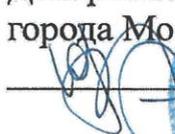


**ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ
ДЕПАРТАМЕНТ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ**

СОГЛАСОВАНО

Главный внештатный специалист
по лучевой и инструментальной
диагностике

Департамента здравоохранения
города Москвы, к.м.н.

 Ю. А. Васильев

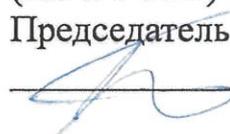
«17» ФЕВРАЛЯ 2025 г.



РЕКОМЕНДОВАНО

Московским Региональным
Отделением Российского Общества
Рентгенологов и Радиологов
(МРО РОРР)

Председатель МРО РОРР, д.м.н.

 Д.В. Буренчев

«19» МАРТА 2025 г.

**МЕТОДИКА «РАСЩЕПЛЕННОГО
КОНТРАСТИРОВАНИЯ» («РАЗДВОЕННОГО БОЛЮСА»,
БИФАЗНОГО КОНТРАСТИРОВАНИЯ, «СПЛИТ-БОЛЮСА», «SPLIT-
VOLUS») ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ
КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ
ПОЛОСТИ, БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ И МАЛОГО ТАЗА**

Методические рекомендации № 7

Москва
2025

УДК 615.84+616-073.75

ББК 53.6

М 54

Организации-разработчики:

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Городская клиническая больница имени С.С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы»;
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации;
Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы».

Составители:

Галкин В.Н. – доктор мед. наук, профессор, главный врач ГБУЗ «ГКБ имени С.С. Юдина ДЗМ»

Партс С.А. – кандидат мед. наук, заместитель главного врача по онкологии ГБУЗ «ГКБ имени С.С. Юдина ДЗМ»

Осипов И.С. – доктор мед. наук, заместитель главного врача по организации хирургической и онкологической помощи ГБУЗ «ГКБ имени С.С. Юдина ДЗМ»

Куликова Е.А. – заведующий отделением лучевой диагностики ГБУЗ «ГКБ имени С.С. Юдина ДЗМ»

Нечаев В.А. – канд. мед. наук, заведующий центром комплексной диагностики ГБУЗ «ГКБ имени С.С. Юдина ДЗМ»

Юдин А.Л. – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и терапии МБФ ФГАОУ ВО РНИМУ имени Н.И. Пирогова Минздрава России

Юматова Е.А. – канд. мед. наук, доцент кафедры лучевой диагностики и терапии МБФ ФГАОУ ВО РНИМУ имени Н.И. Пирогова Минздрава России

Ягубова К.В. – ассистент кафедры лучевой диагностики и терапии МБФ ФГАОУ ВО РНИМУ имени Н.И. Пирогова Минздрава России

Васильев Ю. А. – канд. мед. наук, главный внештатный специалист по лучевой и инструментальной диагностике ДЗМ, директор ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

Методика «расщепленного контрастирования» («раздвоенного болюса», бифазного контрастирования, «сплит-болюса», «split-bolus») при проведении мультиспиральной компьютерной томографии органов грудной полости, брюшной полости и малого таза: методические рекомендации / составители: В.Н. Галкин, С.А. Партс, И.С. Осипов [и др.]. – М.: ГБУЗ «ГКБ имени С.С. Юдина ДЗМ», 2025,-15 с.

Рецензенты:

Котляров Петр Михайлович – д-р. мед. наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории рентгенорадиологии научно-исследовательского отдела комплексной диагностики заболеваний и радиотерапии ФГБУ «РНЦРР» Минздрава России

Журавлев Кирилл Николаевич – канд. мед. наук, заведующий отделением лучевых и функциональных исследований, врач-рентгенолог ГБУЗ «ГКБ им. И.В. Давыдовского ДЗМ»

Методические рекомендации по проведению «расщепленного контрастирования» («раздвоенного болюса», бифазного контрастирования, «сплит-болюса», «split-bolus») при компьютерной томографии представляют собой учебно-методическое пособие, в котором представлена подробная информация о выполнении компьютерной томографии

органов грудной клетки, живота и малого таза с применением методики «расщепленного болюса». Рекомендации предназначены для врачей-рентгенологов, рентгенолаборантов, руководителей медицинских организаций, научных сотрудников, профессорско-преподавательского состава высших учебных заведений, ординаторов и аспирантов с целью оптимизации проведения обследования пациентов в раннем послеоперационном периоде и при оценке эффективности медикаментозного лечения онкологических больных.

Принято решение Экспертным советом по науке Департамента здравоохранения города Москвы и Московским Региональным Отделением Российского Общества Рентгенологов и Радиологов (МРО РОРР) (Протокол № 2/от 19 марта 2025 г.)

Рекомендовать методические рекомендации к печати и последующему внедрению в практику московского здравоохранения.

ISBN

© ГБУЗ «ГКБ имени С.С. Юдина ДЗМ», 2025
© Коллектив авторов, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	5
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	6
ОПИСАНИЕ МЕТОДИКИ.....	7
Общие положения.....	7
Фазы контрастирования	8
Общие рекомендации перед проведением исследования.....	9
Общие рекомендации во время исследования.....	11
Методика исследования	11
Общие рекомендации после исследования	13
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	14

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем документе использованы ссылки на следующие нормативные документы (стандарты):

1. Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».
2. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 09.06.2020 № 560н «Об утверждении Правил проведения рентгенологических исследований».

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Инжектор – автоматический шприц-инжектор для внутривенного введения контрастного вещества (при двухколбовом инжекторе – с дополнительным введением физиологического раствора).

Фильтр или Kernel (костный, легочный, мягкотканый, мозговой, сердечный) – это программа обработки «сырых данных» сканирования, результатом которой является получение реконструкции с определенной степенью сглаженности или подчеркивания краев, которая необходима для решений соответствующих диагностических задач. При выполнении КТ по методике «расщепленного болюса» рекомендован стандартный фильтр для каждой области исследования.

Окно визуализации – интервал отображаемой плотности по шкале Хаунсфилда. Центр и ширина окна просмотра изображений зависит от конкретной модели компьютерного томографа и рабочей станции врача-рентгенолога. Значение центра и ширины окна для мягкотканого окна от +30HU до +60HU и от 150HU до 600HU, легочного – от -500HU до -700HU и от 800HU до 1700HU соответственно.

Locator /PreMonitoring/ Localizer – одиночный скан с возможностью определения целевого места для оценки повышения плотности при внутривенном введении контрастного вещества. Положение Locator всегда равно позиции Tracker/ SureStart.

Tracker/ SureStart /Monitoring/ SmartPrep – серия сканов, выполняемая на уровне установленной ранее цели, во время болюсного введения контрастного препарата, для достижения целевой плотности.

Положение **Locator /PreMonitoring/ Localizer** всегда совпадает с позицией **Tracker / SureStart /Monitoring/ SmartPrep**. В данном руководстве использование этой опции будет называться **болус-триггером**.

ВВЕДЕНИЕ

В данном пособии описан протокол сканирования и рекомендации по выполнению компьютерной томографии по методике «расщепленного контрастирования» («раздвоенного болуса», сплит-болуса, «split-bolus»).

Представленный протокол рекомендован для выполнения исследования на мультidetекторных компьютерных томографах с использованием автоматических инжекторов. Руководство содержит пошаговые инструкции, предназначенные для лаборантов и врачей-рентгенологов с целью оптимизации, стандартизации и поддержания высокого диагностического качества исследований.

Выбор технических параметров сканирования (например, kV, mAs, алгоритмы итеративной реконструкции, мультипланарные реконструкции) в разных моделях компьютерных томографов может отличаться, поэтому подробно не описан. Протокол предназначен для исследования взрослых пациентов.

ОПИСАНИЕ МЕТОДИКИ

Общие положения

Контрастирование по методике «расщепленного болюса» (англ.: *split-bolus*; син.: «расщепленное контрастирование», сплит-болюс) – это способ выполнения компьютерной томографии с внутривенным контрастным усилением, заключающийся в введении контрастного препарата в 2 (две) или несколько фаз, с последующим сканированием. Результатом такого способа введения контрастного препарата являются компьютерно-томографические изображения, на которых визуализируется равномерное и одновременное насыщение контрастным веществом сосудов, как артериального, так и венозного русла, объединение фаз контрастирования органов и тканей.

Преимуществами методики «расщепленного болюса» являются:

- уменьшение лучевой нагрузки на пациента в 1,5-2 раза;
- уменьшение времени проведения исследования;
- одновременная визуализация вен и артерий, что, в свою очередь, приводит к уменьшению времени анализа полученных изображений и адекватному построению трехмерных реконструкций;
- снижение скорости износа компьютерного томографа и, в частности, пробега рентгеновской трубки.

Методика «расщепленного болюса» может быть применима с высокой эффективностью для оценки состояния пациентов в раннем послеоперационном периоде с целью исключения или подтверждения:

- наличия тромбоэмболии легочной артерии и ее ветвей и острого аортального синдрома;
- пневмо-/гидроторакса;
- несостоятельности сформированных пищеводно-желудочных, кишечных и уретериальных анастомозов;
- острой кишечной непроходимости;
- пареза кишечника;
- тромбоза магистральных сосудов.
- отграниченных жидкостных скоплений в брюшной полости и забрюшинном пространстве (в т.ч. гематом и абсцессов), с определением их объема и отношения к магистральным сосудам при подготовке к дренированию;
- свободной и осумкованной жидкости в плевральной полости (с определением объема);
- объема свободной жидкости и газа в брюшной полости и забрюшинном пространстве;

Результаты КТ-исследований, полученные при использовании методики «расщепленного болюса», также позволяют провести оценку вышеперечисленных изменений в органах и тканях пациента в динамике и сделать заключение об эффективности лечения.

Применение методики «расщепленного болюса» позволяет улучшить качество визуализации сосудистой архитектоники легких, средостения, органов брюшной полости (паренхимы печени, поджелудочной железы, почек, стенок желудка, тонкой и толстой кишки), визуально повысить качество визуализации изменений в брюшной полости и забрюшинном пространстве у пациентов в раннем послеоперационном периоде.

Также КТ-исследование по методике «расщепленного контрастирования» является наиболее эффективным при предоперационном планировании и расчете объема паренхимы печени перед резекцией, повышает точность визуализации очагов вторичного поражения в паренхиме печени относительно крупных сосудистых ветвей.

Фазы контрастирования

В данном руководстве каждое сканирование называется «фазой», а его производные называются «реконструкциями».

Нативная фаза исследования – исследование без внутривенного контрастирования проводится всем пациентам в обязательном порядке.

Артерио-венозная фаза – исследование после бифазного введения контрастного препарата. Контрастный препарат вводится с помощью автоматического инжектора в объеме, равном 60 % общей дозы. Контрастный препарат вводится со скоростью от 4 до 6 мл/сек в зависимости от состояния периферических вен и размера установленного катетера.

Через 30 сек. от начала введения первой дозы вводится остаточный объем контрастного препарата в объеме 40%. Сканирование начинается после повышения плотности контрастного препарата в аорте до +250 – +350 HU (в зависимости от технических особенностей аппарата). Задержка старта сканирования в среднем составляет 5 сек. от начала введения второй порции контрастного препарата или 35 сек. от начала введения первой порции контрастного препарата, что зависит от модели конкретного компьютерного томографа и др. факторов. Если инжектор двухколбовый инжектора – каждое введение контрастного препарата дополняется 50 мл 0,9% физиологического раствора (NaCl).

Отсроченная фаза (экскреторная) – постконтрастное исследование, проводится на 5-12 мин. (300-720 сек.) от начала введения контрастного препарата. Выполняется по показаниям для оценки состояния органов мочевыводящей системы.

Поздняя отсроченная (поздняя экскреторная) фаза – выполняется для оценки функции почек, заполнения контрастным препаратом органов мочевыделительной системы (например, при гидронефрозе, дивертикулах сосочков), транзита контрастного препарата при сосудистых заболеваниях, при травме почек и др. Сканирование выполняется через 1 час после введения контрастного препарата.

Все названия протоколов на консоли оператора написаны латинскими буквами ввиду того, что на большинстве томографов нет возможности использовать кириллицу в названии протоколов. Рекомендуемое написание названия протокола для КТ органов брюшной полости, забрюшинного пространства и малого таза по методике «расщепленного болюса» – ABDOMENSPLIT(ABDSPLIT), грудной клетки – CHESTSPLIT. Если необходимо обследовать грудную клетку, живот и малый таз, протокол сканирования рекомендуется обозначить как CHEST+ABDSPLIT.

Врач-рентгенолог принимает решение о выборе протокола сканирования, необходимости контрастирования. Лаборант выбирает и корректирует КТ-протокол по согласованию с врачом-рентгенологом. Врач-рентгенолог просматривает данные выполненного исследования, до того, как пациент будет снят со стола и покинет кабинет компьютерной томографии.

Общие рекомендации перед проведением исследования

- Исследование с внутривенным контрастным усилением проводится только при наличии информированного добровольного согласия на исследование, оформленного в письменной форме, и заполненной анкеты. Документы должны быть подписаны обследуемым пациентом или его законным представителем.

- Если информированное добровольное согласие отсутствует, об этом необходимо сообщить врачу-рентгенологу. Медицинское вмешательство без согласия гражданина или иного законного представителя допускается в случаях, если медицинское вмешательство необходимо по экстренным показаниям для устранения угрозы жизни человека, а его состояние не позволяет выразить свою волю или отсутствуют законные представители; в отношении лиц, страдающих заболеваниями, представляющими опасность для окружающих. В подобных случаях документы оформляются на основании действующего законодательства (Федеральный закон от 21.11.2011 №323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»).

- Врач-рентгенолог должен ознакомиться с анкетой и согласием пациента до начала исследования.

- Попросите пациентов, пришедших на исследование органов малого таза, наполнить мочевого пузырь.

- При плановом КТ-исследовании органов брюшной полости, малого таза и забрюшинного пространства пациент должен выпить мелкими глотками 1000-1500 мл негазированной воды в течение 1 часа перед исследованием, еще 200-250 мл (предпочтительно в положении лежа через трубочку) – непосредственно на столе компьютерного томографа.

- При направлении пациента на исследование по срочным показаниям прием воды с целью заполнения органов ЖКТ возможен только по согласованию с лечащим врачом.

- У женщин детородного возраста необходимо выяснить вероятность беременности и день менструального цикла, о чем сообщить врачу-рентгенологу.
- Перед обследованием пациента с избыточной массой тела необходимо посоветоваться с врачом-рентгенологом о возможных изменениях параметров сканирования и объеме вводимого контрастного препарата.
- Уточняйте отсутствие относительных противопоказаний и факторов, повышающих риск нежелательных реакций, связанных с внутривенным контрастированием.
- Уточните у пациента наличие инородных предметов на или в теле и одежде (в том числе украшения, вставные челюсти и др.). Если возможно, их необходимо убрать из области сканирования.
- Необходимо уточнить, выполнялись ли пациенту в последние 24 часа другие исследования с контрастированием (в том числе МРТ с внутривенным контрастированием, рентгенологические исследования с пассажем сульфата бария и др.). Если да, оповестите об этом врача-рентгенолога.
- Объясните пациенту последовательность проводимого исследования и необходимость его участия (четкое выполнение команд на задержку дыхания), а также примерное время обследования.
- Перед исследованием объясните пациенту возможные ожидаемые ощущения (тепло по телу и в малом тазу, металлический привкус во рту и др.).
- Периферический венозный катетер обычно ставят пациенту непосредственно перед исследованием в процедурном кабинете. Рекомендуются размер катетера не менее 18G(зеленый), но можно устанавливать 20G(розовый) в периферическую вену. Выбор зависит от состояния периферических вен.
- Если пациент перенес лимфодиссекцию, то не рекомендуется устанавливать внутривенный катетер в руку на данной стороне, чтобы уменьшить риск возможных последствий при экстравазации.
- Возможно введение контрастного препарата через центральный венозный катетер.
- Введение контрастных препаратов через венозный порт (для химиотерапии) проводится только персоналом, прошедшим обучение обращению с соответствующими материалами, и при согласии пациента.
- Контрастный препарат перед введением рекомендуется разогреть до 37° С. Это является одним из факторов безопасности проведения исследования. Подогревать контрастный препарат необходимо с использованием термостата.
- Перед исследованием необходимо провести идентификацию контрастного вещества. Рентгенолаборант (медицинская сестра) проводит визуальный контроль флакона (ампулы) – целостность, наименование, срок годности, цвет и наличие примесей в содержимом. При выявлении

несоответствий сообщает врачу-рентгенологу и меняет флакон, проверяя его на соответствие (целостность, наименование, срок годности, цвет и наличие примесей в содержимом). При отсутствии несоответствий – вскрывает флакон (ампулу), производит набор рентгеноконтрастного вещества в шприц. При необходимости использования дополнительного флакона (ампулы) идентификация проводится повторно.

- Набирать контрастный препарат в шприц или инфузионную систему следует непосредственно перед введением.

Общие рекомендации во время исследования

- Рентгенолаборант должен незамедлительно сообщать врачу-рентгенологу обо всех особенностях во время проводимого исследования, об ухудшении состояния пациента.

- Контрастный препарат вводится со скоростью от 4 до 6 мл/сек в зависимости от состояния периферических вен и размера установленного катетера. Скорость может быть уменьшена из-за особенностей состояния пациента и малого диаметра установленного катетера.

- Объем вводимого контрастного вещества рассчитывается на основании инструкции по медицинскому применению лекарственного препарата. Пациентам с массой тела более 100 кг допустимо увеличение объема более 100 мл по согласованию с врачом-рентгенологом.

- При наличии включенной синхронизации инжектора с томографом рентгенолаборант по указанию врача-рентгенолога должен начать введение контрастного вещества с инжектора. Для повышения безопасности пациента медицинская сестра контролирует своей рукой место инъекции. Она должна иметь возможность при экстравазации быстро остановить введение контрастного препарата.

- При использовании программы поиска целевой плотности в сосуде следует устанавливать ее уровень до +250 HU - +350HU.

- В процессе проведения исследования медицинский персонал задает вопросы пациенту, с целью уточнения его состояния, переносимости процедуры.

Методика исследования

1. Лаборант должен уложить пациента на спину, попросить, по возможности, поднять руки за голову. Объяснить, как будет проходить исследование, и предупредить о необходимости выполнения команд на задержку дыхания, центрировать пациента в гентри на середину грудины.

2. Медицинская сестра проверяет проходимость венозного катетера, подсоединяет систему введения контрастного препарата.

3. Рентгенолаборант вносит персональные данные пациента на консоли лаборанта. Выбирает протокол сканирования CHESTSPLIT, ABDSPLIT или CHEST+ABDSPLIT.

4. Рентгенолаборант выполняет топограмму (сканограмму). Сканирование проводится в кранио-каудальном направлении (от головы к ногам). Протяженность топограммы должна быть:

- на 2-3 см выше 1-го ребра и до тени ягодичных складок при выборе протокола сканирования CHEST+ABDSPLIT;

- на 2 см выше контура купола диафрагмы и до тени ягодичных складок при выборе протокола ABDSPLIT;

- на 2-3 см выше 1-го ребра и до переднего отрезка 12-го ребра при выборе протокола сканирования CHESTSPLIT.

5. Рентгенолаборант оценивает, не отображаются ли на топограмме элементы одежды, инородные тела, контрастные препараты в ЖКТ и др. По возможности, посторонние предметы необходимо удалить из зоны исследования. Область сканирования согласовывается с врачом-рентгенологом.

6. Выполняется нативное исследование. Направление сканирования при выполнении протокола CHESTSPLIT – каудо-краниальное (от ног до головы), ABDSPLIT и CHEST+ABDSPLIT – кранио-каудальное (от головы к ногам). Проверить отсутствие дыхательных артефактов. Возможно, еще раз указать пациенту на необходимость выполнения команд на задержку дыхания.

7. Целевой поиск плотности устанавливается порогом от +250HU до +350HU в просвете нисходящей части грудного отдела аорты на уровне сердца как можно дальше от позвоночного столба и кальцинированных бляшек (если таковые имеются).

8. После подтверждения правильности выполненных действий, по решению врача-рентгенолога начинается введение контрастного препарата и на некоторых инжекторах с 0,9% физиологическим раствором (первая доза), через 30 секунд вводится вторая доза контрастного вещества (на двухколбовых инжекторах с 0,9% физиологическим раствором). При достаточном насыщении аорты контрастным препаратом в автоматическом режиме происходит сканирование в артерио-венозную фазу.

9. Врач-рентгенолог оценивает качество полученных изображений и принимает решение об окончании исследования или проведении отсроченных сканирований.

10. По решению врача-рентгенолога может быть выполнена отсроченная (экскреторная) фаза. Установить сканирование на 5-12 минуте от начала введения контрастного препарата.

11. По решению врача-рентгенолога может быть выполнена поздняя отсроченная (поздняя экскреторная) фаза. Пригласить пациента на исследование через 1 час.

Общие рекомендации после исследования

- Уточняйте у каждого пациента его самочувствие сразу после сканирования.
- В обязательном порядке заполняйте «Комментарии лаборанта» в Медицинской Информационной системе (жалобы, отказы пациента, катетер установлен в вены кисти и др.).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Boos J., Fang J., Chingko Ch. M. et al. (2017). Split-Bolus Injection Producing Simultaneous Late Arterial and Portal Venous Phases in CT Enterography: Preliminary Results. *American Journal of Roentgenology*, (209), 1–8. doi:10.2214/AJR.17.18034
2. Chen Ch-Y., Tsai T-H., Jaw T-Sh., Lai M-L., Chao M-F., Liu G-Ch., Hsu J-Sh. (2016). Diagnostic Performance of Split-Bolus Portal Venous Phase Dual-Energy CT Urography in Patients With Hematuria. *American Journal of Roentgenology*. 2016;206:1013-1022. 10.2214/AJR.15.1511
3. Jo P. C., Cabral F. C., Sahin A., Camacho A., Brook A., & Brook O. R. (2017). Split-bolus single scan CTA for evaluation of mesenteric ischemia. *AbdominalRadiology*, 43(6), 1368–1378. doi:10.1007/s00261-017-1333-y
4. Kekelidze M., Dwarkasing R. S., Dijkshoorn M. L., Sikorska K., Verhagen P. C. M. S., Krestin G. P. (2010). Kidney and Urinary Tract Imaging: Triple-Bolus Multidetector CT Urography as a One-Stop Shop—Protocol Design, Opacification, and Image Quality Analysis. *radiology.rsna.org. Radiology: Volume 255: Number 2—May 2010*, 508-516
5. Lee D., Cho E-S., Kim J. H., Kim Y. P., Lee H-K., Yu J-S., Chung J-J. (2017). Optimization of Split-Bolus CT Urography: Effect of Differences in Allocation of Contrast Medium and Prolongation of Imaging Delay. *American Journal of Roentgenology*. 2017;209:W10-W17. 10.2214/AJR.16.16459
6. Leung V. J., Godfrey E. M., Biddle D. J., Al-Khatib A. (2020). Split-bolus single-pass CT for vascular complications in acute pancreatitis: assessment of radiation dose and multi-phasic contrast enhancement compared to single-bolus multi-pass CT. *ClinicalRadiology*.doi:10.1016/j.crad.2020.05.002
7. Manoharan D., Sharma S., Das Ch. J., Kumar R., Singh G., Kumar P. (2018). Single-Acquisition Triple-Bolus Dual-Energy CT Protocol for Comprehensive Evaluation of Renal Masses: A Single-Center Randomized Noninferiority Trial. *American Journal of Roentgenology*. 2018;211:W22-W32. 10.2214/AJR.17.18786
8. Mitsumori L. M., Wang E., May J. M., Lockhart D. W., Branch K. R., Dubinsky Th. J., Shuman W. P. (2010). Triphasic Contrast Bolus for Whole-Chest ECG-Gated 64-MDCT of Patients With Nonspecific Chest Pain: Evaluation of Arterial Enhancement and Streak Artifact. *American Journal of Roentgenology*. 2010;194:W263-W271. 10.2214/AJR.09.2788
9. Nakhaei M., Mojtahedi A. & Brook O. R. (2020). Split-bolus CTA for mesenteric ischemia with a single scan opacifying arterial and mesenteric venous systems. *EuropeanRadiology*.doi:10.1007/s00330-020-06769-x
10. Ozkurt H., Ozdogan S., Camurcuoglu E. (2023). Split Bolus Method in Computerized Tomography. *SisliEtfalHastanTipBul*. Mar 21;57(1):18-24. doi: 10.14744/SEMB.2022.17003

11. Scialpi M., Pierotti L., Gravante S. et al. (2014). Split-bolus versus triphasic multidetector-row computed tomography technique in the diagnosis of hepatic focal nodular hyperplasia: a case report. *J MedCaseReports* 8, 425 (2014). <https://doi.org/10.1186/1752-1947-8-425>
12. Weininger M., Barraza J. M., Kemper C. A., Kalafut J. F., Costello Ph., Schoep U. J. (2011). Cardiothoracic CT Angiography: Current Contrast Medium Delivery Strategies. *American Journal of Roentgenology*. 2011;196:W260-W272. 10.2214/AJR.10.5814
13. Гомболевский В.А., Масри А.Г., Ким С.Ю., Морозов С.П. «Руководство для лаборантов по выполнению протоколов исследований на компьютерном томографе». Методические рекомендации №12. М.: ГБУЗ НПЦ МР ДЗМ. 2017. 56с.