



УДК 616-01/09+616-07+616.7  
DOI: 10.56871/ViM.2024.96.10.004

## ДИАГНОСТИКА ПАТОЛОГИЙ ЖИРОВОГО ТЕЛА ГОФФА С ПРИМЕНЕНИЕМ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

© Роман Анатольевич Постаногов, Гульназ Камальдиновна Садыкова, Валерий Петрович Куценко, Майя Максимовна Васянина, Илья Сергеевич Кудрявцев, Ирина Сергеевна Менькова, Наталья Викторовна Марченко

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2

**Контактная информация:** Роман Анатольевич Постаногов — ассистент кафедры современных методов диагностики и радиолучевой терапии им. профессора С.А. Рейнберга. E-mail: r.postanogov@icloud.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0523-9411> SPIN: 8686-1597

**Для цитирования:** Постаногов Р.А., Садыкова Г.К., Куценко В.П., Васянина М.М., Кудрявцев И.С., Менькова И.С., Марченко Н.В. Диагностика патологий жирового тела Гоффа с применением магнитно-резонансной томографии // Визуализация в медицине. 2024. Т. 6. № 3. С. 29–41. DOI: <https://doi.org/10.56871/ViM.2024.96.10.004>

Поступила: 15.07.2024

Одобрена: 02.09.2024

Принята к печати: 30.10.2024

**Резюме.** От боли в коленном суставе страдает около 25% взрослого населения, число обращений за медицинской помощью в мире достигает 4 млн. в год. Нередко источником боли является передний компартмент сустава, где наибольший диагностический интерес представляет жировое тело Гоффа. Тело Гоффа является самым крупным из всех жировых тел коленного сустава, оно хорошо иннервировано и обильно кровоснабжается. Поражение жирового тела Гоффа встречается достаточно часто и проявляется стойким болевым синдромом в переднем компартменте коленного сустава, снижающим подвижность и работоспособность пациентов. В диагностике патологических состояний тела Гоффа общепризнанна роль магнитно-резонансной томографии, позволяющей оценить характер, объем и распространенность поражения, выявить сопутствующие изменения, спланировать тактику лечения. В статье путем обобщения литературных данных и собственного опыта авторов даны общие рекомендации по оптимальной тактике магнитно-резонансной визуализации коленного сустава и тела Гоффа в частности, рассмотрены наиболее значимые в клинической практике патологии, освещена их лучевая семиотика, рассмотрены аспекты дифференциальной диагностики.

**Ключевые слова:** магнитно-резонансная томография, коленный сустав, жировое тело Гоффа

## DIAGNOSTICS OF HOFFA'S FAT PAD PATHOLOGIES USING MAGNETIC RESONANCE IMAGING

© Roman A. Postanogov, Gulnaz K. Sadykova, Valery P. Kutsenko, Maya M. Vasyanina, Ilya S. Kudryavtsev, Irina S. Menkova, Natalya V. Marchenko

Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2 Lithuania, Saint Petersburg 194100 Russian Federation

**Contact information:** Roman A. Postanogov — Assistant Professor, Department of Modern Diagnostic Methods and Radiotherapy named after Professor S.A. Reinberg. E-mail: r.postanogov@icloud.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0523-9411> SPIN: 8686-1597

**For citation:** Postanogov RA, Sadykova GK, Kutsenko VP, Vasyanina MM, Kudryavtsev IS, Menkova IS, Marchenko NV. Diagnostics of Hoffa's fat pad pathologies using magnetic resonance imaging. Visualization in Medicine. 2024;6(3):29–41. DOI: <https://doi.org/10.56871/ViM.2024.96.10.004>

Received: 15.07.2024

Revised: 02.09.2024

Accepted: 30.10.2024

**Abstract.** Knee pain affects about 25% of the adult population, with the number of visits to the doctor worldwide reaching 4 million per year. Often the source of pain is the anterior compartment of the joint, where the Hoffa's fat pad is of greatest diagnostic interest.

The Hoffa's pad is the largest of all the fat pads of the knee joint, it is well innervated and richly supplied with blood. Lesion to the Hoffa's fat pad is common and is manifested by persistent pain in the anterior compartment of the knee joint, reducing the mobility and abilities of patients. In the diagnosis of lesions of the Hoffa's fat pad, the role of magnetic resonance imaging is generally recognized, allowing to assess the nature, volume and prevalence of the lesion, identify associated changes, and plan treatment tactics. In this article, by summarizing literary data and the authors' own experience, given the recommendations about the optimal tactics of magnetic resonance imaging of the knee joint and Hoffa's pad, the most significant pathologies in clinical practice are considered, their semiotics are highlighted, and aspects of differential diagnostics are considered.

**Keywords:** magnetic resonance imaging, knee joint, Hoffa's fat pad

## ВВЕДЕНИЕ

Жировое тело Гоффа (ЖТГ, подушка Гоффа) расположено в переднем отделе коленного сустава, его границы образованы капсулой сустава и собственной связкой надколенника спереди, синовиальной полостью сустава сзади, нижним полюсом надколенника сверху, тибиальным плато и глубокой инфрапателлярной сумкой снизу. Оно состоит из жировых долек, разделенных тонкими фиброзными перегородками, прикрепляющимися к менискам. Подушка Гоффа хорошо иннервируется ветвями бедренного, общего малоберцового и подкожного нервов, обильно кровоснабжается артериальными ветвями верхней и нижней подколенных артерий, образующих сеть анастомозов. Основная функция подушки Гоффа — амортизация и перераспределение нагрузки в коленном суставе [1, 2].

## МЕТОДИКА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЖИРОВОГО ТЕЛА ГОФФА

Выполнение магнитно-резонансной томографии (МРТ) коленного сустава по стандартной методике позволяет в полной мере оценить состояние ЖТГ. Рекомендации по исследованию в общем виде сводятся к следующему. Пациента укладывают в положение лежа на спине, стопы обращены вверх, с отклонением 10–15° наружу. Колено помещается в катушку — предпочтительнее использовать специализированные многоканальные коленные катушки, однако допустимо применять мягкие обертывающие катушки. Нога пациента фиксируется и обездвиживается путем заполнения свободного пространства внутри катушки мешочками с песком. Производится центровка, получают топограммы (локалайзеры). Качество визуализации обуславливается правильным инструктажем пациента и достаточной иммобилизацией конечности.

При исследовании получают T1- и T2-взвешенные изображения (T1 и T2 ВИ), а также изображения, взвешенные по протонной плотности с жироподавлением (PD FS ВИ) в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. При необходимости исследование дополняется изображениями,

взвешенными по магнитной восприимчивости в T2-контрастности (T2 GRE ВИ). МРТ без контрастного усиления, как правило, достаточно для получения диагностической информации. Внутривенное введение гадолинийсодержащего контрастного препарата целесообразно для оценки степени васкуляризации объемных образований ЖТГ. Проведение прямой артрографии с внутрисуставным введением парамагнетика нецелесообразно [3–5].

## КЛАССИФИКАЦИЯ ПАТОЛОГИЙ ЖИРОВОГО ТЕЛА ГОФФА

На основании обобщения данных литературных источников наиболее полная классификация патологий ЖТГ с учетом их МР-семиотики представляется следующей [3, 6–8].

### I. Новообразования жирового тела Гоффа:

- опухоли и псевдоопухоли жидкостного МР-сигнала (абсцессы, кисты, гемангиомы, хондромы, а также ряд редких T2-гиперинтенсивных новообразований);
- опухоли и псевдоопухоли жирового МР-сигнала (липомы, липогемангиомы, липосаркомы, древовидные липомы);
- гемосидеринсодержащие опухоли и псевдоопухоли (пигментный виллонодулярный синовит, синовиальная саркома, гемофильная артропатия);
- T2-гипоинтенсивные поражения (синовиальный хондроматоз, смещенные остеохондральные фрагменты, подагрический артрит);
- участки гетеротопической оссификации (околосуставные хондромы и остеохондромы, оссифицированные гематомы, опухолевый кальциноз, оссификация, ассоциированная с хронической болезнью почек).

### II. Воспалительные процессы жирового тела Гоффа:

- болезнь Гоффа.

### III. Постоперационные и посттравматические изменения:

- постартроскопические изменения;
- циклопическое поражение;
- посттравматические изменения.

Ниже будут рассмотрены наиболее значимые в клинической практике патологии ЖТГ с приведением патогенеза, краткой клинической картины, описанием МР-семиотики и вопросов дифференциальной диагностики.

## НОВООБРАЗОВАНИЯ ЖИРОВОГО ТЕЛА ГОФФА

### Опухоли и псевдоопухоли жидкостного МР-сигнала

**Параменисковые и ганглиевые кисты.** Экструзия синовиальной жидкости при сложных и горизонтальных разрывах менисков может приводить к формированию параменисковых кист. Они могут проявляться клинически, как в виде бессимптомных припухлостей вокруг сустава, так и оказывая объемное воздействие на прилежащие структуры и являясь источником хронической боли.

В случае параменисковой кисты при исследовании выявляется гиперинтенсивная на T2 ВИ кистозная структура, прилежащая к краю мениска при его разрыве (морфология разрыва может быть любой). Предполагается, что утечка синовиальной жидкости через стенку параменисковой кисты может способствовать отеку ЖТГ.

Ганглиевые кисты (синовиальные ганглии) локализуются во внутрисуставной клетчатке, преимущественно в дорзальных отделах сустава или в подушке Гоффа, содержат в основном вязкую густую жидкость, покрыты фиброзной оболочкой и

лишены синовиальной выстилки. Могут быть одиночными или множественными, шаровидной или неправильной формы, одно- и многокамерными, иметь шейку или сообщаться с соседними суставными пространствами [2, 7].

При исследовании ганглиевые кисты будут визуализироваться в виде кистозных структур в жировой клетчатке сустава, гиперинтенсивного сигнала по T2 ВИ, с наличием фиброзной капсулы, без связи с разрывами и повреждениями менисков (рис. 1).

**Гемангиомы.** Являются сосудистыми мальформациями синовиальной оболочки сустава, наиболее часто встречающимися мягкотканными образованиями ЖТГ у детей и подростков. Наличие гемангиомы следует подозревать у детей с периодическими отеками, ограничением амплитуды движений и длительной болью в колене без указания на травму в анамнезе.

При МРТ синовиальная гемангиома имеет вид дольчатого объемного образования, промежуточного сигнала на T1 ВИ и гиперинтенсивного на T2 ВИ (рис. 2). На изображениях, взвешенных по магнитной восприимчивости, отмечаются участки выпадения МР-сигнала с паттерном «цветения» синовиальной выстилки гемангиомы в виде диффузной гипоинтенсивности за счет депозитов гемосидерина, в гемангиомах могут визуализироваться флеболиты в виде четко очерченных гипоинтенсивных очагов. Другие признаки, выявляемые в структуре гемангиомы, включают гиперинтенсивный на T1 ВИ внутритканевый жир, линейные гипоинтенсивные

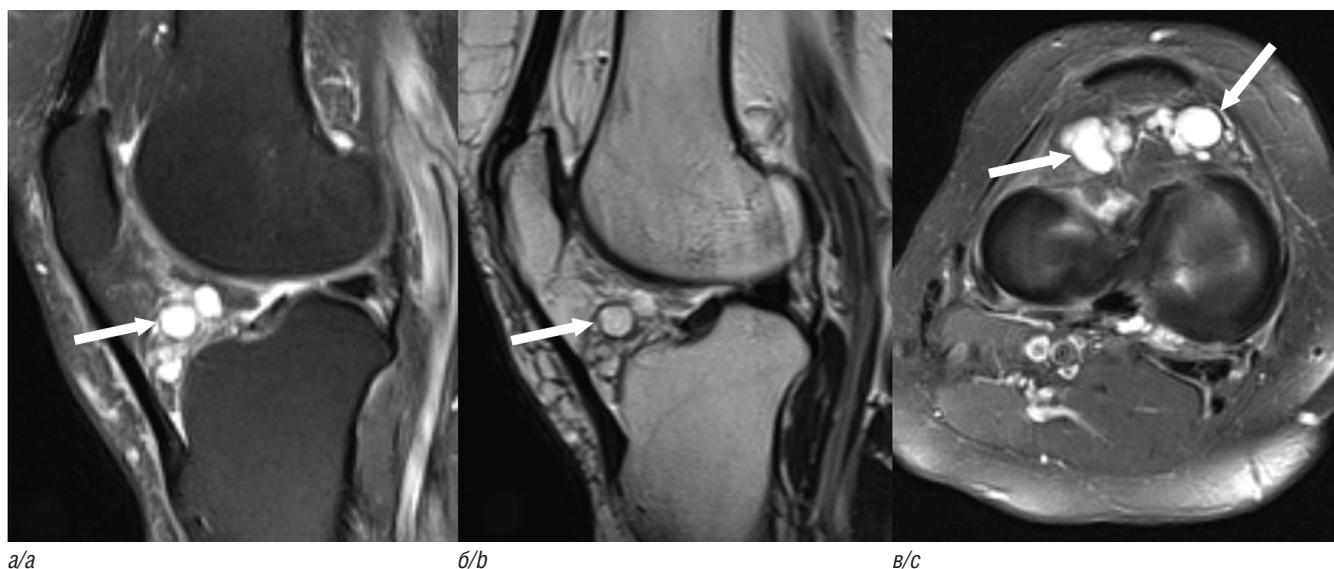


Рис. 1. PD FS ВИ в сагиттальной плоскости (а); T2 ВИ в сагиттальной плоскости (б); PD FS ВИ в аксиальной плоскости (в). Конгломерат ганглиевых кист в структуре жирового тела Гоффа (стрелки) (Постаногов Р.А., 2024)

Fig. 1. Sagittal PD FS WI (a); sagittal T2 WI (b); axial PD FS WI (c). Conglomerate of ganglion cysts in the Hoffa's fat pad (arrows) (Postanogov R.A., 2024)



Рис. 2. PD FS WI в сагиттальной плоскости (а); T2 WI в сагиттальной плоскости (б). Гемангиома жирового тела Гоффа. Дольчатое гиперинтенсивное образование (стрелки) с hemosiderиновым ободком и мелкими протоковыми пустотами в структуре (Постаногов Р.А., 2024)

Fig. 2. Sagittal PD FS WI (a); sagittal T2 WI (b). Hemangioma of the Hoffa's fat pad. Lobular hyperintense tumor (arrows) with a hemosiderin rim and small ductal voids (Postanogov R.A., 2024)

на T2 WI фиброзные тяжи, мелкие извитые сосуды с жидкостной интенсивностью сигнала или феноменом пустоты потока. При внутривенном введении гадолинийсодержащих контрастных препаратов на T1 WI гемангиомы демонстрируют активное гетерогенное накопление парамагнетика [8, 9].

Дифференциальную диагностику проводят с гемофилической артропатией и пигментным виллонодулярным синовитом [6].

#### Опухоли и псевдоопухоли жирового МР-сигнала

##### *Внутриуставные липомы и липосаркомы.*

Жиросодержащие опухоли редко встречаются в коленном суставе, характеризуются медленным экспансивным ростом. Проявляются преимущественно периодической болью в переднем отделе коленного сустава и ограничением амплитуды движений. При ущемлении липомы у пациентов отмечается острая боль [10].

Внутриуставная липома визуализируется в виде образования жировой интенсивности сигнала по всем импульсным последовательностям и обычно имеет четко очерченные границы за счет фиброзной капсулы (рис. 3).

Липомы необходимо дифференцировать от синовиальных хондром, синовиальных сарком и параартикулярных хондром — образований негетерогенной структуры, без преобладания жировой

ткани. При дополнительных исследованиях с использованием рентген- и КТ-визуализации в вышеперечисленных образованиях могут обнаруживаться очаги кальцификации, что позволяет отвергнуть диагноз липомы [11].

Большое значение в клинической практике имеет дифференциальная диагностика липомы и липосаркомы. Признаками, свидетельствующими в пользу липосаркомы, служат крупные размеры образования (как правило, более 10 см), недавнее изменение размеров или обострение клинической картины, неоднородная интенсивность МР-сигнала в пределах жирового компонента новообразования, связанная с кровоизлияниями или сопутствующим мягкотканым компонентом. Ряд авторов сходятся во мнении, что высокодифференцированной липосаркомой следует считать любое жировое образование, содержащее нежировые контрастнакапливающие узловы компоненты или имеющее выраженные утолщенные перегородки (толщиной более 2 мм) [6, 8, 11].

*Древовидная липома.* Редкая доброкачественная жировая опухоль, поражающая преимущественно коленный сустав. Древовидная липома почти всегда ассоциирована с остеоартрозом, ревматоидным артритом или предшествующей травмой. Пациентов, как правило, беспокоит боль, постепенное нарастание отека с ограничением амплитуды движений, суставной блок. Гистологически древовидная липома характеризуется

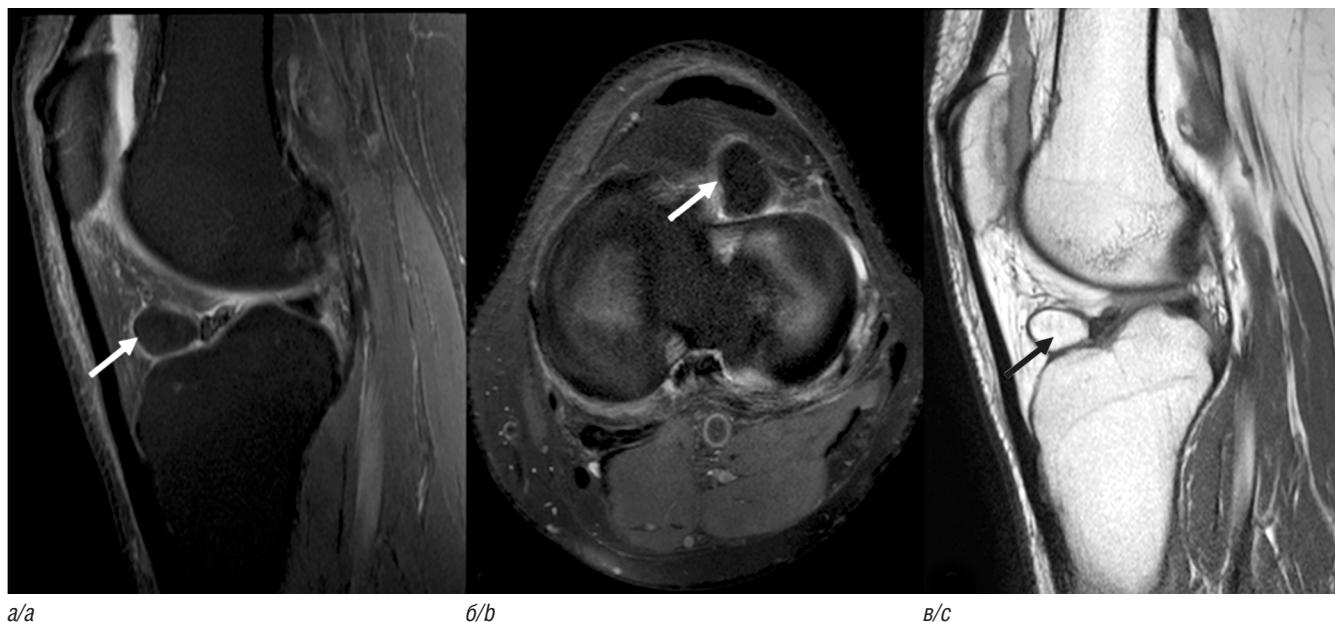


Рис. 3. PD FS ВИ в сагиттальной плоскости (а); PD FS ВИ в аксиальной плоскости (б); T1 ВИ в сагиттальной плоскости (в). Внутрисуставная липома жирового тела Гоффа. Жировое образование с толстой фиброзной капсулой (стрелки) [6]  
 Fig. 3. Sagittal PD FS WI (a); axial PD FS WI (b); sagittal T1 WI (c). Intra-articular lipoma of the Hoffa's fat pad. Fatty tumor with a thick fibrous capsule (arrows) [6]

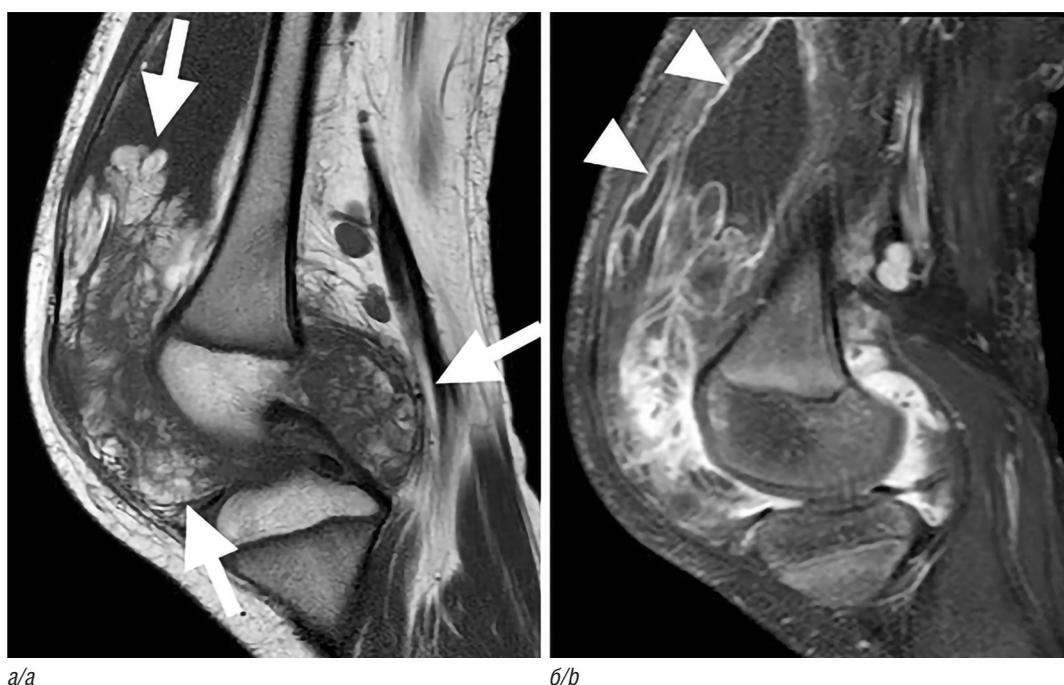


Рис. 4. T1 ВИ в сагиттальной плоскости (а); T1 FS ВИ с внутривенным контрастным усилением (б). Древоидная липома коленного сустава с поражением жирового тела Гоффа. Ветвящееся образование жирового сигнала, исходящее из синовиальной оболочки (стрелки). При не прямой артрографии отмечается гетерогенное контрастирование образования и синовиальной оболочки (наконечники стрелок) [12]  
 Fig. 4. Sagittal T1 WI (a); sagittal T1 FS WI indirect arthrography with Gd (b). Arborescent lipoma of the knee joint with damage to the Hoffa's fat pad. Branching tumor of the fatty signal originating from the synovial membrane (arrows). Indirect arthrography shows heterogeneous contrast enhancement of the tumor and the synovial membrane (arrowheads) [12]

диффузной ворсинчатой пролиферацией синовии с замещением ее жировой тканью [12].

МРТ является методом выбора в диагностике древовидной липомы. Липома часто локализуется в супрапателлярной сумке и суставных заворотах и визуализируется в виде ветвящегося образования высокой или смешанной интенсивности МР-сигнала на импульсных последовательностях без жироподавления, отмечается его связь с синовиальной оболочкой. Для древовидной липомы характерно поражение внутрисуставной клетчатки, в частности ЖТГ (рис. 4) [13, 14].

Наличие включений жирового сигнала и отсутствие артефактов магнитной восприимчивости на T2 GRE ВИ позволяет дифференцировать древовидную липому от пигментного villonodularного синовита и синовиального хондроматоза. Дифференциальную диагностику следует проводить также с жиросодержащими внутрисуставными образованиями, такими как липома, липосаркома и редкая синовиальная гемангиолипома [6].

#### Гемосидеринсодержащие опухоли и псевдоопухоли

**Пигментный villonodularный синовит.** Заболевание характеризуется обширной пролиферацией синовиальной мембраны, гистопатологически имитирующей гигантоклеточную опухоль сухожильно-

го влагалища и проявляется отложениями депозитов гемосидерина с инфильтрацией гистиоцитами и гигантскими клетками. При очаговом синовите пациент может жаловаться на боли и суставной блок, при диффузных формах — периодические отеки и механические боли. Пигментный villonodularный синовит наиболее часто поражает коленный сустав и его жировые тела, в том числе ЖТГ.

При магнитно-резонансной томографии во всех типах взвешенности выявляется гипоинтенсивная, утолщенная синовия. В связи с парамагнитными свойствами гемосидерина в местах его депонирования на изображениях, взвешенных по магнитной восприимчивости, возникают артефакты «цветения» (выпадения МР-сигнала), характерные для данной патологии (рис. 5). Рентгенограммы или компьютерные томограммы позволяют дифференцировать кальцификацию от гемосидерина, поскольку и то и другое на изображениях, взвешенных по магнитной восприимчивости, характеризуется выпадением МР-сигнала. Помимо этого компьютерная томография позволяет оценить наличие краевых костных эрозий [15, 16].

Дифференциальную диагностику необходимо проводить с синовиальной саркомой, гемосидеротическим синовитом, гемофильными артропатиями и редко встречающейся злокачественной фиброзной гистиоцитомой [6].

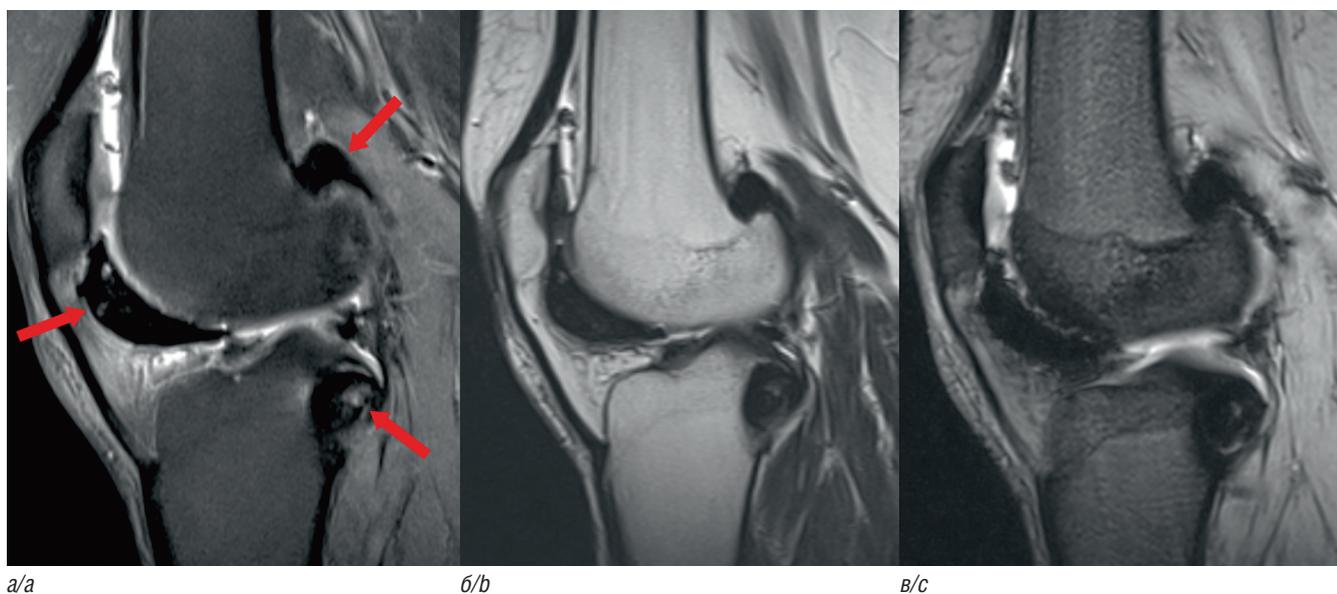
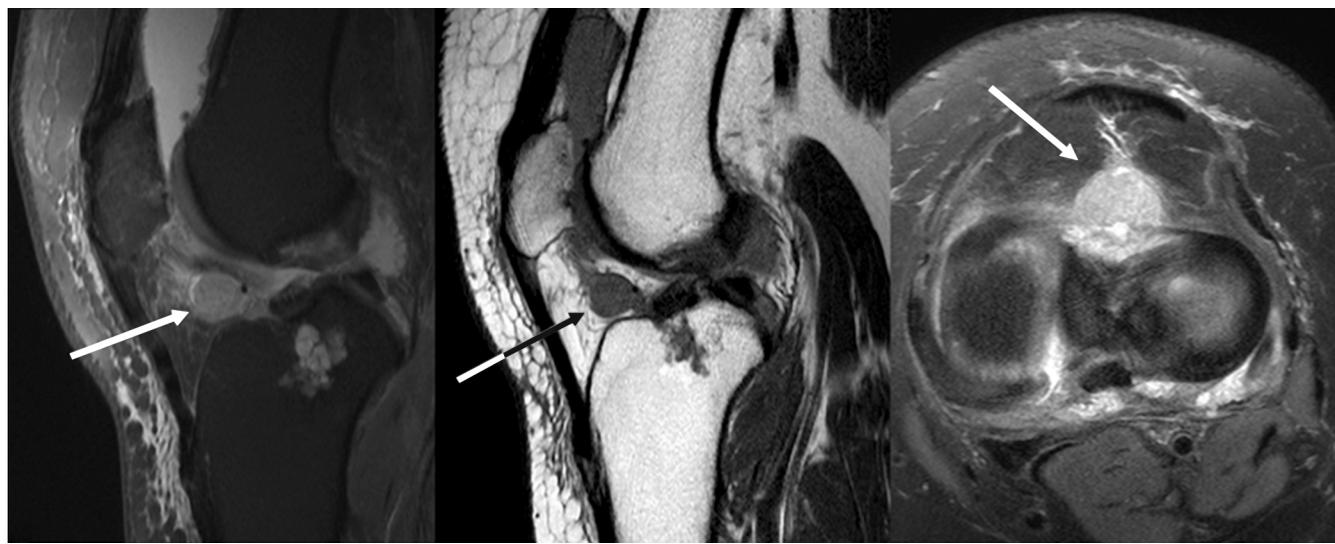


Рис. 5. PD FS ВИ в сагиттальной плоскости (а); T2 ВИ в сагиттальной плоскости (б); T2 GRE ВИ в сагиттальной плоскости (в). Пигментный villonodularный синовит коленного сустава с поражением жирового тела Гоффа. Красными стрелками отмечены депозиты гемосидерина, характеризующиеся выпадением МР-сигнала на изображениях, взвешенных по магнитной восприимчивости (в) (Постаногов Р.А., 2024)

Fig. 5. Sagittal PD FS WI (a); sagittal T2 WI (b); sagittal T2 GRE WI (c). Pigmented villonodular synovitis of the knee joint with damage to the Hoffa's fat pad. Red arrows indicate hemosiderin deposits characterized by loss of MR signal on magnetic susceptibility-weighted images (c) (Postanogov R.A., 2024)

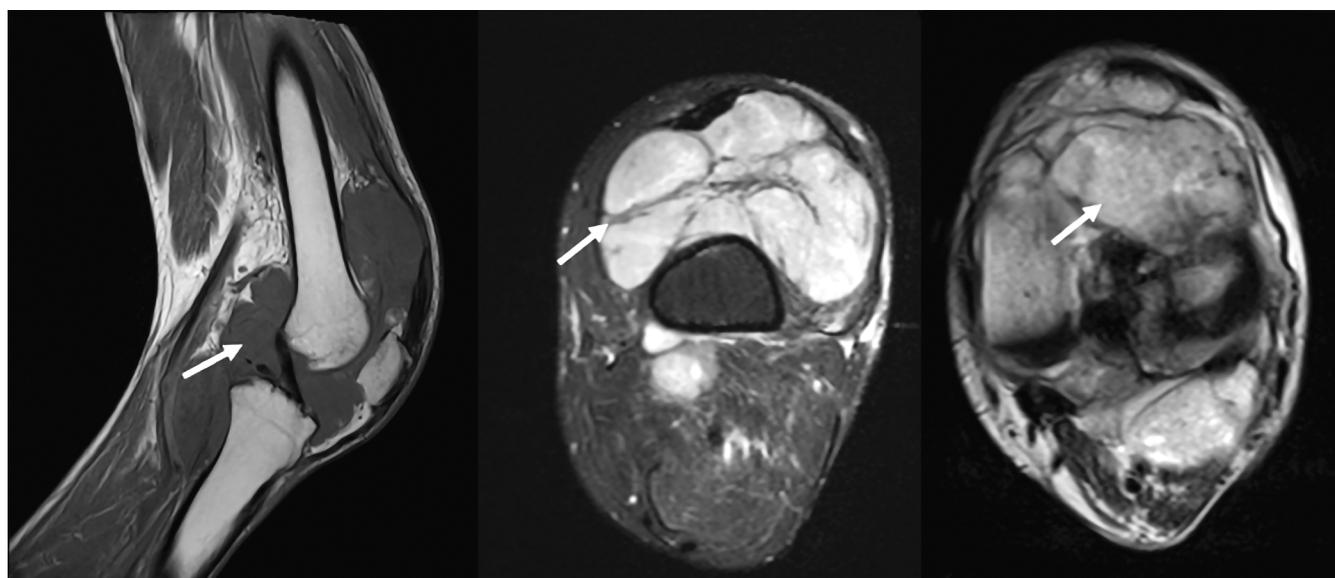
**Локализованный узелковый синовит.** Заболевание также носит название «синовиальная гигантоклеточная опухоль» и представляет собой доброкачественное пролиферативное поражение синовиальной оболочки, чаще всего локализующееся в ЖТГ.

Узелковый синовит при магнитно-резонансной томографии визуализируется в виде четко очерченного овоидного образования небольшого размера или крупной дольчатой мягкотканной массы с изо- или гиперинтенсивным сигналом относительно



**Рис. 6.** PD FS ВИ в сагиттальной плоскости (а); T1 ВИ в сагиттальной плоскости (б); PD FS ВИ в аксиальной плоскости (в). Локализованный узелковый синовит. Очаговое образование жирового тела Гоффа (стрелки) с перифокальными воспалительными изменениями [6]

**Fig. 6.** Sagittal PD FS WI (a); sagittal T1 WI (b); axial PD FS WI (c). Localized nodular synovitis. Focal formation of Hoffa's fat pad (arrows) with perifocal inflammatory changes [6]



**Рис. 7.** T1 ВИ с сагиттальной плоскости (а); PD FS ВИ в аксиальной плоскости (б); T2 ВИ в аксиальной плоскости (в). Синовальная саркома с вовлечением жирового тела Гоффа. Дольчатое гиперинтенсивное на PD FS и T2 ВИ образование (стрелки) с инвазией внутрисуставных связок и параартикулярных мягких тканей [6]

**Fig. 7.** Sagittal T1WI (a); axial PD FS WI (b); axial T2 WI (c). Synovial sarcoma with involvement of the Hoffa's fat pad. Lobular hyperintense tumor on PD FS and T2 WI (arrows) with invasion of intra-articular ligaments and para-articular soft tissues [6]

скелетных мышц на T1 ВИ и гипоинтенсивным сигналом на T2 ВИ (рис. 6). Как правило, присутствуют мелкие гипоинтенсивные по всем импульсным последовательностям включения гемосидерина [3, 16].

Дифференциальную диагностику следует проводить с пигментным villonodularным синовитом: локализованный узелковый синовит характеризуется вовлечением небольшого участка синовиальной оболочки, мелкими отложениями гемосидерина и отсутствием геморагического внутрисуставного выпота [15].

**Синовиальная саркома.** Встречается редко, в большинстве случаев поражает коленный сустав. Инвазия ЖТГ отмечается в 30% случаев, как правило, в сочетании с кальцификацией, ее наличие при первичном рентгенографическом исследовании позволяет заподозрить опухоль [2].

Магнитно-резонансная томография позволяет точно определить размеры опухоли и степень ее инвазии, является основой для планирования хирургического вмешательства. Синовиальная саркома визуализируется в виде дольчатого образования, преимущественно гиперинтенсивного сигнала на T2 ВИ (рис. 7). При размерах опухоли более 5 см описана «тройная интенсивность сигнала» в виде перемежающихся изо-, гипо- и гиперинтенсивных участков с наличием очагов выпадения сигнала за счет включений гемосидерина. Для опухоли характерно распространение на прилежащие мягкие ткани, инвазия в кости с формированием зон обширной деструкции, лучше всего визуализируемых на

T1 ВИ (при использовании тонких 3D-импульсных последовательностей, при сомнительных данных — оценку инвазии в кость производят на КТ).

При внутривенном введении парамагнетика образование характеризуется быстрым гетерогенным контрастированием [3, 8].

Синовиальную саркому следует дифференцировать от пигментного villonodularного синовита, внекостной хондросаркомы и параартикулярной хондромы [6].

#### T2-гипоинтенсивные поражения

**Синовиальный хондроматоз.** Характеризуется метапластическими изменениями синовиальной оболочки, в результате которых формируются костно-хрящевые тела, локализующиеся в том числе во внутрисуставной жировой клетчатке. Первичный синовиальный хондроматоз, как правило, встречается у лиц среднего возраста, в то время как вторичный синовиальный хондроматоз поражает преимущественно пожилых пациентов с остеоартрозом вследствие пролиферации отслоившегося суставного хряща или фрагментации остеофитов.

Костно-хрящевые тела при магнитно-резонансной томографии могут иметь различную интенсивность сигнала в зависимости от степени минерализации. Чаще всего при синовиальном хондроматозе выявляется утолщенная синовиальная оболочка средней и высокой интенсивности сигнала с множественными



Рис. 8. PD FS ВИ в аксиальной плоскости (а); PD FS ВИ в сагиттальной плоскости (б); T1 ВИ в сагиттальной плоскости (в). Первичный синовиальный хондроматоз с поражением жирового тела Гоффа. Множественные костно-хрящевые тела (стрелки), сопутствующие внутрисуставной выпот и воспалительные изменения синовиальной оболочки [6]

Fig. 8. Axial PD FS WI (a); sagittal PD FS WI (b); sagittal T1 WI (c). Primary synovial chondromatosis with damage to the Hoffa's fat pad. Multiple osteochondral bodies (arrows), intra-articular effusion and inflammatory changes in the synovial membrane [6]



Рис. 9. PD FS WI в сагиттальной плоскости (а); T1 WI в сагиттальной плоскости (б); T2 WI в коронарной плоскости (в). Повреждение передней крестообразной связки. Отрывной перелом межмыщелкового возвышения. На фоне смещенных костно-хрящевых фрагментов (стрелки) визуализируются реактивный отек и разволокнение жирового тела Гоффа (Постаногов Р.А., 2024)

Fig. 9. Sagittal PD FS WI (a); sagittal T1 WI (b); coronal T2 WI (c). Damage to the anterior cruciate ligament. Avulsion fracture of the intercondylar eminence. Reactive edema and fraying of the Hoffa's fat pad are visualized against the background of displaced osteochondral fragments (arrows) (Postanogov R.A., 2024)

округлыми кальцинатами гипоинтенсивного сигнала (рис. 8). Могут встречаться очаговые эрозии прилегающих костей. Контрастное усиление позволяет дифференцировать гиперинтенсивные на T2 WI некальцифицированные хрящевые узелки от синовиальной жидкости. Вторичный синовиальный хондроматоз наблюдается при наличии основного дегенеративного заболевания сустава и характеризуется меньшим количеством хондромных тел [17, 18].

В качестве дифференциального диагноза следует рассматривать кристаллические артропатии, параартикулярную остеохондрому, синовиальную саркому, оссифицирующий миозит и, в редких случаях, внекостную остеосаркому и хондросаркому [6].

**Смещенные костно-хрящевые фрагменты.** При отрывных и оскольчатых переломах костно-хрящевые фрагменты могут покидать донорские участки и свободно мигрировать в пределах полости сустава и околосуставных сумок. Фрагменты могут проникать в передний отдел сустава и располагаться в ЖТГ, особенно часто это наблюдается при отрывных переломах надколенника, межмыщелкового возвышения большеберцовой кости и передних отделов большеберцового плато. Костно-хрящевые отломки, локализующиеся в подушке Гоффа, вызывают ее реактивный отек, воспаление и кровоизлияние, являясь значимой причиной боли в переднем отделе коленного сустава [2, 6].

Магнитно-резонансная томография позволяет визуализировать фрагмент, определить его происхождение, форму и размеры, выявить сопутствующие повреждения, в частности реактивные изменения ЖТГ (рис. 9).

#### Участки гетеротопической оссификации

**Параартикулярная хондрома и остеохондрома.** Параартикулярные или внутрикапсульные хондромы и остеохондромы возникают из капсулы сустава или соединительной ткани, прилегающей к капсуле, вследствие метаплазии гиалинового хряща. В некоторых случаях фиброзно-хрящевая метаплазия может поражать ЖТГ, при этом происходит облитерация нормальной жировой ткани с образованием хондром различной степени минерализации: от точечных кальцинатов до крупных оссифицированных образований.

При МРТ параартикулярная остеохондрома визуализируется в виде крупного внутрисуставного дольчатого оссифицированного образования, вызывающего экстензию суставной капсулы и контактную эрозию нижнего полюса надколенника или передних отделов большеберцового плато (рис. 10). Образование имеет преимущественно гиперинтенсивный сигнал на T2 WI, однако интенсивность сигнала может варьировать в зависимости от соотношения хрящевого и костного компонентов,

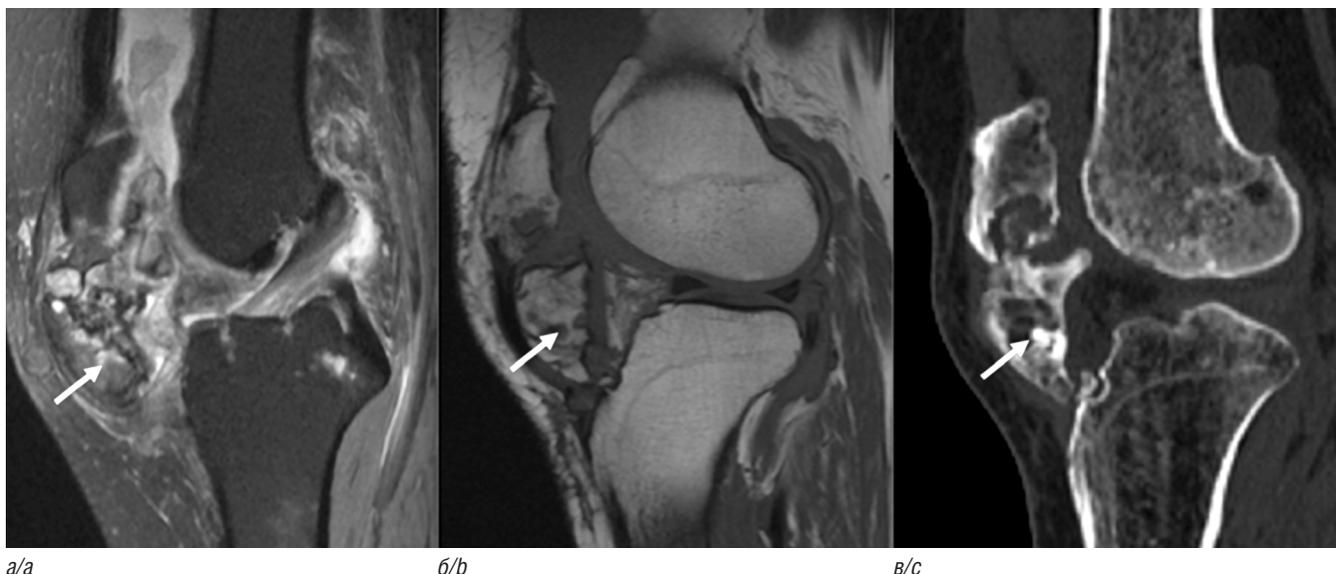


Рис. 10. PD FS ВИ в сагиттальной плоскости (а); T1 ВИ в сагиттальной плоскости (б); КТ в костном окне, сагиттальная плоскость (в). Параартикулярная остеохондрома жирового тела Гоффа. Внутрисуставное костно-хрящевое образование (стрелка) с отеком и разволокнением жирового тела Гоффа, контактной эрозией надколенника и большеберцового плато. Оссификация отчетливо визуализируется на КТ (в) [6]

Fig. 10. Sagittal PD FS WI (a); sagittal T1 WI (b); sagittal CT in the bone window (c). Paraarticular osteochondroma of the Hoffa's fat pad. Intra-articular osteochondral tumor (arrow) with edema and fraying of the Hoffa's fat pad, contact erosion of the patella and tibial plateau. Ossification is clearly visualized on CT (c) [6]

степени минерализации. При введении парамагнетика может отмечаться периферическое контрастирование хрящевых фрагментов [8, 19].

Дифференциальную диагностику проводят с синовиальной саркомой и гетеротопической оссификацией собственной связки надколенника [6].

#### ВОСПАЛИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ ЖИРОВОГО ТЕЛА ГОФФА

**Болезнь Гоффа.** Проявляется хроническим воспалением жировой клетчатки в области крыловидной складки. Считается, что хроническая травматизация запускает цикл воспаления, фиброза и кровоизлияния, в дальнейшем приводящего к нарастанию фиброза и локальной гипертрофии ЖТГ. Клиническая картина складывается из болевого синдрома, преимущественно ночью, нарушения опорной функции конечности, возможно формирование суставного блока.

При магнитно-резонансной томографии определяется участок уплотнения в верхних отделах ЖТГ, выраженный отек и разволокнение клетчатки, может визуализироваться фрагмент клетчатки, смещенный в полость сустава (рис. 11) [2, 20].

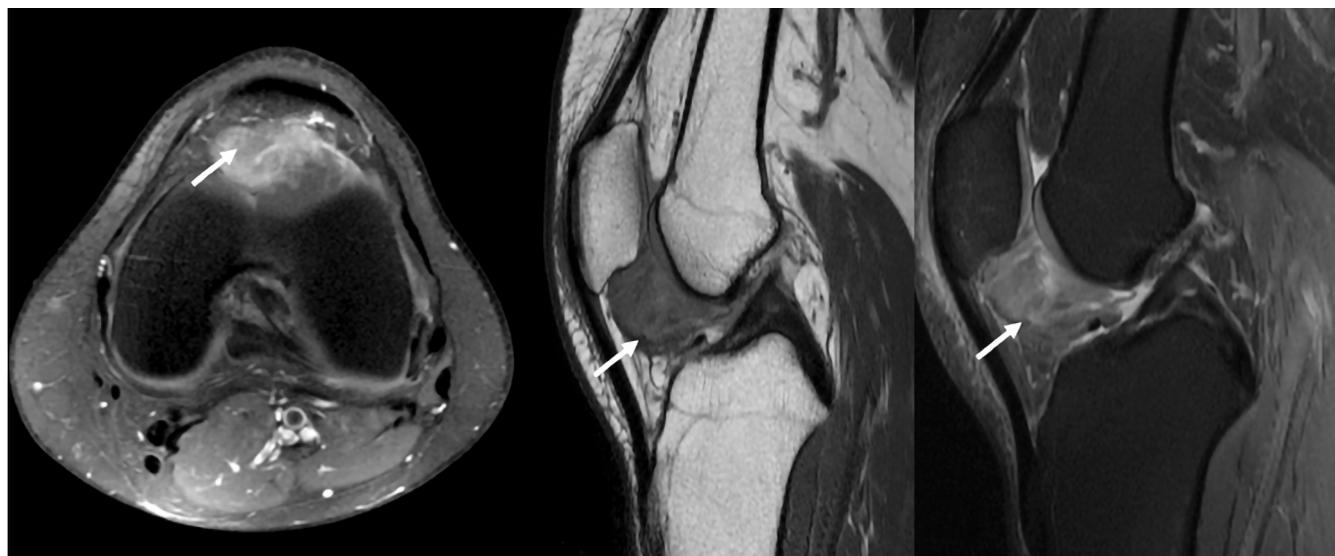
#### ПОСТОПЕРАЦИОННЫЕ И ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

**Постоперационные изменения.** Изменения после артроскопии могут представлять собой линейные

гипоинтенсивные фиброзные тяжи по ходу артроскопического доступа через ЖТГ (рис. 12). Металлические фрагменты, стружка или пыль, оставшиеся после операции, демонстрируют низкую интенсивность сигнала во всех взвешенностях и характеризуются выпадением МР-сигнала на GRE-изображениях вследствие артефактов восприимчивости [6].

При многократных артроскопических вмешательствах из переднего доступа, например по поводу реконструкции передней крестообразной связки, может возникнуть циклопическое поражение, представляющее собой грубый локализованный фиброз передних отделов суставной полости и ЖТГ с облитерацией жировой клетчатки [21].

**Посттравматические изменения.** Острые травматические изменения ЖТГ вследствие ее ущемления, как правило, ассоциированы с повреждениями менисков или передней крестообразной связки и проявляются в виде массивного отека и фрагментации жировой клетчатки. Хроническое ущемление подушки Гоффа между большеберцовой и бедренной костями, импинджмент-синдром вызывают изменения на тканевом уровне с воспалением, отеком и кровоизлиянием, что, в свою очередь, приводит к гипертрофии ЖТГ и предрасполагает к повторному ущемлению. Дальнейшее механическое воздействие может привести к образованию фиброзной ткани, некрозу и, в конечном итоге, к оссификации.



*a/a* *б/б* *в/в*  
 Рис. 11. PD FS ВИ в аксиальной плоскости (а); T1 ВИ в сагиттальной плоскости (б); PD FS ВИ в сагиттальной плоскости (в). Болезнь Гоффа. Уплотнение и отек верхних отделов жирового тела Гоффа (стрелки) [6]  
 Fig. 11. Axial PD FS WI (a); sagittal T1 WI (b); sagittal PD FS WI (c). Hoffa`s disease. Thickening and edema of the upper parts of the Hoffa`s fat pad (arrows) [6]

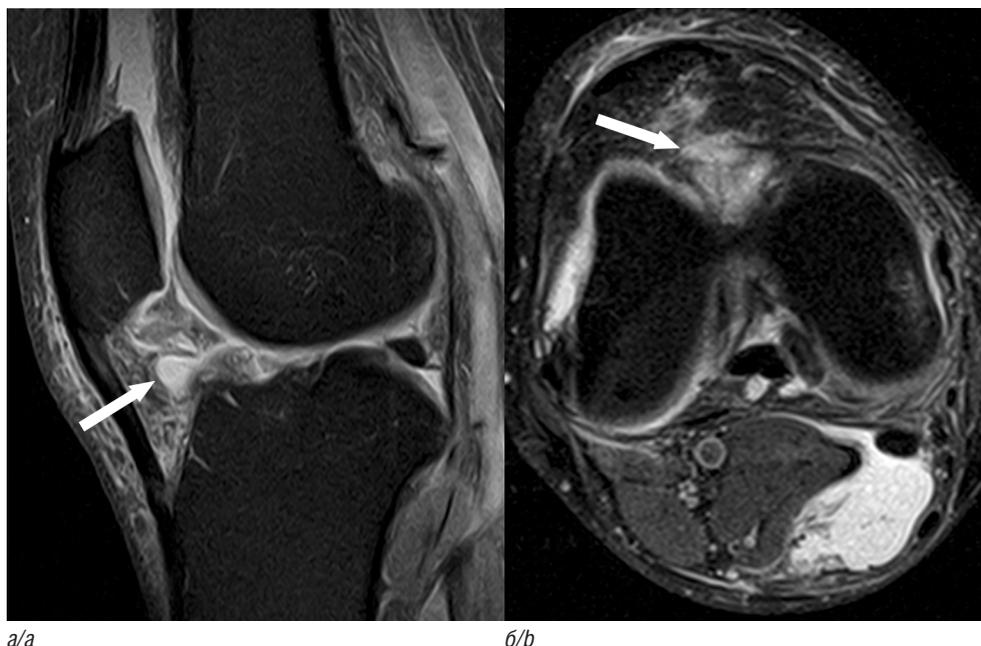


*a/a* *б/б*  
 Рис. 12. PD FS ВИ в сагиттальной плоскости (а); T1 ВИ в сагиттальной плоскости (б). Состояние после пластики передней крестообразной связки. Фиброзные тяжи в жировом теле Гоффа по ходу артроскопического портала (стрелки) (Постаногов Р.А., 2024)  
 Fig. 12. Sagittal PD FS WI (a); sagittal T1 WI (b). Condition after anterior cruciate ligament reconstruction. Fibrous bands in the Hoffa`s fat pad along the arthroscopic portal (arrows) (Postanogov R.A., 2024)

При остром повреждении визуализируются плохо отграниченные гиперинтенсивные на T2 ВИ жидкостные включения, участки отека, фрагменты клетчатки в полости сустава (рис. 13). При хроническом повреждении наблюдается фиброз ЖТГ в виде гипо-

интенсивных тяжей на всех импульсных последовательностях, могут визуализироваться участки некроза и гетеротопической оссификации [2, 20].

Дифференциальную диагностику следует проводить с воспалительными изменениями ЖТГ



a/a

b/b

Рис. 13. PD FS ВИ в сагиттальной плоскости (а); PD FS ВИ в аксиальной плоскости (б). Разрыв передней крестообразной связки. Острое ущемление жирового тела Гоффа, визуализируется отек и разволокнение клетчатки (стрелки) (Постаногов Р.А., 2024)

Fig. 13. Sagittal PD FS WI (a); axial PD FS WI (b). Rupture of the anterior cruciate ligament. Acute strangulation of the Hoffa's fat pad, edema and fiber disintegration are visualized (arrows) (Postanogov R.A., 2024)

другой этиологии, постартроскопическим фиброзом, параартикулярной хондромой и остеохондромой [6].

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время сохраняется высокая медико-социальная значимость заболеваний коленного сустава. Хроническая боль в суставе, нарушение функции, суставной блок снижают работоспособность и качество жизни пациентов. Нередко источником патологии является передний компартмент сустава, где локализуется самое крупное внутрисуставное жировое тело — тело Гоффа. В связи с особенностями положения, развитой иннервацией и обильным кровоснабжением жировое тело Гоффа подвержено целому спектру патологий опухолевого, воспалительного и травматического характера.

Магнитно-резонансная томография общепризнанно остается ведущим методом диагностики заболеваний жирового тела Гоффа. В настоящее время ее применяют в качестве метода выбора для пациентов как с острым рентгенонегативным болевым синдромом, так и при хронической боли на фоне адекватной консервативной терапии или при планировании хирургического вмешательства.

Знание специалистом лучевой диагностики разнообразной, но при этом достаточно специфичной

и характерной визуализационной картины заболеваний жирового тела Гоффа существенно облегчает задачу постановки верного диагноза.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных.

#### ADDITIONAL INFORMATION

**Author contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Consent for publication.** Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information within the manuscript.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Bunt C.W., Jonas C.E., Chang J.G. Knee Pain in Adults and Adolescents: The Initial Evaluation. *Am Fam Physician*. 2018;98(9):576–585.
- Draghi F., Ferrozzi G., Urciuoli L., Bortolotto C., Bianchi S. Hoffa's fat pad abnormalities, knee pain and magnetic resonance imaging in daily practice. *Insights Imaging*. 2016;7(03):373–383.
- Helpert C., Davies A.M., Evans N., Grimer R.J. Differential diagnosis of tumours and tumour-like lesions of the infrapatellar (Hoffa's) fat pad: pictorial review with an emphasis on MR imaging. *Eur Radiol*. 2004;14(12):2337–2346.
- Труфанов Г.Е., Пчелин И.Г., Фокин В.А., Федорова Н.С. Лучевая диагностика заболевания коленного сустава. СПб.: ЭЛБИ-СПб; 2015:165–171.  
Trufanov G.Ye., Pchelin I.G., Fokin V.A., Fedorova N.S. Radiation diagnostics of knee joint disease. Saint Petersburg: ELBI-SPb; 2015:165–171. (In Russian).
- Torsten B. Moeller and Emil Reif (eds): *Pocket Atlas of Sectional Anatomy, Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging*, 4th edn. Vol. I: Head and Neck; Vol. II: Thorax, Heart, Abdomen and Pelvis.
- Saxena S., Patel D.D., Shah A., Doctor M. Fat Chance for Hidden Lesions: Pictorial Review of Hoffa's Fat Pad Lesions. *Indian J Radiol Imaging*. 2021;31(4):961–974.
- Marra M.D., Crema M.D., Chung M. MRI features of cystic lesions around the knee. *Knee*. 2008;15(06):423–438.
- Albergo J.I., Gaston C.L., Davies M. Hoffa's fat pad tumours: what do we know about them? *Int Orthop*. 2013;37(11):2225–2229.
- Maheshwari S., Chatterjee S., Rajesh U., Khandelwal P.V. A case report of synovial hemangioma: a rare cause of opacity in Hoffa's fat pad. *Indian J Musculoskelet Radiol*. 2019;1:127–130.
- De Vleeschhouwer M., Van Den Steen E., Vanderstraeten G., Huyse W., De Neve J., Vanden Bossche L. Lipoma arborescens: review of an uncommon cause for swelling of the knee. *Case Reports in Orthopedics*. 2016;2016:9.538075E6.
- Gigis I., Gigis P. Fibrolipoma with osseous and cartilaginous metaplasia of hoffa's fat pad: a case report. *Case Rep Orthop*. 2012;2012:547963.
- Malattia C., Tzaribachev N., Merlijn Van den Berg J. et al. Juvenile idiopathic arthritis – the role of imaging from a rheumatologist's perspective. *Pediatric Radiology*. 2018;48(6):785–791.
- Martín S. et al. Diagnostic imaging of lipoma arborescens. *Skeletal radiology*. 1998;27(6):325–329.
- Halle T., Lew S., Bansal M. Villous lipomatous proliferation of the synovial membrane (lipoma arborescens). *The Journal of bone and joint surgery*. 1988;70(2):264–270.
- Dorwart R.H., Genant H.K., Johnston W.H., Morris J.M. Pigmented villonodular synovitis of synovial joints: clinical, pathologic, and radiologic features. *AJR Am J Roentgenol*. 1984;143(04):877–885.
- Hu L., Gao J., Wang C. Localized tenosynovial giant cell tumor in the infrapatellar fat pad: a very rare location. *Int J Clin Exp Med*. 2016;9(07):14453–14456.
- Lee D.H., Jeong T.W. Uncommon primary synovial chondromatosis involving only the infrapatellar fat pad in an elderly patient. *Knee Surg Relat Res*. 2016;28(01):79–82.
- Oshigiri T., Watanabe K., Otsubo H. Arthroscopic resection of multiple ossifying tumors in the infrapatellar fat pad. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol*. 2012;4(01):43.
- Hashimoto K., Nishimura S., Yamagishi K. Extra-articular synovial osteochondroma of the Hoffa's fat pad involving the patellar tendon: A case report and literature review. *Mol Clin Oncol*. 2020;12(04):355–357.
- DuBose M., Taqi M. Hoffa Pad Impingement Syndrome. [Updated 2023 Feb 22]. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan.
- Somanathan A., Tandon A., Yang L.W. Review of magnetic resonance imaging features of complications after anterior cruciate ligament reconstruction. *Singapore Med J*. 2019;60(2):63–68.