

ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ  
ДЕПАРТАМЕНТ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ

**ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА  
КОРОНАВИРУСНОЙ БОЛЕЗНИ (COVID-19):  
МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ**

Препринт № ЦДТ – 2020 – III

Москва  
2020

Основана в 2017 году

### **Организация-разработчик:**

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы»

### **Составители:**

**Васильев Ю. А.** – к.м.н., старший научный сотрудник отдела инновационных технологий ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», заведующий диагностическим центром Семейной клиники «АйМед»

**Бажин А. В.** – к.м.н., врач-рентгенолог отдела усовершенствования врачей-рентгенологов ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», врач-рентгенолог диагностического центра Семейной клиники «АйМед»

**Масри А. Г.** – врач-рентгенолог диагностического центра Семейной клиники «АйМед»

**Васильева Ю. Н.** – к.м.н., ассистент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России, врач-рентгенолог диагностического центра Семейной клиники «АйМед»

**Сулейманов Э. А.** – д.м.н., министр здравоохранения Чеченской Республики

**Сергунова К. А.** – к.т.н., руководитель отдела инновационных технологий ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

**Кудрявцев Н. Д.** – младший научный сотрудник отдела инновационных технологий ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

**Панина О. Ю.** – младший научный сотрудник отдела инновационных технологий ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

**Хоружая А. Н.** – младший научный сотрудник отдела инновационных технологий ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

**Петрайкин А. В.** – к.м.н., старший научный сотрудник отдела инновационных технологий ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

**Ахмад Е. С.** – научный сотрудник отдела инновационных технологий ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

**Семенов Д. С.** – научный сотрудник отдела инновационных технологий ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

Л 87 Лучевая диагностика коронавирусной болезни (COVID-19) : магнитно-резонансная томография : препринт № ЦДТ – 2020 – III. Версия от 12.05.2020 / сост. Ю. А. Васильев, А. В. Бажин, А. Г. Масри [и др.] // Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». – Вып. 67. – М.: ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 2020. – 24 с.

Методические рекомендации предназначены для информирования сотрудников медицинских организаций о роли и месте магнитно-резонансной томографии среди других методов лучевой диагностики коронавирусной болезни COVID-19, о подходах к методике проведения исследования и составлению оптимального протокола сканирования, параметрах импульсных последовательностей, семиотике и протоколе заключения. Отдельный раздел посвящен особенностям организации работы в кабинете МРТ в условиях пандемии COVID-19.

*Данный документ является собственностью Департамента здравоохранения города Москвы, не подлежит тиражированию и распространению без соответствующего разрешения*

© Департамент здравоохранения города Москвы, 2020

© ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 2020

© Коллектив авторов, 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

Обозначения и сокращения.....	4
Введение.....	5
Магнитно-резонансная томография.....	6
Протоколы описания результатов магнитно-резонансной томографии органов грудной клетки.....	15
Заключение.....	17
Список использованных источников.....	18
Приложение А.....	20
Приложение Б.....	22

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

**ДВИ** – диффузионно-взвешенные изображения

**ИП** – импульсная последовательность

**КТ** – компьютерная томография

**МО** – медицинская организация

**МРТ** – магнитно-резонансная томография

**РЧ-катушка** – радиочастотная катушка

**СИЗ** – средства индивидуальной защиты

**T2-ВИ** – T2-взвешенные изображения

**SSFSE** – single-shot turbo spin echo

**TSE** – turbo spin echo

**GRE** – gradient spin echo

## ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на то, что новая коронавирусная инфекция COVID-19 у большинства людей вызывает легкие симптомы и имеет хороший прогноз, в некоторых случаях она осложняется тяжелыми поражениями дыхательных путей. Среди всех методов визуализации компьютерная томография (КТ) наиболее чувствительна к наблюдающимся при этом изменениям легочной паренхимы. Согласно международному консенсусу специалистов, она является золотым стандартом в диагностике легочной патологии на фоне коронавирусной инфекции, поскольку ее результаты напрямую влияют на маршрутизацию и тактику ведения пациентов.

Однако в условиях круглосуточной напряженной работы рентгенологических отделений может случаться поломка компьютерных томографов и выход их из строя. В таких случаях, при отсутствии альтернативных способов перенаправления потоков больных, требующих диагностики, возможно выполнение магнитно-резонансной томографии (МРТ) легких.

## МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ

### Применение

Выполнение магнитно-резонансной томографии (МРТ) пациентам с подозрением на коронавирусную инфекцию COVID-19 возможно в качестве альтернативного метода в следующих случаях:

- при отсутствии возможности проведения компьютерной томографии и рентгенографии;
- при повышенном риске проведения исследования компьютерной томографии (например, беременным, детям) с учетом всех рисков выполнения МРТ.

Ограничением для проведения МРТ является необходимость тщательного опроса и осмотра пациента на наличие противопоказаний к проведению данного исследования, например, присутствие в теле пациента МР-небезопасного имплантируемого медицинского изделия. Кроме того, среднее время исследования МРТ органов грудной клетки составляет 8–10 минут в зависимости от модели томографа.

Описание особенностей организации работы в кабинете МРТ в условиях пандемии COVID-19 приведено в Приложении А.

**Информация для рентгенолаборантов:** методика проведения магнитно-резонансной томографии органов грудной клетки приведена в Приложении Б.

### *Рекомендации по использованию протокола сканирования для оценки пневмонии*

Исследование выполняется лежа на спине с использованием катушки для тела и спинальной катушки. Центр брюшной катушки позиционируется на уровне середины грудины. Исследование выполняется без использования респираторного триггера и по возможности без задержек дыхания.

Протокол сканирования приведен в таблице 1. На первом этапе исследования рекомендуется использовать импульсную последовательность, взвешенную по времени релаксации T2 (T2-ВИ) и основанную на single-shot turbo spin echo (SSFSE) в трех плоскостях. В дальнейшем полученные изображения используются для планирования аксиальных T2-ВИ (FSE).

В связи с тем, что исследование грудной клетки выполняется без использования респираторного гейтинга, количество сбора данных (number of averages) не должно превышать единицы во избежание роста числа артефактов нерезкости.

Чтобы использовать T2 FSE, необходимо применить технологию разделения сканирования на части (covers, batches), это позволит собирать блок срезов

раздельно, что в свою очередь нивелирует артефакты от сканирования за продолжительное время. Чем больше сборов данных, тем больше вероятность получения качественных изображений.

Использование недекартового (non-cartesian) заполнения k-пространства не рекомендуется в связи с тем, что при использовании таких протоколов наилучшее качество изображения достигается в центре, а на периферии происходит размытие. Для ускорения сбора данных и уменьшения артефактов движения возможно применение половинного заполнения k-пространства (half fourier).

Рекомендуется использовать T1-ВИ со сканированием по фазе и противофазе с использованием реконструкции вычисления жировой карты (DIXON). Следует отметить, что несмотря на низкое разрешение, DIXON на основе турбо-спинового эха (DIXON TSE) дает больше информации, чем DIXON на основе 3D градиентного эха (DIXON 3D GRE), благодаря меньшему количеству артефактов.

Диффузионно-взвешенное изображение выполняется без использования синхронизации с дыханием при рекомендованных значениях b-фактора 50, 800 с/мм<sup>2</sup>.

Таблица 1 – Рекомендуемые параметры импульсных последовательностей

	T2-ВИ	T1-ВИ		ДВИ	T2-ВИ
ИП	Single-Shot TSE	Dixon TSE	Dixon 3D GRE	EPI	FSE, аксиальная
FOV, мм	450/450	400/400	400/400	400/400	400/400
Матрица реконструкции (частота/ фаза)	384/256	288/288	256/256	128/140	448/256
Толщина среза, мм	5	3	10	5	5
Расстояние между срезами, мм	5	1,5	10	5	5
Оптимальное время сканирования, мин:сек	~3:30	~1:00	~0:30	~1:30	~3:00
Другое	Декартовое и половинное заполнение k-пространства	Изображение по жиру, воде, в фазе и противофазе	Изображение по жиру, воде, в фазе и противофазе	b-фактор: 50, 800 с/мм <sup>2</sup>	Направление кодирования – справа налево
	Cartesian k-space filling	WATER, FAT fraction in-phase/ out-phase	WATER, FAT fraction in-phase/ out-phase	b-фактор: 50, 800 с/мм <sup>2</sup>	R-L phase encoding

Таблица 2 – Список акронимов

Название	General Electric	Siemens	Philips	Canon (Toshiba)	Hitachi
Single shot turbo spin echo	SSFSE	HASTE	SSTSE	FASE	SSFSE
DIXON на 3D GRE	LAVA-Flex	VIBE	THRIVE	3D QUICK	SARGE
DIXON на TSE	IDEAL	LiverLab	mDIXON	N/A (in/out phase)	FatSep

При наличии артефактов от движения грудной клетки (например, связанных с кашлем) на результатах исследования необходимо повторить МР-сканирование органов грудной клетки.

Анализ изображений может быть в значительной степени облегчен максимальным увеличением контраста на изображениях T2-ВИ SSFSE, что позволяет отличить артефакты от находок.

### Семиотика

При проведении МРТ ОГК к типичным рентгенологическим проявлениям вирусной пневмонии COVID-19 относят наличие в обоих легких полисегментарно расположенных участков изоинтенсивного сигнала, соответствующих изменениям по типу «матового стекла», выявляемым при КТ. Локализация изменений более характерна в базальных, периферических отделах (рис. 1).



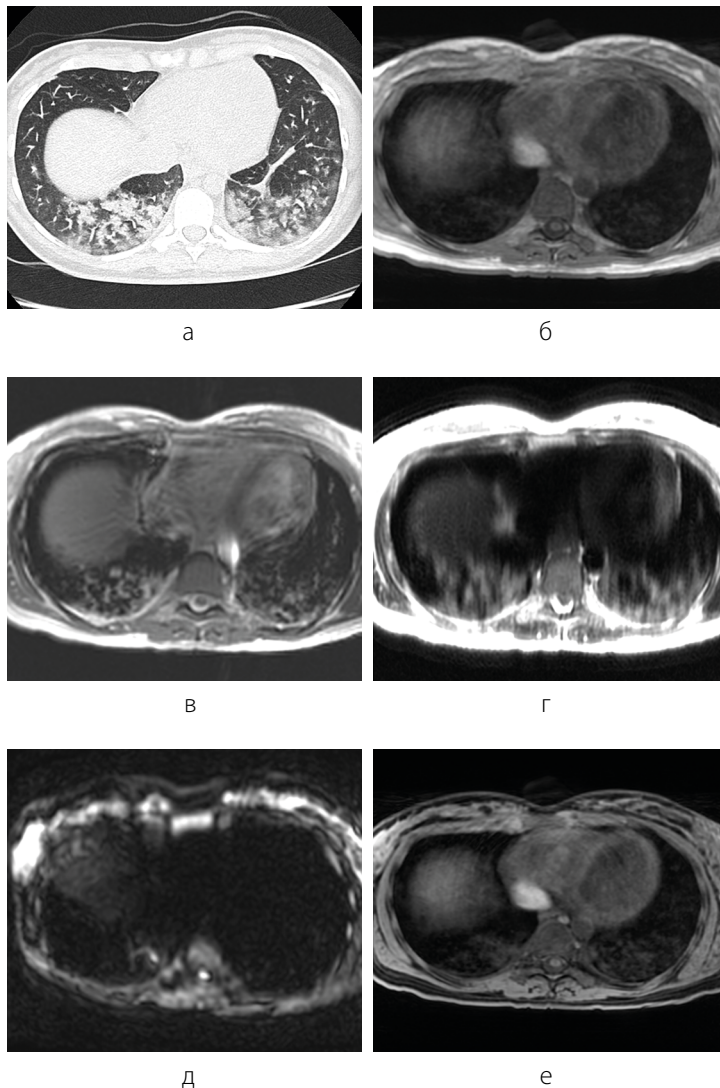


Рисунок 1 – КТ и МР-исследование органов грудной клетки, а – КТ в аксиальной плоскости, б-е – МР-томограммы (б – T1-ВИ (in-phase), в – T2-ВИ FSE, г – T2-ВИ SSFSE, д – ДВИ ( $b = 1000 \text{ с/мм}^2$ ), е – T1-ВИ 3D GRE Dixon Water). Отмечаются участки «матового стекла» в S7, 9, 10 (а), в соответствующих отделах на МР-томограммах легких отмечаются участки изоинтенсивного сигнала на всех ИП (б–е)

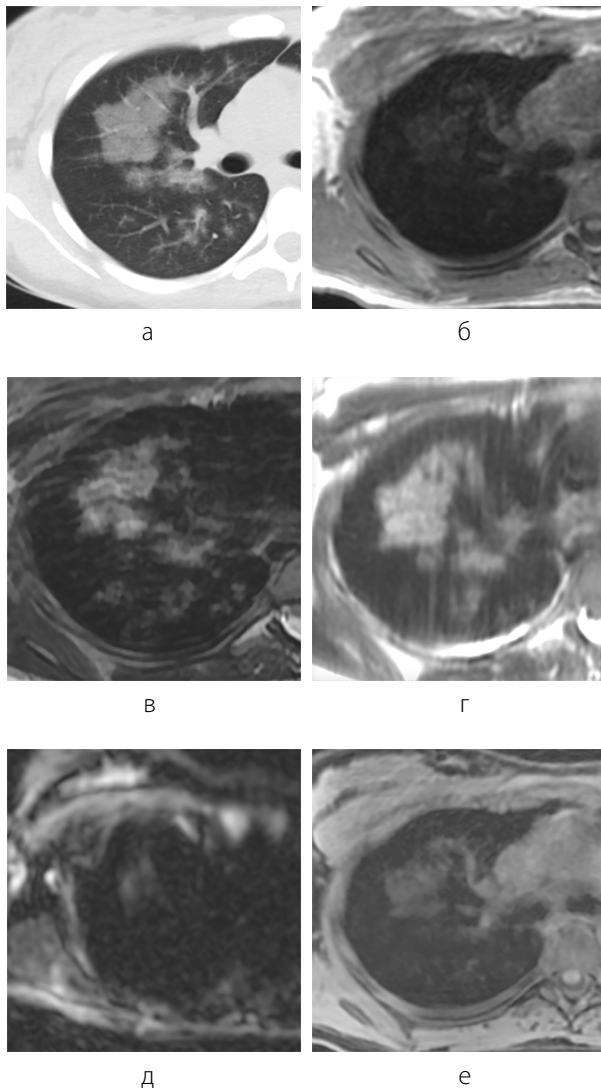


Рисунок 2 – КТ и МР-исследование органов грудной клетки, а – КТ в аксиальной плоскости, б-е – МР-томограммы (б – T1-ВИ (in-phase), в – T2-ВИ FSE, г – T2-ВИ SSFSE, д – ДВИ ( $b = 1000 \text{ с/мм}^2$ ), е – T1-ВИ 3D GRE Dixon Water. Отмечаются участки «матового стекла» в S 1, 3 (а), в соответствующих отделах легких отмечаются участки изоинтенсивного сигнала на всех ИП (б–е)

Также характерными проявлениями вирусной пневмонии могут быть участки однородного гиперинтенсивного сигнала, соответствующие на КТ консолидации легочной ткани, выявляемые обычно на фоне участков «матового стекла» (рис. 3). При необходимости дифференциальной диагностики консолидации от «матового стекла» можно проводить исследование на вдохе и на выдохе. За счет сохранения в участках «матового стекла» частичной пневматизации на вдохе плотность паренхимы уменьшается, что приводит к падению интенсивности МР-сигнала или его исчезновению. При консолидации легочная ткань безвоздушна, соответственно интенсивность сигнала на вдохе и выдохе практически не изменяется.

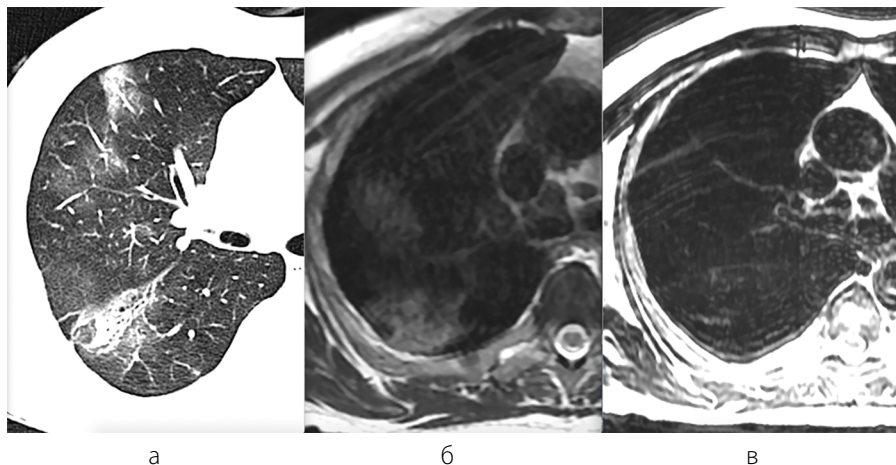


Рисунок 3 – КТ и МР-исследование органов грудной клетки, а – КТ в аксиальной плоскости, б, в – МР-томограммы (б – T2-ВИ FSE на свободном дыхании, в – T2-ВИ на глубоком вдохе). Отмечается участок консолидации легочной ткани на фоне «матового стекла» в S6 справа (а), участок также отчетливо определяется на T2-ВИ на свободном дыхании (б). Вышеуказанный участок практически не дифференцируется на глубоком вдохе (в), однако зоны консолидации прослеживаются

Изменения по типу «бульжной мостовой» представляют собой сочетание изменений по типу «матового стекла» и выраженного утолщения междолькового и внутридолькового интерстиция. Изменения при МРТ коррелируют с таковыми при КТ и визуально идентичны (рис. 4, а–в). На фоне вышеуказанных изменений при МРТ в ряде случаев также выявляется воздушная бронхография (рис. 4, а–б).

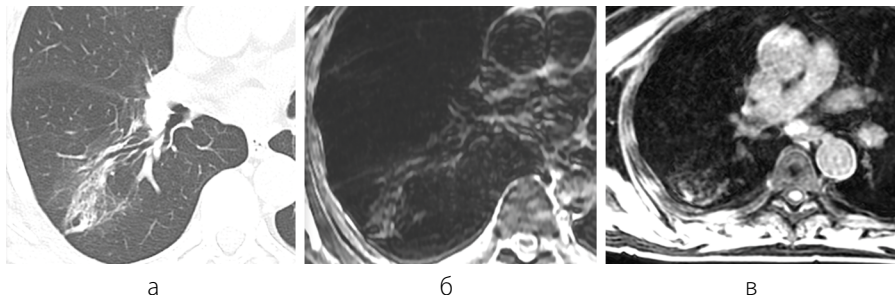


Рисунок 4 – КТ и МР-исследование органов грудной клетки, а – КТ в аксиальной плоскости, б, в – МР-томограммы в аксиальной плоскости (б – T2-ВИ FSE, в – T1-ВИ 3D GRE Dixon Water). В S6 отмечается участок матового стекла с беспорядочно расположенными утолщенными междольковыми перегородками «булыжная мостовая», на фоне которых прослеживается воздушная бронхография (а), аналогичные изменения отмечаются на МР-томограммах (б, в)

Оценка вероятности пневмонии по МРТ на данный момент ограничена в связи с малой выборкой данных, однако, чем больше объем поражения, тем больше вероятность при наличии очагов «матового стекла». Вероятность сравнима с КТ-критериями. В целях необходимости динамического наблюдения для дифференциации «матового стекла» и консолидации необходимо использовать исследование на вдохе и выдохе.

В связи с тем, что технология выполнения МР-исследования связана с отсутствием синхронизации по дыханию (для ускорения выполнения исследования) либо выполнением исследования на выдохе (для оценки «матового стекла») с большей толщиной среза, размеры изменений легочной ткани могут быть меньших размеров, чем на КТ. Это необходимо иметь в виду. На рисунках 5–7 представлены иллюстрирующие примеры.

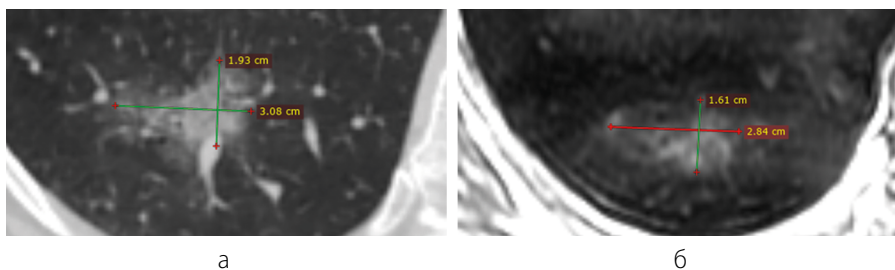


Рисунок 5 – КТ и МР-исследование органов грудной клетки, а – КТ в аксиальной плоскости, б – МР-томограмма T2-ВИ FSE в аксиальной плоскости. В S9 отмечается зона уплотнения по типу «матового стекла»

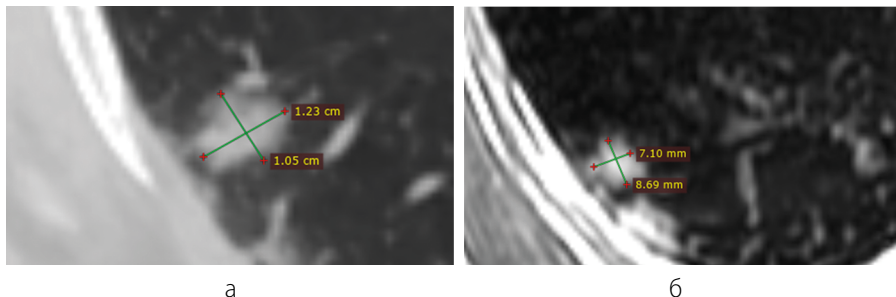


Рисунок 6 – КТ и МР-исследование органов грудной клетки, а – КТ в аксиальной плоскости, б – МР-томограмма T2-ВИ FSE в аксиальной плоскости. На границе S8 и S9 отмечается зона уплотнения по типу «матового стекла»

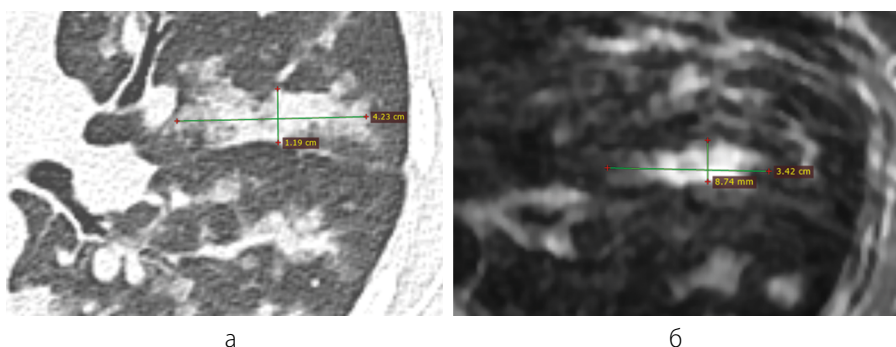


Рисунок 7 – КТ и МР-исследование органов грудной клетки, а – КТ в аксиальной плоскости, б – МР-томограмма T2-ВИ FSE в аксиальной плоскости. В S1+2 отмечается зона уплотнения по типу «матового стекла» с очагами консолидации

В таблице 3 приведена зависимость тяжести общего состояния от характера и выраженности признаков по данным МРТ органов грудной клетки. Процент поражения оценивается отдельно по каждому легкому. Степень изменений оценивается по легкому с наибольшим поражением (вне зависимости от наличия постоперационных изменений).


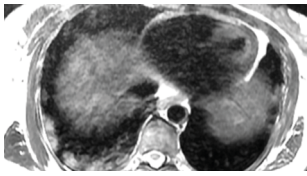
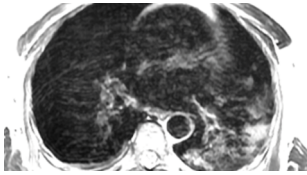
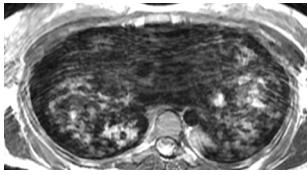
Таблица 3 – Оценка изменений легочной ткани при COVID-19 по данным магнитно-резонансной томографии органов грудной клетки

Степень изменений	Основные проявления вирусной пневмонии
Норма (МРТ-0)	Норма и отсутствие МРТ-признаков вирусной пневмонии на фоне типичной клинической картины и релевантного эпидемиологического анамнеза

Продолжение таблицы 3

<b>Легкая (МРТ-1)</b>	Зоны уплотнения по типу «матового стекла». Вовлечение паренхимы легкого <25%
<b>Среднетяжелая (МРТ-2)</b>	Зоны уплотнения по типу «матового стекла». Вовлечение паренхимы легкого 25–50%
<b>Тяжелая (МРТ-3)</b>	Зоны уплотнения по типу «матового стекла». Зоны консолидации. Вовлечение паренхимы легкого 50–75%. Увеличение объема поражения на 50% за 24–48 часов на фоне дыхательных нарушений, если исследования выполняются в динамике
<b>Критическая (МРТ-4)</b>	Диффузное уплотнение легочной ткани по типу «матового стекла» и консолидации в сочетании с ретикулярными изменениями. Гидроторакс (двусторонний, преобладает слева). Вовлечение паренхимы легкого >75%

Таблица 4 – Распределение МРТ-признаков по тяжести заболевания

<b>МРТ признаки</b>	<b>Тяжесть</b>	
Не более 3-х очагов уплотнения по «типу матового стекла» менее 3 см по максимальному диаметру	Легкая <25%	
Более 3-х очагов уплотнения по типу «матового стекла» менее 3 см по максимальному диаметру	Среднетяжелая 25–50%	
Уплотнение легочной ткани по типу «матового стекла» в сочетании с очагами консолидации	Тяжелая 50–75%	
Диффузное уплотнение легочной ткани по типу «матового стекла» и консолидации в сочетании с утолщением междолькового интерстиция по типу «булжистой мостовой»	Критическая >75%	

## ПРОТОКОЛЫ ОПИСАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Результаты магнитно-резонансной томографии органов грудной клетки при вирусной пневмонии описываются с помощью расширенного или короткого протоколов. В таблице 5 представлен пример протокола описания МР-исследования для пациента с тяжелой степенью течения заболевания. В таблице 6 представлен короткий вариант стандартизированного протокола.

Таблица 5 – Пример расширенного протокола результатов магнитно-резонансной томографии органов грудной клетки при вирусной пневмонии

<p><b>Описание</b></p>	<p>Исследование выполнено на свободном дыхании и на задержке дыхания на выдохе.</p> <p>ЛЕГКИЕ. На T1 ВИ и T2 ВИ определяются двусторонние многочисленные изоинтенсивные участки по типу «матового стекла» с наличием гиперинтенсивных однородных участков консолидации преимущественно округлой формы, протяженностью до 3-х см, расположенные преимущественно в периферических отделах нижних долей. Также на фоне вышеуказанных изменений отмечается утолщение междолькового интерстиция по типу «булыжной мостовой» («crazy-paving» sign), симптом воздушной бронхограммы.</p> <p>В левой плевральной полости отмечается жидкостное содержимое, толщина полосы которого достигает 10 мм.</p> <p>ТРАХЕЯ И БРОНХИ. Просвет трахеи, главных бронхов прослеживается, свободен.</p> <p>ГРУДНАЯ КЛЕТКА. Форма правильная, без признаков деформации. Мягкие ткани симметричные. Загрудинная клетчатка без особенностей.</p> <p>СРЕДОСТЕНИЕ. Средостение не смещено. Структуры средостения дифференцированы. Сердце не увеличено в размерах.</p> <p>ЛИМФАТИЧЕСКИЕ УЗЛЫ. Отмечаются увеличенные до 10 мм по короткой оси, с гиперинтенсивным сигналом на ДВИ, бифуркационные и паратрахеальные лимфатические узлы. Подмышечные лимфатические узлы не увеличены.</p> <p>НА ИССЛЕДОВАННОМ УРОВНЕ. В органах брюшной полости и забрюшинного пространства без патологических изменений.</p>
<p><b>Заключение</b></p>	<p>1. МРТ-признаки с высокой/средней/низкой степенью вероятности могут быть ассоциированы с вирусной пневмонией COVID-19. Степень тяжести: МРТ-1, МРТ-2, МРТ-3, МРТ-4.</p> <p>2. МРТ-признаки не соответствуют COVID-19. Другое заболевание или дифференциальный ряд.</p>

Таблица 6 – Короткий стандартизированный шаблон описания результатов магнитно-резонансной томографии органов грудной клетки при вирусной пневмонии

<p><b>Описание</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Локализация (одно- / двусторонняя)</li> <li>– Расположение (периферическое/диффузное/ и др.)</li> <li>– Характер изменений (множественные участки «матового стекла»/ консолидация/ и др.)</li> </ul> <p>Правое легкое вовлечено:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 25%</li> <li>• 25% – 50%</li> <li>• 50% – 75%</li> <li>• &gt;75%</li> </ul> <p>Левое легкое вовлечено:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 25%</li> <li>• 25% – 50%</li> <li>• 50% – 75%</li> <li>• &gt;75%</li> </ul> <p>- Фоновые изменения (только те, которые нельзя не отметить – онкология, свежая травма и др.)</p>
<p><b>Заключение</b></p>	<p>МРТ-картина вирусной пневмонии (в т.ч. COVID-19).  МРТ степень*:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• МРТ-0 – норма</li> <li>• МРТ-1 – легкая</li> <li>• МРТ-2 – среднетяжелая</li> <li>• МРТ-3 – тяжелая</li> <li>• МРТ-4 – критическая</li> </ul> <p><i>* Степень изменений оценивается по легкому с наибольшим поражением</i></p>



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные методические рекомендации обобщают незначительный накопленный к настоящему времени мировой и отечественный опыт проведения магнитно-резонансной томографии при COVID-19 и имеющиеся на текущий момент сведения об МР-семиотике данного заболевания. Они предлагают стандартизованный шаблон описания результатов магнитно-резонансной томографии органов грудной клетки, а также содержат информацию об оптимальном перечне импульсных последовательностей, методике проведения диагностической процедуры и особенностях организации работы в кабинете МРТ в условиях пандемии COVID-19.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Hui, D. S., Azhar, E. I., Madani, T. A. The continuing 2019-nCoV epidemic threat of novel coronaviruses to global health – the latest 2019 novel coronavirus outbreak in Wuhan, China / D. S. Hui, E. I. Azhar, T. A. Madani, et al. // *International Journal of Infectious Diseases*. – Elsevier, 2020. – Vol. 91. – P. 264–266. – DOI: 10.1016/j.ijid.2020.01.009. – Текст : электронный.
2. Ai, T., Yang, Z., Hou, H. Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A Report of 1014 Cases / T. Ai, Z. Yang, H. Hou, et al. // *Radiology*. – 2020. – February. – DOI: 10.1148/radiol.2020200642. – Текст : электронный.
3. ACR Recommendations for the use of Chest Radiography and Computed Tomography (CT) for Suspected COVID-19 Infection. – URL : <https://bit.ly/2QL6lk3>. – Текст : электронный.
4. Al-Tawfiq, J. A., Memish, Z. A. Diagnosis of SARS-CoV-2 Infection based on CT scan vs. RT-PCR: Reflecting on Experience from MERS-CoV / J. A. Al-Tawfiq, Z. A. Memish // *J Hosp Infect*. – 2020. – Mar 5. – Pii: S0195-6701(20)30100-6. – Текст : электронный.
5. Canadian Society of Thoracic Radiology and Canadian Association of Radiologists' Statement on COVID-19. – 2020. – March 26. – URL : <https://bit.ly/33Ni7Qc>. – Текст : электронный.
6. Shi, H., Han, X., Jiang N. Articles Radiological findings from 81 patients with COVID-19 pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study / H. Shi, X. Han, N. Jiang, et al. // *Lancet Infect. Dis*. Elsevier Ltd, 2020. – Vol. 20, № 4. – P. 425–434. – URL : [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30086-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30086-4). – Текст : электронный.
7. Li, M. Chest CT features and their role in COVID-19 / M. Li // *Radiol. Infect. Dis*. – Elsevier Ltd, 2020. – P. 1–4. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.jrid.2020.04.001>. – Текст : электронный.
8. Carinci, F., Meyer, C., Breuer, F. A. In vivo imaging of the spectral line broadening of the human lung in a single breathhold / F. Carinci, C. Meyer, F. A. Breuer, et al. // *J. Magn. Reson. Imaging*. – 2016. – Vol. 44, №3. – P. 745–757. – DOI: 10.1002/jmri.25192. – Текст : электронный.
9. Ziener, C. H., Kampf, T., Kurz, F. T. Pseudo-diffusion effects in lung MRI / C. H. Ziener, T. Kampf, F.T. Kurz, et al. // *Journal of Magnetic Resonance*. – 2019. – Vol. 299. – P. 1–11. – DOI: 10.1016/j.jmr.2018.11.015. – Текст : электронный.
10. Dougherty, L., Connick, T. J., Mizsei, G. Cardiac imaging at 4 Tesla / L. Dougherty, T. J. Connick, G. Mizsei // *Magn Reson Med*. – 2001. – Vol. 45, №1. – P. 176–178. – DOI: 10.1002/1522-2594(200101)45:1<176::aid-mrm1025>3.0.co;2-e. – Текст : электронный.
11. Lutterbey, G., Gieseke, J., von Falkenhausen, M. Lung MRI at 3.0 T:

a comparison of helical CT and high-field MRI in the detection of diffuse lung disease / G. Lutterbey, J. Gieseke, M. von Falkenhausen, et al. // *Eur Radiol.* – 2005. – Vol. 15. – P. 324–328. – URL : <https://doi.org/10.1007/s00330-004-2548-1>. – Текст : электронный.

12. Fonseca, E., Chate, R., Neto, R. Findings of COVID-19 on Magnetic Resonance Imaging / E. Fonseca, R. Chate, R. Neto, et al. // *Radiology: Cardiothoracic Imaging.* – 2020. – Vol. 2, №2. – URL : <https://doi.org/10.1148/ryct.2020200193>. – Текст : электронный.

13. Yi, C. A., Lee, K. S., Han, J. 3-T MRI for Differentiating Inflammation- and Fibrosis-Predominant Lesions of Usual and Nonspecific Interstitial Pneumonia: Comparison Study with Pathologic Correlation / C. A. Yi, K. S. Lee, J. Han, et al. // *American Journal of Roentgenology.* – 2008. – Vol. 190, № 4. – P. 878–885. – URL : <https://www.ajronline.org/doi/pdf/10.2214/AJR.07.2833>. – Текст : электронный.

14. Eibel, R., Herzog, P., Dietrich, O. Pulmonary Abnormalities in Immunocompromised Patients: Comparative Detection with Parallel Section Helical CT 1 / R. Eibel, P. Herzog, O. Dietrich, et al. // *Radiology.* – 2006. – Vol. 241, №3. – URL : <https://doi.org/10.1148/radiol.2413042056>. – Текст : электронный.

15. Ekinci, A., Uçarkuş, T.Y., Okur, A. MRI of pneumonia in immunocompromised patients: comparison with CT / A. Ekinci, T.Y. Uçarkuş, A. Okur, et al. // *Diagn Interv Radiol.* – 2017. – Vol. 23, №1. – P. 22–28. – Doi: 10.5152/dir.2016.16055. – Текст : электронный.

16. Barreto, M. M., Rafful, P. P., Rodrigues, R. S. Correlation between computed tomographic and magnetic resonance imaging findings of parenchymal lung diseases / M. M. Barreto, P. P. Rafful, R. S. Rodrigues, et al. // *Eur. J. Radiol.* – 2013. – Vol. 82, №9. – P. 492–501. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2013.04.037>. – Текст : электронный.

17. Лучевая диагностика коронавирусной болезни (COVID-19): организация, методология, интерпретация результатов : методические рекомендации / сост. С. П. Морозов, Д. Н. Проценко, С.В. Сметанина [и др.] // Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». – Вып. 65. – М. : ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 2020. – URL : [http://medradiology.moscow/f/luchevaya\\_diagnostika\\_koronavirusnoj\\_infekcii\\_covid-19\\_v2\\_17042020-4.pdf](http://medradiology.moscow/f/luchevaya_diagnostika_koronavirusnoj_infekcii_covid-19_v2_17042020-4.pdf). – Текст : электронный.

## Приложение А

### ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ В КАБИНЕТЕ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ COVID-19

В условиях пандемии COVID-19 организация работы кабинета МРТ должна быть направлена на решение **основных задач службы лучевой диагностики**, указанных в разделе «Организация работы отделений лучевой диагностики» методических рекомендаций «Лучевая диагностика коронавирусной болезни (COVID-19): организация, методология, интерпретация результатов». Помимо приведенных в данном разделе мероприятий, в кабинете МРТ также должны соблюдаться правила безопасности, направленные на недопущение возникновения нештатных ситуаций, связанных с наличием высокого постоянного и радиочастотного магнитного поля.

#### Противоэпидемиологическая защита

Подготовка кабинета МРТ должна быть выполнена в соответствии с соблюдением аспектов противоэпидемиологической защиты, представленной в разделе «Организация работы отделений лучевой диагностики» методических рекомендаций «Лучевая диагностика коронавирусной болезни (COVID-19): организация, методология, интерпретация результатов». К особенностям подготовки кабинета (отделения) МРТ в условиях пандемии COVID-19 относятся следующие аспекты:

- из процедурной кабинета МРТ должны быть удалены все незадействованные в оказании медицинской помощи предметы (катушки, пледы, подушки, поролоновые анатомические вставки, фантомы и др.);
- при проведении исследования вентиляция пациента в гентри МР-томографа должна быть отключена.

#### Уборка помещения кабинета МРТ

Выделить младшего медицинского работника (санитара) и увеличить интервалы времени между проводимыми исследованиями для обеспечения санитарной обработки диагностических аппаратов и кабинетов. В качестве методического пособия по санитарной обработке рекомендовано использовать стандартную операционную процедуру по уборке помещений (зон) с медицинским оборудованием (см. методические рекомендации «Лучевая диагностика коронавирусной болезни (COVID-19): организация, методология, интерпретация результатов», Приложение Ж).

При проведении влажной уборки в процедурной кабинета МРТ запрещается использовать металлосодержащие предметы (металлические швабры, ведра, губки с металлическими вкраплениями и прочее).

### **Средства индивидуальной защиты персонала**

Медицинский персонал кабинета (отделения) МРТ должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты. В качестве методического пособия по применению медицинским персоналом средств индивидуальной защиты рекомендовано использовать стандартную операционную процедуру (см. методические рекомендации «Лучевая диагностика коронавирусной болезни (COVID-19): организация, методология, интерпретация результатов», Приложение Е).

Для персонала, работающего в области контролируемого доступа кабинета МРТ, недопустимо использование СИЗ, содержащих в своей конструкции ферромагнитные элементы (маски с металлическими вставками, респираторы с принудительной вентиляцией и пр.). Для обеспечения безопасности они должны быть удалены и заменены на ленту/пластырь (если это возможно без ущерба для их функционирования).

## Приложение Б

### МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

#### Средства индивидуальной защиты пациента

Пациенты должны использовать индивидуальные маски постоянно во время нахождения в отделении лучевой диагностики. СИЗ пациента, направленного на МРТ-исследование, не должны содержать в своей конструкции ферромагнитные элементы. При необходимости следует заменить СИЗ за пределами процедурной кабинета МРТ в случае, если в маске пациента присутствуют металлические скобы, петли и пр. При невозможности замены маски ферромагнитные объекты должны быть удалены. Вместо фиксатора может быть использована клейкая лента или пластырь, если персонал МО считает, что этого будет достаточно для обеспечения маской ее основной функции. Если пациенту проведена трахеостомия (tracheostomy), то использование МР-совместимой маски также обязательно.

#### Подготовка пациента к исследованию

1. Выполняем стандартный опрос и анкетирование пациента, чтобы убедиться в отсутствии ферромагнитных объектов в его теле, МР-совместимых при определенных условиях или МР-небезопасных имплантов и других противопоказаний к проведению МР-исследования.
2. Проверяем, что СИЗ пациента является МР-совместимым, т.е. не содержит ферромагнитных объектов.
3. Просим пациента освободить тело от металлических предметов.
4. Проводим визуальный контроль на наличие ферромагнитных предметов, проверяем пациента металлоискателем для обнаружения неснятых металлических предметов (часов, браслетов, цепочек и пр.).
5. Предупреждаем пациента о шуме, возникающем в процессе исследования (предлагаем пациенту наушники или беруши для защиты ушей), также о возможных вибрациях и необходимости сохранения во время исследования неподвижного состояния.
6. В руку пациента кладем грушу или сигнальную кнопку для экстренной связи с персоналом.

## Позиционирование пациента

1. Укладываем пациента на спину, устанавливаем РЧ-катушку для тела.
2. Центр РЧ-катушки для тела позиционируем на уровне середины грудины.
3. Фиксируем РЧ-катушку специальными ремнями для минимизации динамических артефактов от дыхательных движений пациента.
4. Для комфортного проведения исследования пациенту кладем под голову подушку и валик под ноги.
5. Просим пациента закрыть глаза на время разметки лазерами.
6. Размечаем лучи лазера так, чтобы центральный луч лазера располагался на уровне середины грудины.
7. Выполняем исследование без использования респираторного триггера и по возможности без задержек дыхания.

---

Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики»

Выпуск 67

**Составители:**

*Васильев Юрий Александрович  
Бажин Александр Владимирович  
Масри Амир Гази  
Васильева Юлия Николаевна  
Сулейманов Эльхан Абдуллаевич  
Сергунова Кристина Анатольевна  
Кудрявцев Никита Дмитриевич  
Панина Ольга Юрьевна  
Хоружая Анна Николаевна  
Петрайкин Алексей Владимирович  
Ахмад Екатерина Сергеевна  
Семенов Дмитрий Сергеевич*

## **ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА КОРОНАВИРУСНОЙ БОЛЕЗНИ (COVID-19): МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ**

Препринт № ЦДТ – 2020 – III  
Версия от 12.05.2020

Для корреспонденции: [info@npcmr.ru](mailto:info@npcmr.ru), [npcmr@zdrav.mos.ru](mailto:npcmr@zdrav.mos.ru)  
109029, г. Москва, Средняя Калитниковская улица, дом 28, стр. 1  
+7 (495) 276-04-36

Отдел координации научной деятельности ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»  
Руководитель отдела О.В. Омелянская  
Технический редактор А.И. Овчарова  
Компьютерная верстка Е.Д. Бугаенко

ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»  
109029, г. Москва, Средняя Калитниковская улица, дом 28, стр. 1