

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛОСКОДЕТЕКТОРНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ НА С-ДУГЕ НА ФОНЕ КАПИЛЛЯРНОЙ ФАЗЫ АРТЕРИОГЕПАТИКОГРАФИИ (ПДКТ-АГ) ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ МЕТАСТАЗОВ КОЛОРЕКТАЛЬНОГО РАКА В ПЕЧЕНЬ

П.В. Балахнин – д.м.н., зав. отд. РХМДил
Г.М. Манихас – д.м.н., проф., главврач
М.Д. Ханевич – д.м.н., проф., зам. главврача по хирургии
Н.А. Аносов – к.м.н., зав. отд. компьютерной томографии
М.Х. Фридман – к.м.н., зав. отд. онкопроктологии (онкологическое отд. № 4)
Н.Ю. Антимоник – зав. химиотерапевтическим отд.
Е.Ю. Зорина – врач химиотерапевтического отд.
Р.В. Фадеев – врач отд. онкохирургии (онкологическое отд. № 9)
С.А. Юсифов – врач отд. онкохирургии (онкологическое отд. № 9)

СПб ГУЗ Городской клинический онкологический диспансер
Санкт-Петербург

Цель. Оценка возможности плоскодетекторной компьютерной томографии и ангиографии (ПДКТ-АГ) как метода визуализации и дифференциальной диагностики метастазов (МС) колоректального рака в печень (КРРП).

Материалы и методы. ПДКТ-АГ выполнили 41 пациенту. В 1-ю группу вошли 15 больных с поражением одной доли печени. Цель этого исследования – исключение метастатического поражения контралатеральной доли перед оперативным лечением. 2-ю группу составили 26 пациентов с билобарными метастазами в печень. Целью этого исследования стала оценка количества и размеров МС до начала и в процессе регионарной химиотерапии.

Сканирование проводили с задержкой от 10 до 22 секунд на фоне артериогепатикографии 15–40 мл Ультрависта-370 («Bayer Schering Pharma», Германия) со скоростью 2–4 мл/сек на гибридной ангиографической установке Innova-4100 («GE Healthcare», США) за 5 секунд с полем обзора 23 × 23 см.

Результаты. В 1-й группе выявлено 40 МС. В среднем – 3 (от 1 до 12) МС на одного больного. Средний диаметр МС – 36,7 мм (от 9,1 мм до 150 мм, медиана – 30,2 мм). Из них 14 (35%) МС диаметром 20 мм и менее.

Правосторонняя гемигепатэктомия выполнена 6 пациентам, левосторонняя – одному больному. При интраоперационном исследовании и морфологическом анализе удаленной доли не выявлено МС, не определявшихся при ПДКТ-АГ.

Во 2-й группе обнаружено 282 МС. В среднем 11 (от 2 до 31) МС на одного пациента. Средний размер МС – 17,4 мм (от 3,2 мм до 81,0 мм, медиана – 12,7 мм). Из них 209 (74%) МС диаметром 20 мм и менее. Частичный ответ отмечен у 11 больных, стабилизация – у 5 пациентов, прогрессирование – у 10 больных.

Выводы. ПДКТ-АГ – объективный и перспективный метод визуализации и дифференциальной диагностики МС КРРП.

Ключевые слова: плоскодетекторная компьютерная томография, метастазы колоректального рака в печень, ротационная рентгенография.

Введение

Печень – орган, наиболее часто подверженный метастатическому поражению у пациентов со злокачественными новообразованиями ободочной и прямой кишки. На момент выявления первичной опухоли толстой кишки у 25% пациентов уже есть метастатическое поражение печени (МСПП). Еще у 25–30% больных метастазы (МС) в ней возникают в течение последующих 2–3 лет. При этом общая выживаемость таких пациентов определяется главным образом прогрессированием МС в печень. Без лечения ожидаемая продолжительность жизни не превышает года [1].

Единственный метод радикального лечения МСПП – хирургическое вмешательство, которое обеспечивает 5-летнюю выживаемость на уровне 35–40%, а 10-летнюю – 20–25% [2]. Залог эффективности оперативного лечения – раннее выявление МС и точная предоперационная оценка резектабельности МСПП.

Сейчас методика выбора распространенности МС колоректального рака в печени (КРРП) до операции включает трехфазную мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ), магнитно-резонансную (МРТ) с применением внеклеточных и тканеспецифичных контрастных препаратов, позитронно-эмиссионную томографию (ПЭТ) [3]. Как СКТ, так и МРТ – высокочувствительные и специфичные методы диагностики крупных (более 20 мм в диаметре) МС КРРП [4, 5].

Однако эти способы исследования значительно менее чувствительны для визуализации мелких (< 20 мм) МС [6]. В связи с этим во время оперативного вмешательства обнаруживают 27–30% не выявленных на дооперационном этапе дополнительных МС КРРП [4]. При этом большинство из них имеют диаметр < 10 мм [7, 8].

В то же время проведенные ранее патологоанатомические исследования показали, что у пациентов с МС КРРП на каждый диаметр > 10 мм есть не меньше чем один МС диаметром < 10 мм [2]. Недооценка их распространенности в печени в значительной степени изменяет ход оперативного вмешательства или делает его проведение невозможным.

Таким образом, несмотря на значительный прогресс лучевых методов диагностики, выявление мелких (< 20 мм) МС КРРП на дооперационном этапе остается актуальной проблемой клинической онкологии.

Создание установок для проведения МСКТ

Цифровые плоскопанельные детекторы разрабатывались в 90-е годы прошлого века для классической рентгенологии с целью улучшения качества рентгеновского изображения, а также ускорения оцифровки сигнала. В последнее десятилетие на основе плоских панелей были созданы первые гибридные ангиографические установки (плоскодетекторные компьютерные томографы на С-дуге – ПДКТ), оснащенные алгоритмами сканирования, позволяющими выполнять объемную компьютерную томографию (КТ), основанную на использовании рентгеновского пучка конической формы [9]. Наиболее важное преимущество таких систем – исключительно высокое пространственное разрешение, достигающее 0,2 мм [10].

В связи с этим метод ПДКТ считается высокоинформативным и перспективным для визуализации высококонтрастных или хорошо контрастируемых структур, таких, как мелкие артерии различных органов [11], аневризмы артерий головного мозга диаметром 3 мм и менее [12], гиперваскулярные первичные и метастатические опухоли печени [13], трабекулярные структуры костей, нервные пути после люмбальной миелографии [10] и др.

В то же время существенный недостаток установок ПДКТ – значительно более низкое по сравнению со спиральными томографами контрастное разрешение (1 НУ для МСКТ и 10 НУ для ПДКТ), обусловленное главным образом большим количеством рассеянной радиации, характерной для рентгеновских пучков конической формы [14], поэтому диагностическая роль ПДКТ как метода визуализации малоконтрастных мягкотканых структур, в том числе гиповаскулярных МС в печени, считается невысокой и практически не обсуждается в литературе [15].

Цель этой работы – оценка диагностических возможностей ПДКТ на фоне капиллярной фазы артериогепатикографии (АГГ) как метода визуализации и дифференциальной диагностики МС КРРП.

Материалы и методы

С июля 2007-го по декабрь 2009 г. ПДКТ-АГ было выполнено 41 пациенту. Больных разделили на 2 группы.

В 1-ю были включены 15 пациентов (8 мужчин и 7 женщин) 38–73 года с поражением одной доли печени – им предполагалось хирургичес-

кое вмешательство. ПДКТ-АГ этим больным выполняли с целью выявления (или исключения) метастатического поражения контралатеральной доли печени. Всем пациентам после диагностического этапа вмешательства была проведена катетеризация артерий печени для проведения регионарной (неoadьювантной или лечебной) химиотерапии (ХТ). У больных, которым в дальнейшем проведена операция, ПДКТ-АГ повторяли с интервалом 1,5–2 месяца с целью диагностики рецидива заболевания при проведении адьювантной РХ.

Во 2-ю группу вошли 26 пациентов (12 мужчин и 14 женщин) 42–68 лет с билобарными МС КРРП. Этим больным ПДКТ-АГ выполняли до начала регионарной противоопухолевой терапии с целью оценки распространенности опухолевого процесса в печени, а также во время лечения. В дальнейшем всем пациентам проведены курсы ХТ в виде химиоинфузии или химиоэмболизации артерий печени. В этой группе ПДКТ-АГ повторяли с интервалом 1,5–3 месяца для оценки эффективности проводимого лечения.

Исследование печени выполняли на гибридной ангиографической установке Innova-4100 («GE Healthcare», США), оснащенной плоскопанельным детектором 41 × 41 см (рис. 1 а).

Исследование начинали с цифровой субтракционной ангиографии (ЦСА) верхней брыжечной артерии и чревного ствола по общепринятой методике. Для катетеризации сосудов использовали катетер Cobra C2 5F («Cook», Europe), в качестве контрастного препарата применяли Ультравист-370 («Bayer Schering Pharma», Германия).

Для визуализации МС была разработана оригинальная методика внутриартериального контрастирования, позволяющая проводить сканирование печени непосредственно в капиллярную фазу АГГ. Эта методика контрастирования позволила исключить из анализируемого материала как крупные, так и более мелкие артерии печени, чем значительно улучшалось качество визуализации ее очаговых образований, а также уменьшалось количество потенциальных артефактов. Подбор параметров внутриартериального контрастирования и ПДКТ-АГ печени проводили в 6 этапов.

1. Устанавливали катетер в общую печеночную артерию и выполняли ЦСА с 20–30 мл Ультрависта-370, вводимого со скоростью 3–5 мл/сек. При этом определяли наличие или отсутствие рефлюкса из общей пече-

ночной в селезеночную артерию, продолжительность оптимального контрастирования паренхимы печени после начала введения контрастного препарата (КС), а также время, требовавшееся для прохождения его последней порции по печеночным артериям.

2. По данным ЦСА определяли оптимальную скорость введения КС (исключение рефлюкса в селезеночную артерию) и задержку начала сканирования с таким расчетом, чтобы оно проводилось в капиллярную фазу артериального контрастирования без наложения артериальной и портальной (за счет венозного кровотока из бассейна гастродуоденальной артерии) фазы (рис. 1 б).

3. Позиционирование пациента выбирали так, чтобы печень находилась в центре поля сканирования (23 × 23 см) как в прямой, так и в боковой проекциях.

4. На фоне введения 15–40 мл препарата Ультравист-370 со скоростью 2–4 мл/сек выполняли сканирование печени и его задержкой от 10 до 22 сек. Эту процедуру проводили за 5 сек со скоростью вращения гентри – 400 в сек, частотой рентгенографии – 30 кадров в сек и углом поворота – 204°.

5. При наличии aberrантных печеночных артерий, отходящих от левой желудочной или верхней брыжечной артерии, выполняли их последовательную катетеризацию и повторяли исследование по описанной методике.

6. Полученный массив данных проводили на рабочей станции ангиографической установки с применением программы реконструкции изображений Innova 3D. Ее обработку осуществляли с использованием матрицы 512 × 512 без режимов сглаживания. После процесса реконструкции изображений, который занимал в среднем 90 сек, осуществляли анализ данных в режиме MIP в 3 основных, а при необходимости – косых проекциях с толщиной среза 0,2 мм и объемом вокселя 0,5 мм (рис. 1 в, г).

При анализе томограмм выделяли 3 вида очаговых образований печени:

- 1) Очаговое образование, которое в капиллярную фазу на всех срезах (сагиттальных, аксиальных и коронарных) визуализировалось как образование округлой формы с ровными (мелкие МС) или неровными

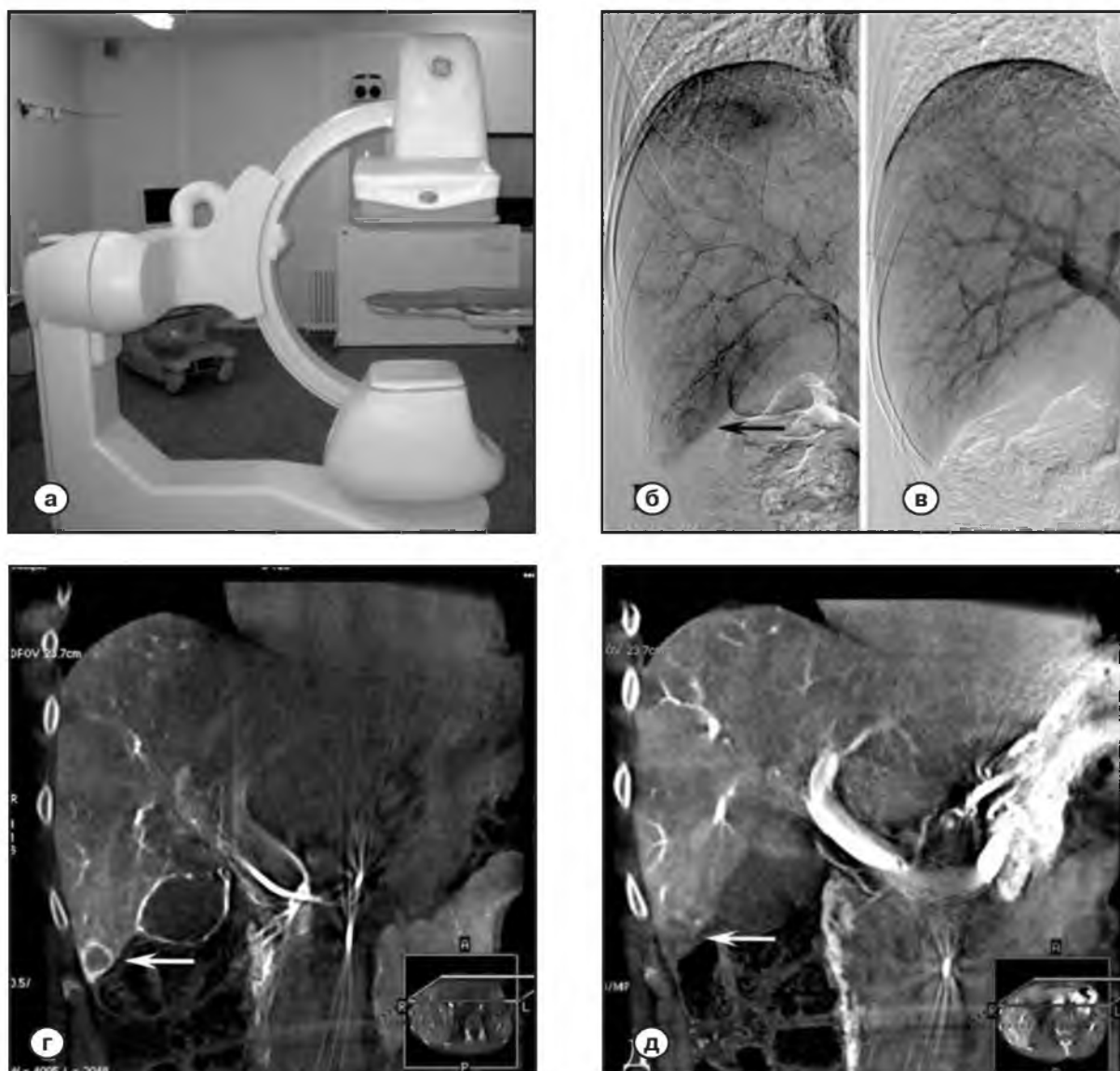


Рис. 1. Методика сбора и обработки данных при ПДКТ-АГ:
 а – гибридная ангиографическая установка Iptova-4100;
 б – капиллярная фаза артериогепатографии: определяется МС в 6-м сегменте печени (черная стрелка); в – возвратная артериопортография у того же пациента: МС не визуализируется;
 г – ПДКТ-АГ в капиллярную фазу: в 6-м сегменте печени определяется МС (белая стрелка) с типичным для данной фазы контрастированием («феномен мишени»);
 д – ПДКТ на фоне возвратной артериопортографии: в 6-м сегменте печени определяется МС (белая стрелка) с типичным для данной фазы контрастированием – гиподенсивный во всех отделах относительно неизменной паренхимы

(более крупные) контурами и характерным контрастированием – гиподенсивной по отношению к паренхиме печени (гиповаскулярной) центральной частью и гиперденсивным (гиперваскулярным) кольцом по периферии (рис. 2 а, б), определяли как МС КРРП.

Данный характер контрастирования в виде периферического усиления в артериальную фазу, известный также как «феномен мишени» или «феномен бычьего глаза», считали патогномичным для МС КРРП.

2) Очаговое образование, которое в капиллярную фазу визуализировалось как обра-

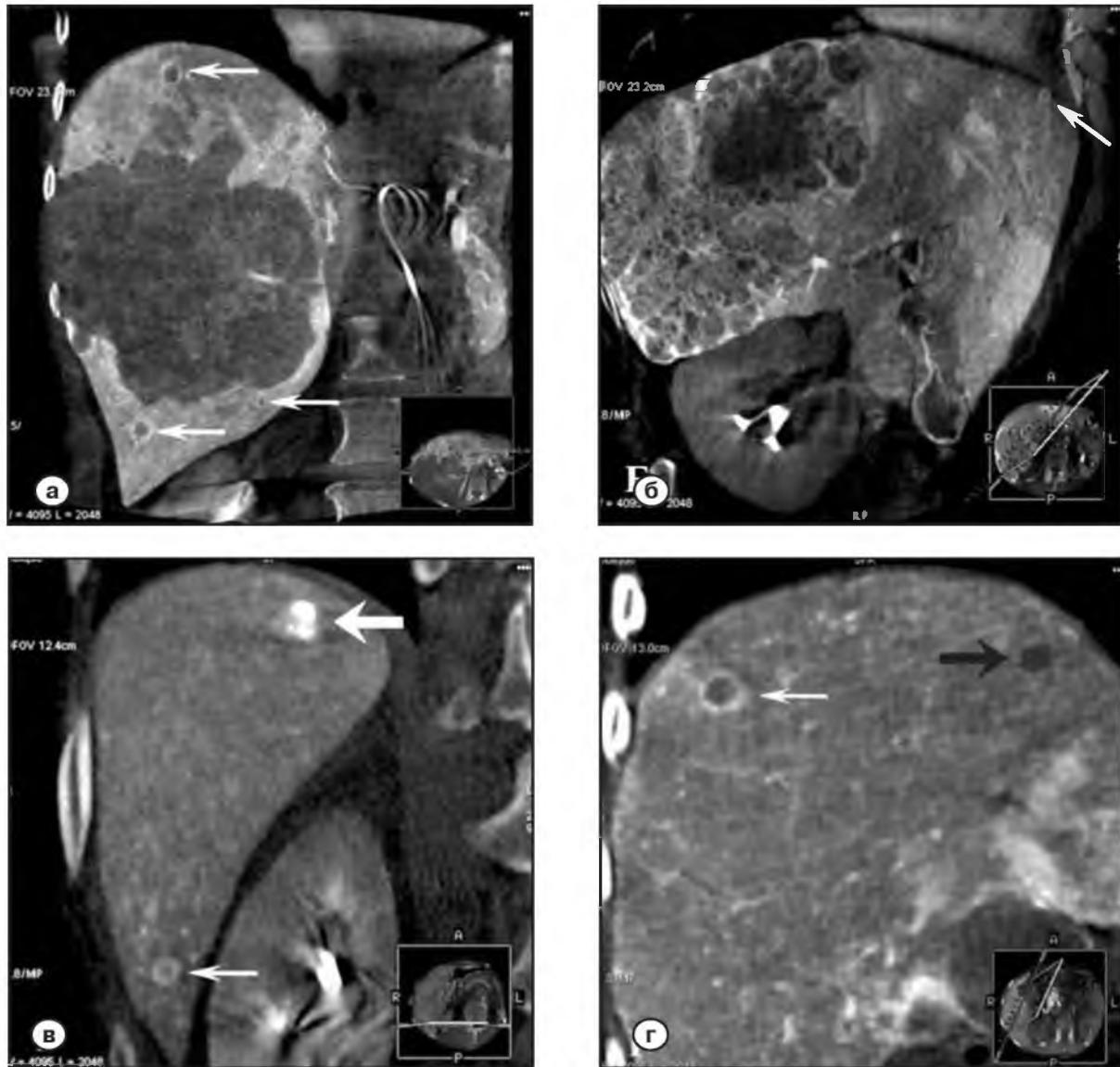


Рис. 2. Дифференциальная диагностика очаговых образований печени при ПДКТ-АГ:
 а – мелкие МС колоректального рака с характерным контрастированием диаметром 9,6 мм, 8,5 мм и 3,7 мм (белые стрелки);
 б – МС колоректального рака в правую долю печени. Визуализируется дополнительный МС в контралатеральной доле (белая стрелка) диаметром 5,4 мм;
 в – гемангиома печени (белая толстая стрелка) диаметром 14,6 мм с характерным глобулярным периферическим усилением. Одновременно визуализируется м.МС колоректального рака (белая тонкая стрелка);
 г – простая киста печени диаметром 7,5 мм с характерным контрастированием (черная толстая стрелка). Одновременно визуализируется МС колоректального рака (белая тонкая стрелка).

зование округлой формы с ровными или неровными контурами и характерным глобулярным периферическим усилением (лакунарным), соответствующим по плотности сосудам печени, определяли как гемангиому. Такие мелкие новообразования могли быть гомогенно гиперденсивными или гипо-

денсивными с характерной яркой центральной точкой («феномен яркой точки») (рис. 2 в).
 3. Очаговое образование, которое в капиллярную фазу на всех срезах визуализировалось как гиподенсивное по отношению к паренхиме печени, округлой формы с ровными контурами, без периферического

контрастного усиления (васкуляризации) (рис. 2 г), считали кистой.

При анализе полученных данных учитывали общее количество выявленных у каждого пациента очаговых образований, а также с наибольшим диаметром (20 мм и менее). Учитывали и их характер (МС, кисты, гемангиомы) и динамику новообразований в процессе проводимого лечения. У больных, подвергшихся оперативному вмешательству, во время операции производили визуальный осмотр и пальпацию печени для диагностики обнаруженных в ней МС. Удаленную во время вмешательства часть органа подвергали тщательному морфологическому и гистологическому исследованию для сравнения данных по количеству и локализации МС.

Результаты

При диагностической ПДКТ-АГ выявлено 351 очаговое образование в печени. Из них 322 расценены как метастатическое поражение, 8 – как кисты и 21 – как гемангиомы. Средний диаметр МС – 19,8 мм, гемангиом – 11,2 мм, кист – 14,7 мм, а медиана – соответственно 13,7 мм, 6,9 мм и 8,2 мм.

В 1-й группе выявлено 40 МС, 9 гемангиом и 3 кисты. Среднее количество на одного пациента – 3 (от 1 до 12) МС. Их средний диаметр – 36,7 мм (от 9,1 мм до 150,0 мм, медиана – 30,2 мм). При этом 26 (65%) МС были диаметром > 20 мм, 12 (30%) – от 20 мм до 10 мм, 2 (5%) МС – < 10 мм. У 2 пациентов выявлено поражение контралатеральной доли печени диаметром от 9,1 мм до 15,3 мм. В связи с этим больным не проводили оперативное вмешательство, и в дальнейшем они получали курсы РХ.

Изолированное метастатическое поражение левой доли наблюдалось у одного пациента, правой – у 12 больных. У 2 пациентов с поражением правой доли печени по данным АГ было выявлено прорастание опухоли в диафрагму, в связи с чем оперативное вмешательство им не проводилось, и больные получали курсы системной полихимиотерапии.

3 пациентам старческого возраста с тяжелой сопутствующей патологией в оперативном вмешательстве было отказано. В дальнейшем этим больным проводили РХ.

Операции выполнены в 8 случаях. У одного пациента при интраоперационном исследовании ворот печени были выявлены множественные мелкие МС в лимфоузлах, поэтому операционное вмешательство ему не проводилось.

6 пациентам с МС в правую долю печени выполнена правосторонняя гемигепатэктомия, одному больному с солитарным поражением левой доли – левосторонняя.

При интраоперационном исследовании ни у одного пациента не выявлены МС в контралатеральной доле печени, а при анализе обнаружено дополнительных МС и других очаговых образований в ее удаленной доле.

Во 2-й группе выявлено 299 очаговых образований, из которых 282 были расценены как МС, 12 – как гемангиомы и 5 – как кисты. В правой доле печени выявлено 192, в левой – 90 метастатических узлов. Среднее количество на одного пациента – 11 (от 2 до 31) МС. Их средний диаметр – 17,4 мм (от 3,2 мм до 81,0 мм, медиана – 12,7 мм). При этом 73 (26%) МС имели диаметр > 20 мм, 100 (35%) – от 20 мм до 10 мм, 109 (39%) МС – < 10 мм.

Всем больным 2-й группы выполняли повторные курсы ХТ. Химиоинфузию в печеночную артерию (ХИПА) проводили 18 пациентам, химиоэмболизацию артерий печени (ХЭПА) – 8 больным. Контрольную ПДКТ-АГ для оценки динамики метастатического процесса назначили перед очередным циклом тем, кто получал ХЭПА (через каждые 8–10 недель), и через цикл тем, кому была назначена ХИПА (через каждые 6 недель). За период наблюдения 26 пациентам ПДКТ-АГ выполнена 59 раз. На момент анализа материала было проведено 87 циклов ХТ (от одного до 7, в среднем – 3). По данным ПДКТ-АГ частичный ответ на лечение в виде уменьшения суммы максимальных диаметров всех образований в печени на 30% и более наблюдали у 11 больных (рис. 3 а, б).

Из них 4 пациентам проведено 6 циклов РХ, и их отправили на динамическое наблюдение. 7 больных продолжали получать лечение в сроки от 60 дней до 17 месяцев. Стабилизация опухолевого процесса в печени на момент анализа материала отмечена у 5 пациентов. Все они получали терапию от 60 дней до 7 месяцев от начала лечения. Прогрессирование заболевания в виде увеличения суммы максимальных диаметров всех образований в печени на 20% и более или появления новых МС в ней выявлено у 10 больных в среднем через 6 месяцев от начала химиотерапии (рис. 3 в, г).

Обсуждение

Математические принципы применения конического (вместо веерного) рентгеновского

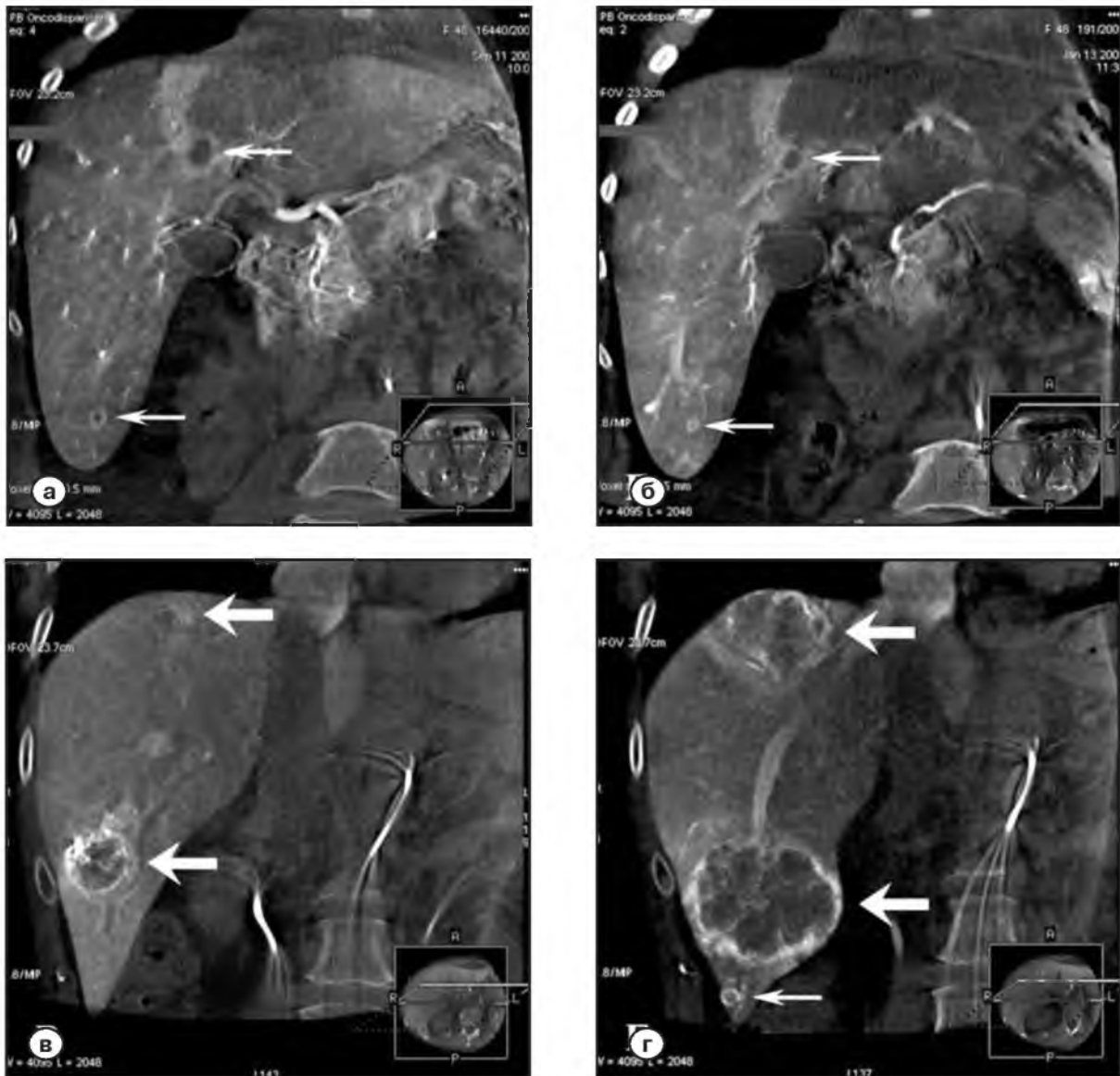


Рис. 3. Оценка эффективности терапии при ПДКТ-АГ:
 а – МС колоректального рака в печень (белые стрелки) до лечения;
 б – частичный ответ после проведения 5 циклов химиоинфузии в печень;
 в – МС колоректального рака в печень (толстые белые стрелки) до лечения;
 в – прогрессирование после 3 циклов ХЭПА в виде увеличения диаметра МС (толстые белые стрелки) и появления нового узла (тонкая белая стрелка)

пучка в компьютерных томографах были разработаны и изучены Л. А. Фельдкампом (L.A. Feldkamp) более 25 лет назад. Основная идея его алгоритма – возможность реконструкции трехмерных изображений, полученных с использованием рентгеновского излучения конической формы, путем сбора информации с проекций, укладываемых в поворот гентри на $180^\circ +$ угол рентгеновского пучка.

Плоскопанельные диагностические системы имеют ряд неоспоримых преимуществ, главные из которых – быстрая скорость сканирования (одна ротация занимает несколько секунд), открытый контур гентри и исключительно высокое пространственное разрешение. Еще одно преимущество – возможность сканирования за одну ротацию больших областей тела человека.

Так, ангиографическая установка Innova-4100 с плоскостанельной матрицей размерами 41 × 41 см, оснащенной 10 242 детекторами, позволяет производить сбор информации с полем обзора 23 × 23 см, что считается принципиально важным при исследовании крупных паренхиматозных органов, таких, как печень.

В последнее время ПДКТ получает все большее признание как высокоинформативный вспомогательный метод трехмерной визуализации и навигации при проведении различных интервенционно-радиологических вмешательств, таких, как химиоэмболизация гипervasкулярных опухолей печени (выявление питающих сосудов и паразитарного кровотока, оценка качества эмболизации) [16, 17], предоперационная эмболизация ветвей воротной вены, частичная – селезеночной артерии (оценка уровня и качества эмболизации), планирование и наложение портосистемных шунтов [18], стентирование аорты и периферических артерий, кифо- и вертебропластика, чрескожная гастростомия и эндобилиарные вмешательства [19]. В то же время в связи с более низким контрастным разрешением по сравнению с МСКТ диагностическая роль ПДКТ как методики визуализации малоконтрастных мягкотканых структур, в том числе гиповаскулярных МС в печени, считается невысокой и практически не обсуждается в литературе.

Сейчас методы выбора дооперационной оценки распространенности МС КРРП – трехфазная МСКТ (выполняемая в артериальную, портальную и интерстициальную фазы), МРТ с применением внеклеточных и тканеспецифичных контрастных препаратов и ПЭТ [3]. Как МСКТ, так и МРТ – высокочувствительные методы диагностики крупных (> 20 мм) МС КРРП (чувствительность методов – соответственно 97,2% и 91,7%, специфичность – 82% и 90%) [4, 6].

Однако эти способы исследования значительно менее эффективны для диагностики МС диаметром от 20 мм до 10 мм (чувствительность МСКТ не превышает 77,9%, а МРТ – 89,6%) [6]. Еще менее эффективны они при выявлении МС диаметром < 10 мм (чувствительность МСКТ не превышает 16–47,7%, МРТ без контрастирования – 51–53,8%, МРТ с контрастированием – 67,7–83,0%) [5, 7, 8].

Сопоставима с МСКТ диагностическая роль ПЭТ. Чувствительность такого метода диагностики для выявления МС КРРП диаметром > 20 мм – 95%, от 20 мм до 10 мм – 75% и 10 мм и меньше – не больше 16% [8].

Очень обнадеживающе для диагностики различных очаговых образований печени выглядят возможности МРТ с применением гепатотропного КС Примовист («Bayer Schering Pharma», Германия) [20]. Однако результатов исследований, посвященных роли этой методики для диагностики МС КРРП, в том числе МС диаметром < 20 мм, пока не опубликовано.

Таким образом, во время оперативного вмешательства обнаруживают 27–30% дополнительных МС КРРП, не выявленных на дооперационном этапе [4]. Большинство из них диаметром 10 мм и меньше и только 20% – от 10 мм до 20 мм [8]. Так что несмотря на достигнутый в последние десятилетия значительный прогресс лучевых методов диагностики, существует необходимость поиска новых, более чувствительных и специфичных методик диагностики МС КРРП.

В 80-е и 90-е годы XX века (до появления спиральных томографов) томография на фоне инвазивной АГ сосудов печени считалась «золотым стандартом» предоперационной оценки поражения органа первичными и метастатическими опухолями.

При этом для диагностики гипervasкулярных опухолей (гепатоцеллюлярный рак, МС нейроэндокринных опухолей, меланомы, рак щитовидной железы, почки, молочной железы и др.), как правило, применяли сочетание двух методик исследования – КТ на фоне АГГ (КТ-АГ) и томографию на фоне возвратной сплено- или портографии (КТ-АП) [21, 22].

В то же время для диагностики гиповаскулярных МС, и в первую очередь МС КРРП, «золотым стандартом» была методика КТ-АП [23], а КТ-АГ применяли только некоторые авторы и лишь для повышения специфичности исследования [22]. Несмотря на достаточно высокую чувствительность, оба метода исследования имели ряд серьезных ограничений.

Главный из них – сложность проведения, требовавшее слаженной работы двух отделений – ангиографии и компьютерной томографии. Во время транспортировки пациента из одного в другое могло произойти смещение катетера из целевой артерии, что искажало результаты исследования.

Второй существенный недостаток – большое количество артефактов, обусловленных для КТ-АП дефектами портальной перфузии, связанными с тромбозом сегментарных ветвей воротной вены, наличием венозного вклада из бассейна правой желудочной вены, вены желчных протоков и пузырной, а также наличием

артериопортальных шунтов и др. [24], а для КТ-АГ – выраженным артериальным усилением паренхимы печени при тромбозе сегментарных ветвей воротной вены и крайней сложностью дифференцировки мелких МС от артерий [22]. Еще один существенный недостаток КТ-АП – невозможность проведения дифференциальной диагностики между метастатическим поражением печени и доброкачественными образованиями, такими, как гемангиомы и кисты, поскольку все они в портальную фазу выглядели одинаково [24].

Все эти ограничения привели к тому, что с появлением МСКТ и совершенствованием МРТ эти методы были незаслуженно забыты и их практически перестали применять [25–27].

В то же время в литературе практически никогда не обсуждался вопрос диагностической роли КТ-АГ (и, в частности, на фоне капиллярной фазы контрастирования) как самостоятельного метода диагностики МС КРРП.

Тем не менее появление гибридных диагностических систем, позволяющих проводить томографию печени за несколько секунд с высоким пространственным разрешением, открывает новые возможности развития этой методики контрастирования. Для устранения низкого контрастного разрешения ПДКТ были применены параметры внутриартериального контрастирования, дающие возможность создать максимальную разность контрастов между МС (точнее – их богатой капиллярами периферической зоной роста) и неизменной паренхимой печени. Для устранения артефактов, обусловленных визуализацией артериального русла, проводили сканирование печени в капиллярную фазу контрастирования.

До появления КТ и УЗИ АГ была единственным методом визуализации МСПП. Рентгенохирургам, занимающимся опухолями печени, хорошо известно, что при проведении диагностической АГ МС КРРП, как и другие МС и первичные опухоли, наиболее четко визуализируются во время селективной АГГ (рис. 1 б).

Выполнение возвратной портографии всегда считалось методом визуализации воротной вены на предмет ее сдавления или прорастания и никогда методикой выявления МС, которые практически не видны в портальную фазу (рис. 1 в, д).

Обусловлено это тем, что МС КРРП размером > 1 мм кровоснабжаются исключительно из артериального русла. Кроме МС, артериальное поступление крови имеют и соединительнотканые структуры органа – строма

печени, стенки желчных протоков и стенки воротной вены, в то время как гепатоциты, составляющие основной объем печени, питаются преимущественно из системы воротной вены.

Заключение

Таким образом, введение КС в артериальное русло дает возможность создать достаточно высокую разность контрастирования между МС и паренхимой печени. Не менее важно и то, что в артериальную фазу также возможно провести дифференциальную диагностику между МС, кистами и гемангиомами в печени.

Сканирование органа исполнено именно на фоне селективной АГГ в капиллярную фазу прохождения КС.

Эта фаза контрастирования оптимальна по двум причинам. Во-первых, из зоны сканирования исключаются очень контрастные структуры в виде собственной, долевых и сегментарных печеночных артерий, что позволяет аппаратуре автоматически настроить параметры сканирования для визуализации менее контрастных структур. Во-вторых, это значительно облегчает последующий анализ томограмм, так как крупные артерии могут симулировать мелкие МС и приводить к появлению достаточно большого количества артефактов [21, 22].

Гибридные ангиографические установки с функцией ПДКТ наиболее приемлемы для проведения различных видов инвазивных диагностических вмешательств, поскольку не требуют транспортировки пациента из рентгенохирургии в отделение компьютерной томографии и позволяют выявлять структуры размером около 1 мм.

Предложенная методика контрастирования дает возможность подобрать оптимальную скорость введения и объем КС, чтобы обеспечить наилучшую визуализацию МС, что в значительной степени нивелирует недостатки низкого контрастного разрешения аппаратуры.

Высокое пространственное разрешение плоскодетекторного томографа Innova-4100, а также предложенная методика контрастирования позволили выявить и четко дифференцировать множество мелких (диаметром 20 мм и менее) МС, которые были обнаружены в 69% случаев. При этом 35% МС – диаметром от 20 мм до 10 мм. А < 10 мм, представлявшие наибольшие трудности для визуализации и

дифференциальной диагностики, составили в данном исследовании 34% от общего количества наблюдений.

Выводы

Таким образом, томография в капиллярную фазу АГГ может быть более информативным методом диагностики по сравнению с томографией в фазу возвратной портографии, поскольку она не имеет такого количества артефактов, обусловленных тромбозом ветвей воротной вены, коллатеральным портальным кровотоком, наличием артериопортальных фистул, гемангиом и кист печени.

В проведенном исследовании большая часть пациентов не была оперирована, в связи с чем у них не получено морфологического подтверждения наличия мелких МС. Но в то же время все больные были прослежены в динамике. У большинства из них отмечено либо увеличение размеров МС, либо уменьшение их на фоне химиотерапии, что свидетельствует об опухолевой природе МС.

Таким образом, методика ПДКТ на фоне капиллярной фазы АГГ – перспективный метод визуализации МС КРРП. Для уточнения роли такого способа диагностики МСПП в сравнении с другими методиками необходимо проведение дополнительных исследований. ■

Список литературы

1. Гранов А.М., Таразов П.Г., Гранов Д.А. и др. Современные тенденции в комбинированном хирургическом лечении первичного и метастатического рака печени. *Ann. хир. гепатол.* 2002; 7 (2): 9–17.
2. Paschos K., Bird N. Current diagnostic and therapeutic approaches for colorectal cancer liver metastasis. *Hippokratia.* 2008; 12 (3): 132–138.
3. Kanematsu M. et al. Imaging liver metastases: review and update. *Eur. J. Radiol.* 2006; 58 (2): 217–228.
4. Scaife C.L. et al. Accuracy of preoperative imaging of hepatic tumors with helical computed tomography. *Ann. Surg. Oncol.* 2006; 13 (4): 542–546.
5. Regge D. et al. Diagnostic accuracy of portal-phase CT and MRI with mangafodipir trisodium in detecting liver metastases from colorectal carcinoma. *Clinical. Radiology.* 2006; 61 (4): 338–347.
6. Kim K.W. et al. Small (≤ 2 cm) hepatic lesions in colorectal cancer patients. Detection and characterization on mangafodipir trisodium-enhanced MRI. *AJR.* 2004; 182 (5): 1233–1240.
7. Bartolozzi C. et al. Detection of colorectal liver metastases. A prospective multicenter trial comparing unenhanced MRI, MnDPDP-enhanced MRI, and spiral CT. *Eur. Radiol.* 2004; 14 (1): 14–20.
8. Wiering B. et al. Comparison of multiphase CT, FDG-PET and intra-operative ultrasound in patients with colorectal liver metastases selected for surgery. *Ann. Surg. Oncol.* 2007; 14 (2): 818–826.
9. Kalender W.A., Kyriakou Y. Flat-detector computed tomography (FD-CT). *Eur. Radiol.* 2007; 17 (11): 2767–2779.
10. Buhk J. et al. Angiographic computed tomography is comparable to multislice computed tomography in lumbar myelographic imaging. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 2006; 30 (5): 739–741.
11. Housseini A.M. et al. Comparison of three-dimensional rotational angiography and digital subtraction angiography for the evaluation of the liver transplants. *Clinical. Imaging.* 2009; 33 (2): 102–109.
12. Rooij W.J. et al. 3D rotational angiography. The new gold standard in the detection of additional intracranial aneurysms. *Am. J. Neuroradiol.* 2008; 29 (5): 976–79.
13. Meyer B.C. et al. Visualization of Hypervascular Liver Lesions During TACE. Comparison of Angiographic C-Arm CT and MDCT. *AJR.* 2008; 190 (4): 263–269.
14. Orth R.C. et al. C-arm cone-beam CT: general principles and technical considerations for use in interventional radiology. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2008; 19 (6): 814–821.
15. Irie K. et al. DynaCT soft-tissue visualization using an angiographic C-arm system. Initial clinical experience in the operating room. *Operative Neurosurg.* 2008; 62 (3): 266–272.
16. Meyer B.C. et al. Contrast-enhanced abdominal angiographic CT for intra-abdominal tumor embolization. A new tool for vessel and soft tissue visualization. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2007; 30 (4): 743–749.
17. Meyer B.C. et al. The value of combined soft-tissue and vessel visualisation before transarterial chemoembolisation of the liver

- using C-arm computed tomography. *Eur. Radiol.* 2009; 19 (9): 2302–2309.
18. Hirota S. et al. Cone-beam CT with flat-panel-detector digital angiography system/ Early experience in abdominal interventional procedures. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2006; 29 (6): 1034–1038.
 19. Wallace M.J. et al. Three-dimensional C-arm cone-beam CT. Applications in the interventional suite. *J. Vasc. Interu. Radiol.* 2008; 19 (6): 799–813.
 20. Raman S.S. et al. Improved characterization of focal liver lesions with liver-specific gadoxetic acid disodium-enhanced magnetic resonance imaging: a multicenter phase 3 clinical trial. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 2010; 34 (2): 163–172.
 21. Irie T. et al. CT evaluation of hepatic tumors. Comparison of CT with arterial portography, CT with infusion hepatic arteriography, and simultaneous use of both techniques. *AJR.* 1995; 164 (6): 1407–1412.
 22. Kanematsu M. et al. Detection and characterization of hepatic tumors: value of combined helical CT hepatic arteriography and CT during arterial portography. *AJR.* 1997; 168 (5): 1193–1198.
 23. Matsui O. et al. Liver metastases from colorectal cancers. Detection with CT during arterial portography. *Radiology.* 1987; 165 (1): 65–69.
 24. Soyer P. et al. Hepatic metastases from colorectal cancer: detection and false-positive findings with helical CT during arterial portography. *Radiology.* 1994; 193 (1): 71–74.
 25. Valls C. et al. Helical CT versus CT arterial portography in the detection of hepatic metastasis of colorectal carcinoma. *AJR.* 1998; 170 (5): 1341–347.
 26. Semelka R.C. et al. Liver metastases: comparison of current MR techniques and spiral CT during arterial portography for detection in 20 surgically staged cases. *Radiology.* 1999; 213 (1): 86–91.
 27. Schwartz L. et al. Prospective, blinded comparison of helical CT and CT arterial portography in the assessment of hepatic metastasis from colorectal carcinoma. *World. J. Surg.* 2006; 30 (10): 1892–1901.

PRELIMINARY RESULTS OF FLAT-DETECTOR COMPUTED TOMOGRAPHY USING C-ARM SYSTEMS DURING CAPILLARY PHASE OF INFUSION HEPATIC ARTERIOGRAPHY (FD-CT-A) IN THE DETECTION AND ASSESSMENT OF COLORECTAL LIVER METASTASES

P.V. Balakhnin, G.M. Manikhas, M.D. Khanevich, N.A. Anosov, M.H. Fridman, N.Ju. Antimonik, E.Ju. Zorina, R.V. Fadeev, S.A. Jusifov

Purpose. Was to evaluate possibilities of FD-CT-A as a method of colorectal liver metastases (CLM) detection and differential diagnostics.

Materials and methods. FD-CT-A was performed to examine 41 patients. Patients with lobe CLM (n = 15) were included into the 1st group. Purpose was to exclude metastatic lesions of contralateral lobe before surgical treatment. Patients with bilobar metastatic spread (n = 26) were included into the 2nd group. Purpose was to detect metastases before and during regional therapy. Scanning was performed on the hybride angiographic system Innova-4100 «GE Healthcare, USA» with 5 sec scanning time, fov 23 × 23 cm, delay from 10 to 22 sec during hepatic arteriography 15–40 ml Ultravist-370 «Bayer Schering Pharma, Germany» with rate 2–4 ml/sec.

Results. In the first group 40 CLM were detected. The number of metastases in each patient ranged from 1 to 12 (mean – 3). The size of metastases ranged from 9,1 mm to 150,0 mm (mean – 36,7 mm, median – 30,2 mm). 14 of all CLM (35%) were 20 mm and less. Right hemihepatectomy was provided for 6 patients, left hemihepatectomy – for one. In the second group 282 CLM were detected. The number of metastases in each patient ranged from 2 to 31 (mean – 11). The size of metastases ranged from 3,2 mm to 81,0 mm (mean – 17,4 mm, median – 12,7 mm). 209 of all CLM (74%) were equal or smaller then 20 mm in diameter.

Conclusion. FD-CT-A is the perspective method for detection and differential diagnostics of CLM.

Key words: colorectal liver metastases, flat-detector computed tomography, C-ARM cone-beam computed tomography.

Адрес для корреспонденции:
Балахнин Павел Васильевич
Тел.: (812) 752-94-71
E-mail: balahnin_p@mail.ru