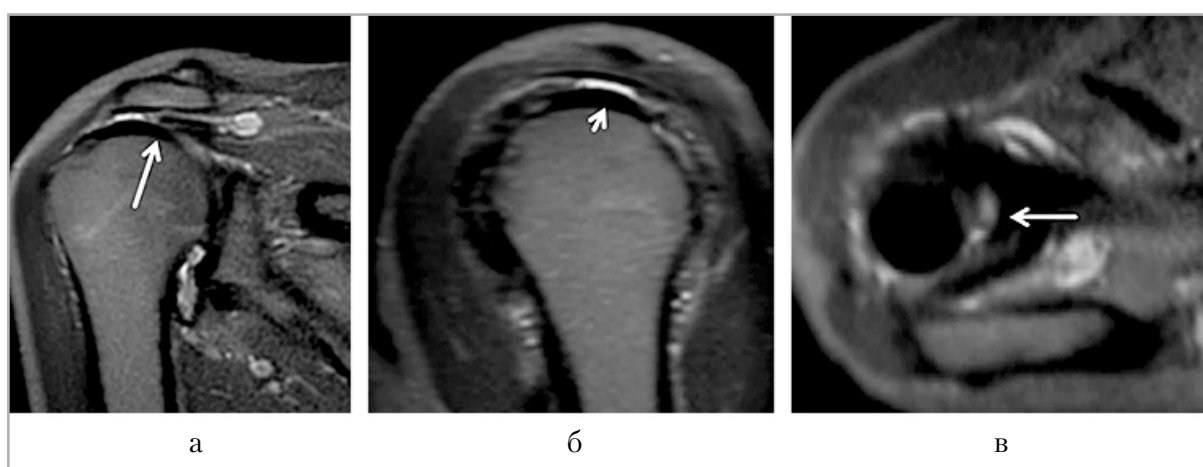


Рис. 3. МР-томограммы правого плечевого сустава (изотропные 3D-PD-FS-ВИ, срез 0,8 мм). 3D-PD-FS-ВИ — 3D-FSE-взвешенные изображения с жироподавлением. Детально визуализирована область полного разрыва сухожилия надостной мышцы со смещенным свободным концом сухожилия (*стрелки*) и зоной отсутствия ткани сухожилия в месте разрыва на косом сагиттальном срезе (*головка стрелки*)

Таблица 2

Технические параметры режима 3D-FSE (PD-FS-ВИ_iso, 0,8 мм)

FOV, см	Срез/шаг, мм	TE, мс	TR, мс	Матрица	ФК	NEX	АС
16	0,8/0	36–40*	1400–1500*	200 × 200	A–P	2	1,5

Примечание: FOV — поле обзора, TR — время повторения, TE — время эхо, ФК — фазовое кодирование (A–P — спереди назад), NEX — количество сборов данных, АС (Acceleration) — ускорение; * — искусственный интеллект томографа незначительно изменяет значения TR (1400–1500) и TE (36–40) в зависимости от массы тела пациента.

Сравнивая выполненные 2D- и 3D-МР-томограммы в косой коронарной плоскости, можно высказаться за более четкую визуализацию зоны полнослой-

ного разрыва сухожилия надостной мышцы в режиме 3D-PD-FS-ВИ_iso, 0,8 мм, где свободный конец поврежденного сухожилия виден более детально (рис. 5).

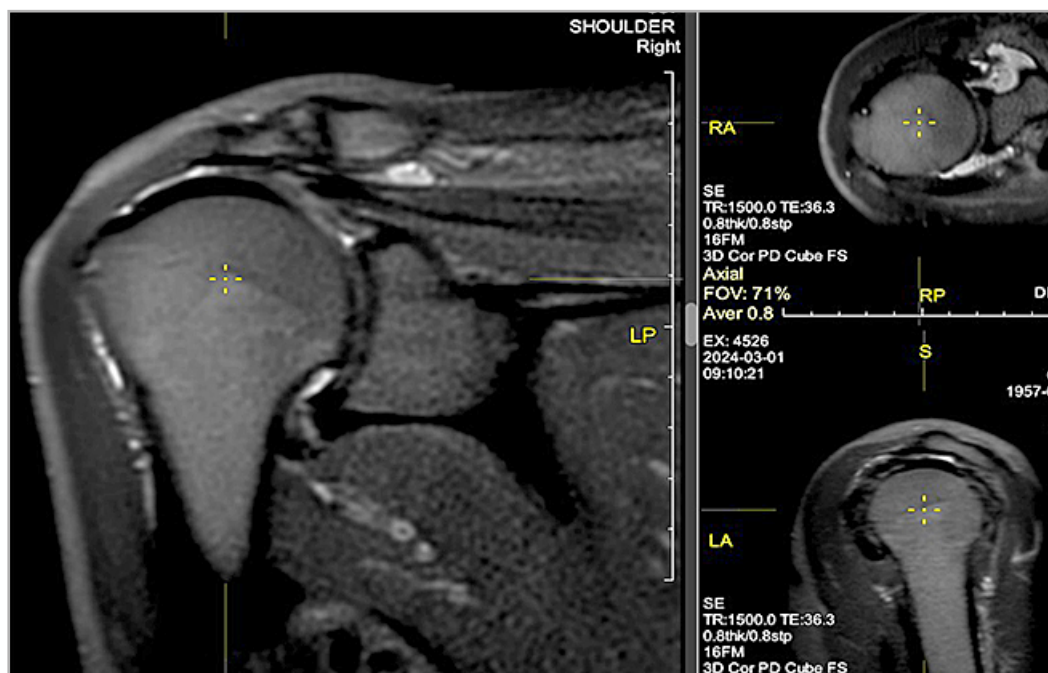


Рис. 4. МР-томограммы правого плечевого сустава (изотропный режим 3D-PD-FS-ВИ, срез 0,8 мм). При помощи 3D-курсора (желтый крестик) имеется возможность найти и сопоставить (более «удачно вывести») зону разрыва и ретракции в трех плоскостях



Рис. 5. МР-томограммы правого плечевого сустава. Сравнение сопоставленных на одном уровне 2D- и 3D-FSE режимов в косой коронарной плоскости (а — 3D-PD-FS-BI_0,8 мм; б — 2D-PD-FS-BI_3,0 мм)

Помимо диагностики полного разрыва сухожилия надостной мышцы режим 3D-FSE (3D-PD-FS-BI) улучшает диагностическую визуализацию и при частичном разрыве сухожилия надост-

ной мышцы (другой пациент). На примере ниже (рис. 6 и 7) зона частичного разрыва сухожилия надостной мышцы в режиме 3D-PD-FS-BI дифференцируется более отчетливо и детально.



Рис. 6. МР-томограммы правого плечевого сустава (другой пациент). *а* — 3D-FSE (PD-FS-BI_iso, 0,8 мм); *б* — 2D-FSE (PD-FS-BI_3,0 мм)

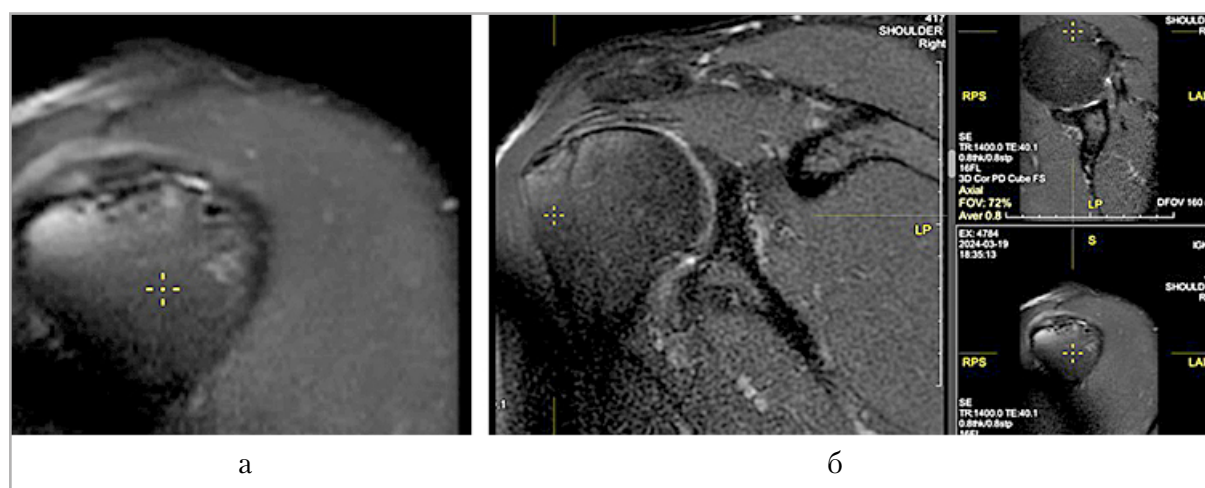


Рис. 7. МР-томограммы правого плечевого сустава, режим 3D-FSE (PD-FS-BI) с изотропным вокселем 0,8 мм. *а* — сагиттальный реформат (увеличение); *б* — все три плоскости. Пунктирным крестиком обозначен 3D-курсор

Обсуждение

Частичные и массивные полнотеловые разрывы сухожилия надостной мышцы — это затрудняющие диагностику клинически значимые повреждения, очень актуальные в связи с частичной или полной утратой функции верхней конечности [12].

Магнитно-резонансная томография — это основной инструментальный диагностический метод для диагностики та-

ких повреждений сухожилия надостной мышцы, вместе с тем чувствительность и специфичность МРТ при данной патологии не достигают порога выше 90–95 %. Применение МР-артрографии (прямой или не прямой) улучшает показатели информативности метода, однако это требует введения контрастного средства в полость сустава либо внутрисуставно (непрямая артрография), что является инвазивным вмешательством

и вместе с тем приводит к удорожанию диагностики [7, 12].

В отечественной литературе последних 5 лет не удалось найти публикаций, уделяющих внимание именно субмиллиметровым 3D-режимам в диагностике разрывов сухожилия надостной мышцы плечевого сустава.

Из недавних иностранных источников (2021 г.) получены данные об успешном применении нативного изотропного режима 3D-T1 градиентное эхо (VIBE и FLASH с вокселем $1,0 \times 1,0 \times 1,0$ мм) в диагностике различной патологии плечевого сустава, в том числе при разрыве сухожилия надостной мышцы [9].

Однако общеизвестно, что 3D-режимы с T1-взвешенностью и изотропным вокселем $1,0 \times 1,0 \times 1,0$ мм обладают меньшим разрешением и довольно низкой чувствительностью к разрыву и дефекту ткани сухожилий плечевого сустава [7].

В нашем клиническом примере только с помощью «жидкость-чувствительных» ИП-FSE (PD-FSE-FS-БИ, T2-FSE-БИ, 3D-PD-FSE) у пациентки на МРТ был успешно диагностирован полный разрыв дистального отдела сухожилия надостной мышцы.

Вместе с тем дополнительно выполненный трехмерный режим 3D-FSE с жироподавлением (3D-PD-FS-БИ_iso, 0,8 мм) визуально позволил более отчетливо и детально определить уровень повреждения и ретракции свободного конца сухожилия надостной мышцы.

Применение дополнительного режима 3D-FSE (PD-FS-БИ_iso, 0,8 мм) в настоящем клиническом примере позволило наглядно продемонстрировать клиницисту (травматологу-ортопеду) уровень разрыва и зону ретракции сухожилия, задействовав все доступные диагностические преимущества современной 3D-МР-визуализации в скелетно-мышечной радиологии.

Сравнивая между собой 2D- и 3D-варианты режима FSE для МРТ-диагно-

стики полного и частичного разрывов сухожилия надостной мышцы, следует сказать о том, что пространственное разрешение и время сканирования данных двух вариантов FSE (3D-PD-FS-БИ и 2D-PD-FS-БИ) достаточно сильно отличаются. Пространственное разрешение режима 3D-FSE ($0,8 \times 0,8 \times 0,8$ мм) отличается от варианта 2D-FSE ($0,4 \times 0,5 \times 3,0$ мм), время сбора данных режима 3D-FSE (3D-PD-FS-БИ) составляет 7 мин., время проведения 2D-FSE порядка 3–4 мин. (в зависимости от количества срезов и иных параметров). Однако малая толщина среза режима 3D-PD-FS-БИ (0,8 мм) и возможность построения реформатов одинакового качества в любой плоскости, несмотря на относительно большую длительность (7 мин.), позволяют комплексно и качественно проводить диагностику повреждений сухожилия надостной мышцы, более детально визуализируя зону разрыва волокон. При этом, работая с изотропным 3D-FSE вариантом на рабочей станции (или в обычном DICOM-просмотрщике), имеется возможность выставлять срезы разной толщины — т. е. обычно в практике «доводят» срез от искомого 0,8 до 1–3 мм.

Выводы

1. При имеющихся в арсенале МР-томографа дополнительных субмиллиметровых режимах 3D-FSE рекомендуется включать их в протокол для получения более детальной диагностической информации о типе и характере разрыва сухожилия надостной мышцы.
2. Режим 3D-FSE (3D-PD-FS-БИ) с изотропным вокселем 0,8 мм на настоящем клиническом примере продемонстрировал следующие преимущества в диагностике разрыва сухожилия надостной мышцы: лучшая детализация зоны разрыва, возможность оценки патологии в любой плоскости с применением

3D-курсор и более подходящим «выведением» патологии в нужной плоскости, возможность выставить более удобную толщину срезов на рабочей станции или в DICOM-просмотрщике.

Список источников

1. Брижань Л. К., Давыдов Д. В., Доколин С. Ю., Керимов А. А., Найда Д. А., Переходов С. Н., Тюлькевич Б. В. Особенности лечения полнослойных разрывов сухожилий вращательной манжеты плечевого сустава у военнослужащих // Военно-медицинский журнал. 2021. Т. 10, № 1. С. 25–31. [https://doi.org/ 10.52424/00269050_2021_342_10_25](https://doi.org/10.52424/00269050_2021_342_10_25)
2. Доколин С. Ю., Кузьмина В. И., Марченко И. В., Белых О. А., Найда Д. А. Артроскопический шов больших и массивных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава: клинические результаты и данные МРТ // Травматология и ортопедия России. 2017. Т. 23, № 3. С. 53–68. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2017-23-3-53-68>
3. Логвинов А. Н., Ильин Д. О., Каданцев П. М., Макарьева О. В., Бурцев М. Е., Рязанцев М. С., Магнитская Н. Е., Фролов А. В., Королев А. В. Особенности диагностики частичных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава // Травматология и ортопедия России. 2019. Т. 25, № 2. С. 143–149. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2019-25-2-143-149>
4. Логвинов А. Н., Макарьева О. В., Ильин Д. О., Каданцев П. М., Зарипов А. Р., Фролов А. В., Магнитская Н. Е., Рязанцев М. С., Бурцев М. Е., Королёв А. В. Межэкспертная согласованность результатов МРТ-диагностики патологии вращательной манжеты плечевого сустава // Травматология и ортопедия России. 2020. Т. 26, № 4. С. 102–111. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-4-102-111>
5. Пономаренко Н. С., Монастырев В. В., Куклин И. А. Транспозиции широчай-

шей мышцы спины при ретракции сухожилия надостной мышцы (III степени по Patte) и жировой дистрофией 3-й степени по Thomazeau (клинический случай) // Acta biomedica scientifica. 2019. Т. 4, № 6. С. 117–122. <https://doi.org/10.29413/ABS.2019-4.6.18>

6. Слайковский Е. Н., Пономаренко Н. С., Куклин И. А. Повреждения вращательной манжеты плеча (обзор литературы) // Acta biomedica scientifica. 2023. Т. 8, № 5. С. 150–156. <https://doi.org/10.29413/ABS.2023-8.5.16>
7. Труфанов Г. Е. МРТ. Суставы верхней конечности: руководство для врачей. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. 544 с. ISBN 978-5-9704-4513-6.
8. Chuang H., Hong Ch., Hsu K., Kuan F., Chen Y. Association of Coracoacromial Ligament Degeneration With Rotator Cuff Tear Patterns and Retear Rate. *The Orthop. J. of Sports Med.* 2023;11(6):1-10. <https://doi.org/10.1177/23259671231175873>
9. Daniels S., Gyftopoulos S. 3D MRI of the Shoulder. *Musculoskel. Radiol.* 2021;25:480-487. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1728813>
10. Lee S. H., Lee J., Oh K., Yoon J., Seo A. Automated 3-dimensional MRI segmentation for the posterosuperior rotator cuff tear lesion using deep learning algorithm. *Plos One.* 2023;18(5):1-15. <https://doi.org/10.1177/23259671231175873>
11. Riem L., Feng X., Cousins M., DuCharme O., Leitch E. B. A Deep Learning Algorithm for Automatic 3D Segmentation of Rotator Cuff Muscle and Fat from Clinical MRI Scans. *Radiology: Artificial Intelligence.* 2023;5(2):1-6. <https://doi.org/10.1148/ryai.220132>
12. Samim M., Walsh P., Gyftopoulos S., Meislin R., Beltran L. S. Postoperative MRI of Massive Rotator Cuff Tears. *AJR.* 2018;211(1):146-154. <https://doi.org/10.2214/AJR.17.19281>

References

1. Brizhan' L. K., Davydov D. V., Dokolin S. Yu., Kerimov A. A., Naida D. A.,

- Perekhodov S. N., Tyulkevich B. V. Features of the treatment of full-thickness rotator cuff tendon rupture in military personnel. *Voenno-meditsinskij J.* 2021;10(1):25-31. (In Russ.). https://doi.org/10.52424/00269050_2021_342_10_25
2. Dokolin S. Yu., Kuz'mina V. I., Marchenko I. V., Belykh O. A., Naida D. A. Arthroscopic Repair of Large and Massive Rotator Cuff Tears: Clinical Outcomes and Postoperative MRI Findings. *Travmatologiya i ortopediya Rossii.* 2017;23(3):53-68 (In Russ.). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2017-23-3-53-68>
 3. Logvinov A. N., Il'in D. O., Kadantsev P. M., Makarieva O. V., Burtsev M. E., Ryazantsev M. S., Magnitskaya N. E., Frolov A. V., Korolev A. V. Features of Partial Rotator Cuff Tears Diagnostics. *Travmatologiya i ortopediya Rossii.* 2019;25(2):143-149 (In Russ.). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2019-25-2-143-149>
 4. Logvinov A. N., Makarieva O. V., Il'in D. O., Kadantsev P. M., Zaripov A. R., Frolov A. V., Magnitskaya N. E., Ryazantsev M. S., Burtsev M. E., Korolev A. V. Magnetic Resonance Imaging Identification of Rotator Cuff Pathology: Inter-rater Reliability. *Travmatologiya i ortopediya Rossii.* 2020;26(4):102-111 (In Russ.). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-4-102-111>
 5. Ponomarenko N. S., Monastirev V. V., Kuklin I. A. Latissimus Dorsi Transposition in Supraspinatus Tendon Retraction (Patte III) and Thomazeau Grade 3 Fatty Degeneration (Clinical Case). *Acta biomechanica scientifica.* 2019;4(6):117-122 (In Russ.). <https://doi.org/10.29413/ABS.2019-4.6.18>
 6. Slaikovskiy E. N., Ponomarenko N. S., Kuklin I. A. Rotator cuff tendon ruptures (literature review). *Acta biomechanica scientifica.* 2023;8(5):150-156 (In Russ.). <https://doi.org/10.29413/ABS.2023-8.5.16>
 7. Trufanov G. E. MRI. The joints of upper extremity: guide for doctors. M.: GEOTAR-Media, 2018. 544 p. (In Russ.). ISBN 978-5-9704-4513-6.
 8. Chuang H., Hong Ch., Hsu K., Kuan F., Chen Y. Association of Coracoacromial Ligament Degeneration With Rotator Cuff Tear Patterns and Retear Rate. *The Orthop. J. of Sports Med.* 2023;11(6):1-10. <https://doi.org/10.1177/23259671231175873>
 9. Daniels S., Gyftopoulos S. 3D MRI of the Shoulder. *Musculoskel. Radiol.* 2021;25:480-487. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1728813>
 10. Lee S. H., Lee J., Oh K., Yoon J., Seo A. Automated 3-dimensional MRI segmentation for the posterosuperior rotator cuff tear lesion using deep learning algorithm. *Plos One.* 2023;18(5):1-15. <https://doi.org/10.1177/23259671231175873>
 11. Riem L., Feng X., Cousins M., DuCharme O., Leitch E. B. A Deep Learning Algorithm for Automatic 3D Segmentation of Rotator Cuff Muscle and Fat from Clinical MRI Scans. *Radiology: Artificial Intelligence.* 2023;5(2):1-6. <https://doi.org/10.1148/ryai.220132>
 12. Samim M., Walsh P., Gyftopoulos S., Meislin R., Beltran L. S. Postoperative MRI of Massive Rotator Cuff Tears. *AJR.* 2018;211(1):146-154. <https://doi.org/10.2214/AJR.17.19281>

Сведения об авторах / Information about the authors

Иванков Александр Петрович, врач-рентгенолог, кандидат медицинских наук, 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, Иркутск, Россия.

664003, Иркутск, ул. Борцов революции, 1.
+7 (3952) 29-03-36

Врач-рентгенолог рентгеновского отделения Областного государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Иркутская городская клиническая больница № 1» Министерства здравоохранения России, Иркутск, Россия.

664046, Иркутск, ул. Байкальская, 118.
+7 (3952) 70-37-63

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, radiologist, PhD, 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, Irkutsk, Russia.

1, Bortsov Revolutsii st., Irkutsk, 664003, Russia.
+7 (3952) 29-03-36.

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.

118, Baykalskaya st., Irkutsk, 664046, Russia.
+7 (3952) 70-37-63

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

664003, Иркутск, ул. Борцов революции, 1.
+7 (3952) 29-03-36

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

Seliverstov Pavel Vladimirovich, radiologist, M.D. Med. Sciences, 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

1, Bortsov Revolutsii st., Irkutsk, 664003, Russia.
+7 (3952) 29-03-36.

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

Меньшова Дарья Васильевна, врач-травматолог, младший научный сотрудник научно-клинического отдела травматологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» Министерства образования и науки России, Иркутск, Россия.

664003, Иркутск, ул. Борцов революции, 1.
+7 (3952) 29-03-36.

Вклад автора: клинический анализ и интерпретация полученных данных.

Menshova Darya Vasil'yevna, traumatologist, junior researcher at the Scientific Clinical Department of Traumatology, Federal State Scientific Institution «Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology», of the Ministry of Education and Science of Russia, Irkutsk, Russia.

1, Bortsov Revolutsii st., Irkutsk, 664003, Russia.
+7 (3952) 29-03-36.

Author's contributions: a clinical analysis and interpretation of the data obtained.

Статья поступила в редакцию 08.04.2024;
одобрена после рецензирования 05.07.2024;
принята к публикации 05.07.2024.

The article was submitted 08.04.2024;
approved after reviewing 05.07.2024;
accepted for publication 05.07.2024.