

# Роль МСКТ, МРТ, ДВИ, ПЭТ/КТ, 3D-реконструкции и виртуальной эндоскопии в выявлении патологии толстой кишки

В. Н. Соколов<sup>1</sup>, Е. С. Ситникова<sup>2</sup>, Г. М. Рожковская<sup>1</sup>, В. М. Цвиговский<sup>1</sup>, Т. К. Дорофеева<sup>1</sup>, Л. В. Анищенко<sup>1</sup>  
А. А. Корсун<sup>1</sup>, Е. М. Дойкова<sup>1</sup>, А. И. Мудрова<sup>2</sup>, О. С. Арбатская<sup>1</sup>, Д. В. Соколов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Одесский национальный медицинский университет, Украина

<sup>2</sup>Областная клиническая больница, Одесса, Украина

## Резюме

**Введение.** Компьютерная томография (КТ-колоноскопия) является хорошо отработанным методом в выявлении патологии толстой кишки. Превосходные результаты могут быть достигнуты при обнаружении как колоректального рака, так и полипов, если при проведении КТ-колоноскопии применяется метод виртуальной колоноскопии. В этой статье рассматриваются показания, противопоказания, методика и интерпретация, в том числе возможные подводные камни при проведении КТ-колоноскопии рака прямой и ободочной кишки, которые сегодня можно без преувеличения обозначить как проблему мирового масштаба. Приводятся возможные преимущества комбинированных методов МСКТ, ДВИ, ПЭТ/КТ в диагностике различных локализаций рака толстой кишки.

**Цель исследования.** Установить роль МСКТ, МРТ, ДВИ, ПЭТ/КТ, 3D-реконструкции и виртуальной эндоскопии в выявлении патологии толстой кишки, определить показатели эффективности лечения и критерии рецидивирования опухолей.

**Материал и методы исследования.** Сравнивались возможности МСКТ-колонографии, ДВИ, ПЭТ/КТ и виртуальной колонографии. Этими методами обследованы 645 пациентов, в том числе — 240 с подозрением на рак, 105 — с полипами. Результаты сканирования оценивались в опции Colon CT. ПЭТ/КТ проводилась с использованием меченой <sup>18</sup>F ФДГ (2-фтор-флюоро-дезоксиглюкоза).

**Результаты.** Виртуальная колоноскопия обнаружила 90% полипов диаметром 10 мм и более (с такой же точностью, что и колоноскопия). Однако, колоноскопия не всегда показана и может вызвать осложнения. Чувствительность МСКТ в диагностике полипов, размером в 6 мм, составляет 90%, при проведении колоноскопии — 99%. При размерах опухолей более 1 см чувствительность обоих методов достигает 100%.

**Выводы.** МСКТ-колоноскопия высокоинформативный метод выявления инвазивного рака толстой кишки, демонстрирующий 100% чувствительность и специфичность, а для диагностики полипов толстой кишки — 76%. Применение МСКТ может увеличить точность дооперационного выявления опухоли толстой кишки, уточнить стадию заболевания, выявить рецидив опухоли и определить эффективность проведения лучевой терапии. ДВИ-МРТ информативен для обнаружения инвазии стенки толстой кишки или очень маленького отсева в брюшину.

*Ключевые слова:* интенсивность сигналов в серии МСКТ, ДВИ, ПЭТ/КТ; оценка метаболической активности глюкозы в опухоли левой ткани.

ISSN 1812-7231 Клін. інформат. і Телемед. 2019, т. 14, вип. 15, сс. 88–105. <https://doi.org/10.31071/kit2019.15.08>

## Введение

Рак прямой и ободочной кишки (колоректальный рак, или КРР) можно без преувеличения обозначить как проблему мирового масштаба.

Известно, что на первом месте по заболеваемости, среди мужчин, стоит рак легкого, среди женщин — рак молочной железы, и КРР постепенно выходит на 2-е место. Тенденция к непрерывному росту заболеваемости особенно выражена в индустриально развитых странах. Являясь центром современного глобализованного мира, они вовлекают в свою орбиту страны с менее развитой экономикой, навязывая им в числе многих факторов свой «индустриальный» образ жизни. Одной из характеристик такого образа жизни является питание. Именно с его особенностями большинство ученых связывают быстрый рост заболеваемости и смертности от колоректального рака.

Приведем некоторые данные, позволяющие представить масштаб проблемы. Так, по данным ВОЗ, ежегодно в мире регистрируется около одного миллиона новых случаев больных КРР, при этом более 150 тысяч случаев заболевания

приходится на США. В этой стране ежегодно от КРР умирает 55 тысяч больных. В США смертность от КРР находится на 3 месте. В Украине в 2018 году зарегистрированный показатель заболеваемости КРР — 38 случаев на 100 тысяч населения, что соответствует европейским и мировым тенденциям. В Украине за последние 20 лет рак толстой кишки переместился с 6-го на 3-е место у женщин после рака молочной железы и яичников и на 3-е у мужчин, уступая лишь раку легкого и предстательной железы.

Заболевают довольно часто как мужчины, так и женщины. Очень часто рак толстой кишки возникает из полипов. Нередко в кишечнике встречаются лимфомы (3% случаев). 5-и летняя выживаемость при раке составляет 83%, если опухоль ограничена лишь стенкой, 70%, если опухоль переходит на периколический жир, 30%, если имеются регионарные метастазы, и 10%, если имеются отдаленные метастазы в печень или легкие.

Лимфомы тонкой кишки подразделяются на полиповидные и язвенные. Злокачественную лимфому толстой кишки лучше разделить на два типа: локализованный и диффузный. Лимфоме локализованного типа присущи такие характерные черты,

как более значительная протяжённость поражения и более гладкая поверхность в зоне поражения.

Выделены факторы риска заболевания КРР: возраст пациентов старше 50 лет, особенности питания, генетические синдромы (диффузный семейный полипоз, синдром Гарднера-Тернера, синдром Пейтца-Эггера), болезнь Тюрка, наличие аденом ободочной кишки, язвенный колит, болезнь Крона, наличие в анамнезе КРР у родственников, ранее перенесенный рак молочной железы и/или женских половых органов.

У больных с хроническими воспалительными заболеваниями прямой кишки, особенно с язвенным колитом, частота заболеваемости КРР значительно выше, чем в общей популяции. На степень риска возникновения рака влияют длительность и клиническое течение заболевания.

Полипы чаще всего возникают на фоне гиперплазированных складок. Лимфомы встречаются в дистальных отделах тонкой кишки и слепой кишки. Полипы чаще выявляются у мужчин (60%), реже у женщин (40%). Размеры, при которых происходит малигнизация полипов, следующие: менее 5 мм – 0%, 5–9 мм – 1%, 10–20 мм – 10%, более 20 мм – 40–50%.

Существующие методики не всегда позволяют установить характер имеющихся изменений в толстой кишке. Например, стандартная ирригоскопия с помощью бария может выявлять лишь большие полипы и в 80% случаев рак толстой кишки, причем чаще всего экзофитный, реже эндофитный (70–75%). Проводимые тесты на скрытую кровь по литературным данным [16] характеризуются низкой чувствительностью и специфичностью. Колоноскопия (КС) не всегда показана и нередко чревата осложнениями. В литературе [15] предлагается проводить виртуальную колоноскопию и незамедлительно проводить фиброколоноскопию для удаления выявленных с помощью виртуальной колоноскопии полипов. Однако, сведения на этот счет достаточно разноречивы, порой базируются на небольшом количестве наблюдений и, нередко, недостаточно грамотно интерпретируются. Виртуальная колоноскопия (скрининг рака толстой кишки с помощью компьютерной томографии) выявляет 90% больших предраковых полипов.

## Цель исследования

Установить критерии мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) инфильтрирующего и экзофитного рака толстой кишки; возможности технологий диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ) и позитронно-эмиссионной компьютерной томографии (ПЭТ/КТ) в диагностике рака толстой кишки; определить достоверность выявления полипов при помощи МСКТ, 3D-реконструкции и виртуальной эндоскопии; установить отличительные особенности изображения полипов и полипообразного утолщения складок слизистой, полученных с помощью мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ); определить критерии прорастания опухоли стенок кишки; оценить эффективность химиолучевого и хирургического лечения; определить рентгенологические критерии рецидивирования опухолей.

## Материалы и методы

МСКТ-колоноскопия была проведена у 645 пациентов (240 с подозрением на рак, 105 – с полипами). Подготовка к исследованию проводилась по стандартной методике: соблюдение диеты в течение 2–3 суток, употребление большого количества жидкости для очищения кишечника, прием слабительного, 2-х разовое очищение кишечника с помощью клизмы. Вечером, накануне, пациенты принимали фортранс (Fortrans®) или флит (FleetPhospho-soda®). За 30 минут до обследования

были введены 5 мл бускопана (Buscopan®) или коктейля, состоящего из 2 мл но-шпы (No-Spa®), 2 мл папаверина (Papaverine®) и 1 мл баралгина (Baralgin®).

Протокол сканирования включал коллимацию (толщину среза) от 1 до 3 мм (в среднем 1–1,5); интервал реконструкции – 1–2 мм; питч (pitch) – 1,5–2,0 и мягкотканый алгоритм реконструкции для оптимизации 3D изображения. Полученные результаты сканирования оценивались в опции Colon CT.

Реконструированные изображения были толщиной 2–2,5 мм для оптимального выявления мелких полипов и дифференциации их от каловых масс. Переформатирование производилось во фронтальной плоскости с толщиной среза 2–2,5 мм. При исследовании прямой кишки переформатирование – в сагиттальной плоскости.

Доза облучения при проведении МСКТ колоноскопии составляла 6–12 мГр. При проведении скрининга эта доза уменьшалась до 3–6 мГр («техника низкой дозы»). «Технику низкой дозы» использовали для установления причин непроходимости колоноскопа или при невозможности проведения ирригоскопии.

Проводилось введение контраста, что является необходимым условием: накануне обследования. Для этого использовалась жидкая бариевая взвесь до 400–500 мл с целью обволакивания комочков кала. Это особенно важно для лиц пожилого возраста, которые не могут в совершенстве подготовиться к обследованию. Внутривенное введение контраста производилось по показаниям, особенно, при подозрении на рецидив опухолевого процесса, определении перехода опухоли на периколический жир, для оценки эффективности проводимой лучевой или химиотерапии. Количество вводимого контраста было не менее 100 мл, оптимально – 120 мл. Внутривенное контрастирование проводилось во всех случаях при отсутствии возможности хорошей подготовки кишечника к исследованию.

При применении аксиальных изображений использовалось мягкотканное окно, которое позволяет лучше визуализировать полипы. Мягкотканное окно также лучше визуализирует жировые повреждения. Использовались 3 позиции: аксиальная, сагиттальная и коронарная, которые демонстрируют хорошее разрешение (рис. 1).

При использовании 3-D обзора отчетливо визуализируются невидимые повреждения, расположенные позади гаустральных складок. Иногда возникают трудности при наличии большого количества жидкости или каловых масс. В этих случаях пациенты обследовались на спине и на животе.

Как правило, курсор устанавливали в одном из окон, чаще всего представляющем аксиальную или фронтальную одномерную плоскость (MPR-проекция). Затем переходили от формата объема одномерного на трехмерный. С помощью прицельной навигации можно было проводить осмотр толстой кишки снаружи и изнутри.

Использовалась стандартная рентгенография брюшной полости, МСКТ (мультиспиральная компьютерная томография), МРТ (магнитно-резонансная томография), ДВИ (диффузионно-взвешенные изображения) и ПЭТ/КТ (позитронно-эмиссионная томография).

МСКТ исследования проводились на 4-х и 64-срезовых аппаратах фирмы «Toshiba». МРТ исследования проводились с напряженностью поля 1,5 Т.

Как известно, ДВИ предоставляет информацию о внеклеточном пространстве, количестве клеток в ткани и состоянии целостности плазмалеммы, позволяет визуализировать внутри- и трансцеллюлярное броуновское движение молекул воды в биологических тканях. При использовании ДВИ введено понятие измеряемого коэффициента диффузии (ИКД). ИКД представляет собой градиент кривой, которая строится при сопоставлении значений  $b$  по оси  $x$  и  $\log$  относительной

интенсивности сигнала ткани по оси  $y$ . ИКД выражается в миллиметрах квадратных в секунду. Значение ИКД можно определить автоматически, обведя на карте исследуемую область. ДВИ получали при значениях коэффициента диффузионного затухания  $b = 50 \text{ с/мм}^2, 400 \text{ с/мм}^2, 800 \text{ с/мм}^2$ . Для каждого очага определялся измеряемый коэффициент дозы на картах ИКД. ПЭТ/КТ проводилась с использованием меченой  $^{18}\text{F}$  (фтор) ФДГ (2 фтор-флюородиоксиоглюкоза).

## Результаты и обсуждение

Злокачественные опухоли подразделяются на эндофитные или инфильтративные, экзофитные и смешанные опухоли. Нередко встречаются лимфомы. При инфильтративных опухолях, определялось утолщение стенок толстой кишки свыше 12–13 мм, при норме 2–3 мм. Последние циркулярно суживают просвет кишки. На рис. 2 представлены инфильтративные опухоли с концентрическим сужением кишки. На рис. 3 – смешанный компонент опухоли: кольцевидная инфильтрация с экзофитным компонентом внутри и с прорастанием его в окружающую клетчатку. Изображение опухоли сигмовидной кишки на МСКТ значительно отличалось от изображения опухоли, полученного с применением бариевой взвеси. Виртуальная колоноскопия отчетливо выявила опухолевое образование. На рис. 4 представлена опухоль слепой кишки с большим экзофитным компонентом.

МСКТ-исследование ободочной кишки проводилось в случаях подозрения на опухоль и при наличии трудностей с выполнением стандартных методов исследования толстой кишки, обусловленных резкой болезненностью, выраженной долихосигмой, недержанием клизмы, невозможностью обследования правых отделов толстой кишки, постлучевыми изменениями, при подозрении на ранние постоперационные осложнения. Также в случае массивного экстраорганного роста для оценки распространенности процесса и выявления экстраорганных рецидивов опухоли.

Экзофитная форма рака была определена у 86 пациентов, эндофитная – у 66 и смешанная форма у 54. У ряда больных были выявлены лимфомы как в тонкой, так и толстой кишке. Размеры полипов: до 5–6 мм у 48 чел., 6–9 мм у 70 чел., свыше 10 мм у 62 чел.

При экзофитных опухолях раковая опухоль имеет бугристую поверхность и как бы состоит из нескольких узлов. Применение контрастирования способствует выявлению прорастания опухоли стенки кишки и окружающей жировой клетчатки или брыжейки.

Клинический пример: больная с опухолью печеночного угла толстой кишки (рис. 5) была прооперирована, поступила повторно через 3 года. Жалоб не предъявляла. Показатели крови были в норме. Стул нормальный, потери веса не отмечено.

При повторной КТ-колоноскопии отчетливо видна неизменная зона анастомоза без признаков рецидивирования (рис. 6).

При раковом поражении кишки, как правило, наблюдается увеличение брыжеечных лимфоузлов (рис. 7) и прорастание опухоли в прилежащую жировую клетчатку. Это нередко оказывает давление на наружную стенку кишки (рис. 8, 9, 10). На рис. 11 в опции теневых проекций обнаруживаются два полипа. Один из них находится в печеночном углу толстой кишки, другой – на латеральной стенке прямой кишки. Размер первого полипа 1,2 см, второго – 0,5 см.

Как указывалось ранее, факторами риска заболевания колоректальным раком являются:

1. Возраст пациентов старше 50 лет;
2. Особенности питания;
3. Генетические синдромы (диффузный семейный полипоз, синдром Гарднера–Тернера, синдром Пейтца–Эгерса), болезнь Тюрка;
4. Наличие аденом ободочной кишки;
5. Язвенный колит;
6. Болезнь Крона;
7. Наличие в анамнезе КРР у родственников, ранее перенесенный рак молочной железы и/или женских половых органов.

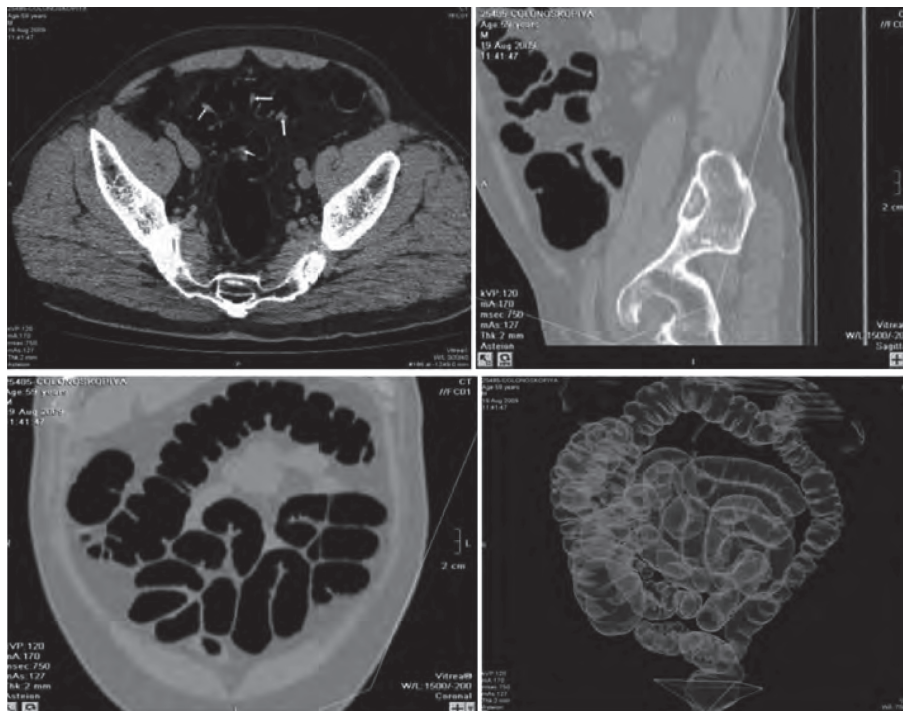


Рис. 1. МСКТ-колонография толстой кишки в норме.

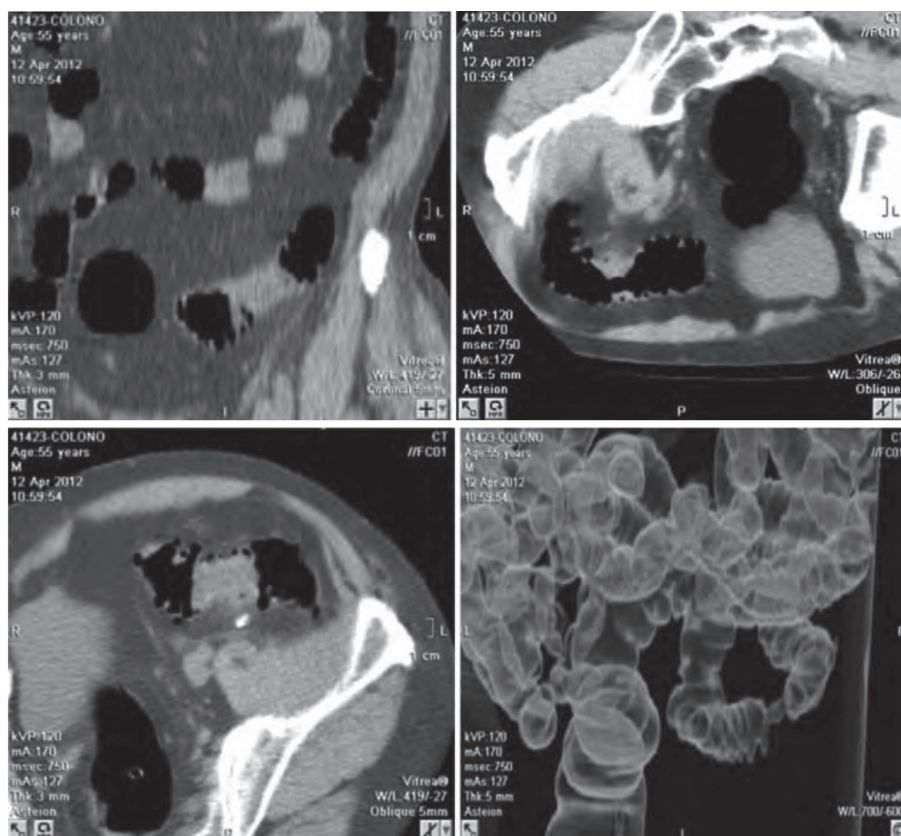


Рис. 2. Инфильтрирующая опухоль сигмовидной кишки.

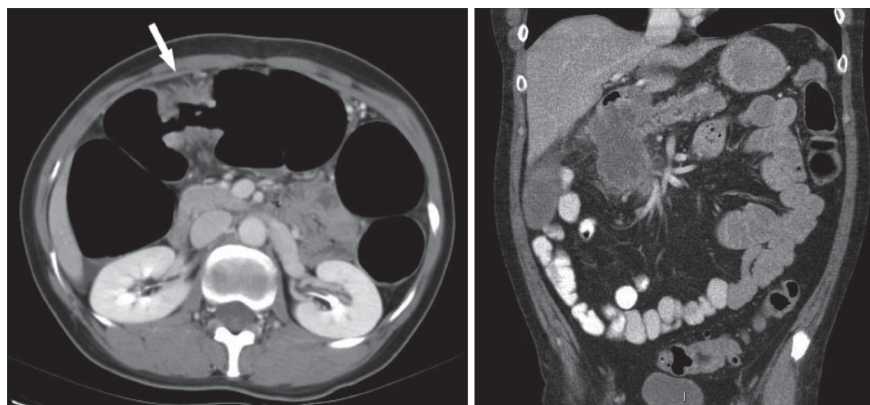


Рис. 3. Инфильтрирующая опухоль поперечно-ободочной кишки.



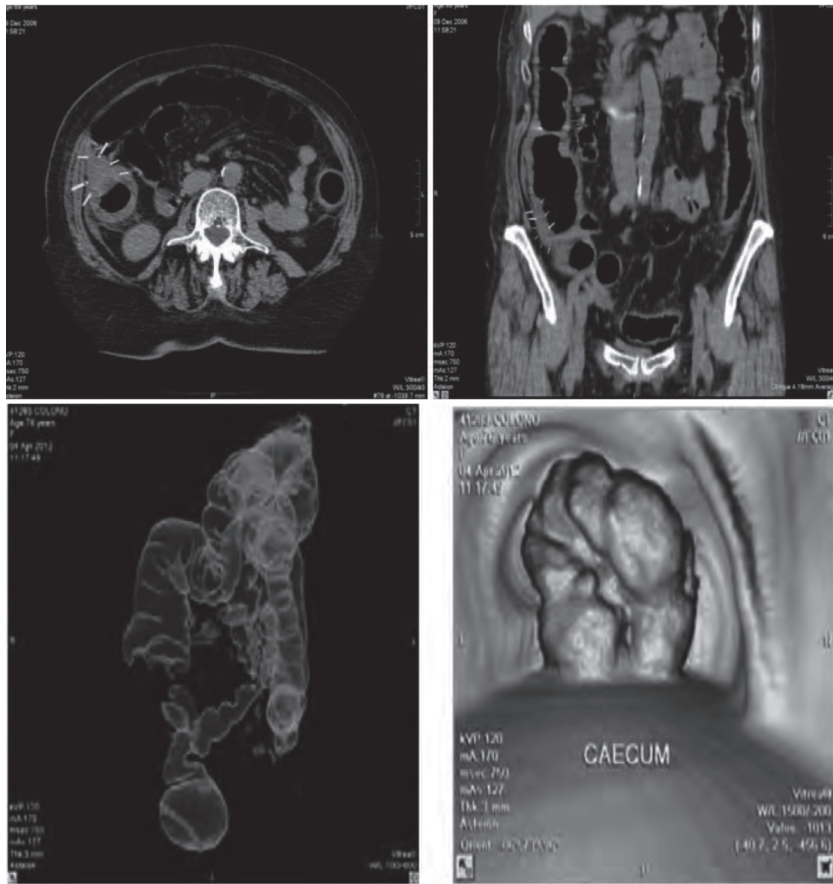


Рис. 4. Опухоль слепой кишки с большим экзофитным компонентом (стрелки).

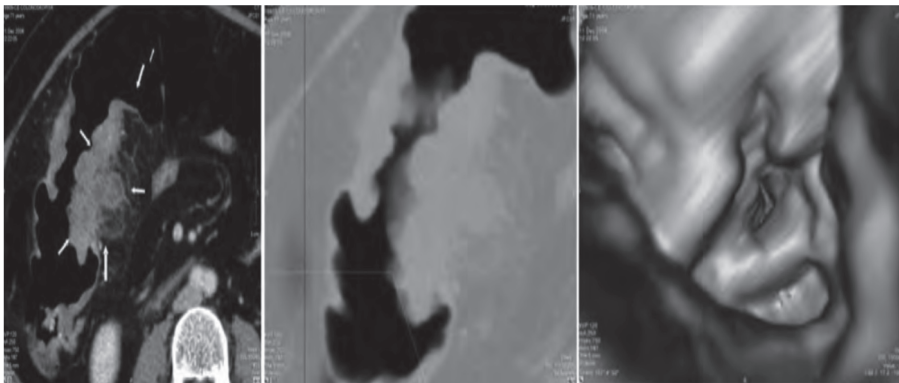


Рис. 5. МСКТ и спиральная колонография.

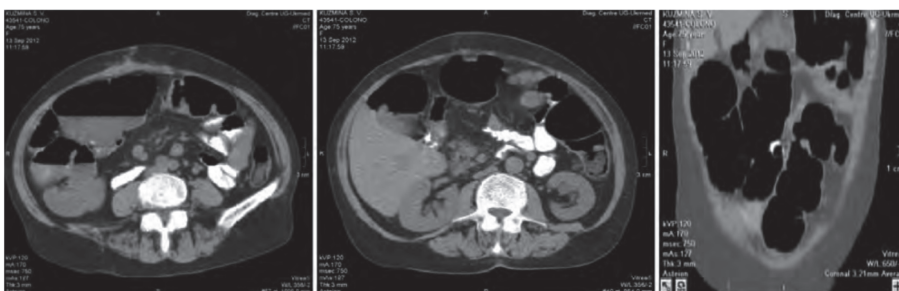


Рис. 6. На МСКТ отчетливо видна неизменная зона анастомоза без признаков рецидивирования.



Рис. 7. МСКТ и спиральная колонография. Опухоль сигмовидной кишки.

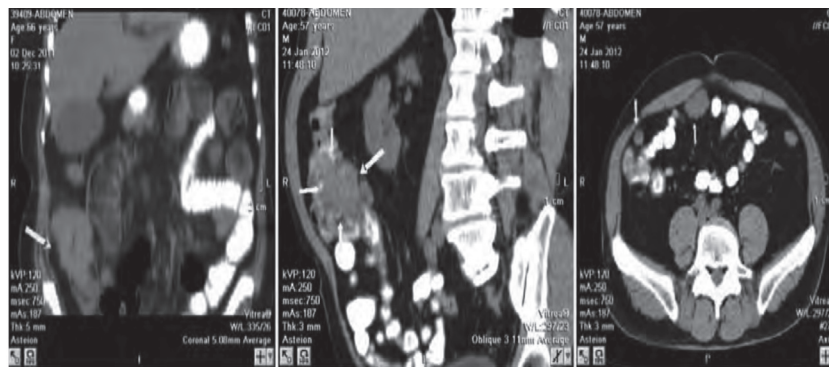


Рис. 8. МСКТ. Опухоль слепой кишки с метастазами в брюшную полость.

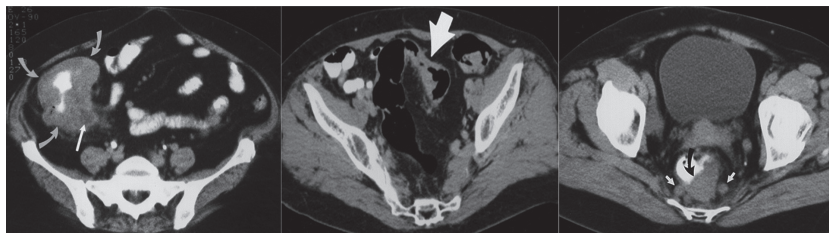


Рис. 9. МСКТ — рак толстой кишки (слепая кишка, поперечно-ободочная кишка, прямая кишка — стрелки).

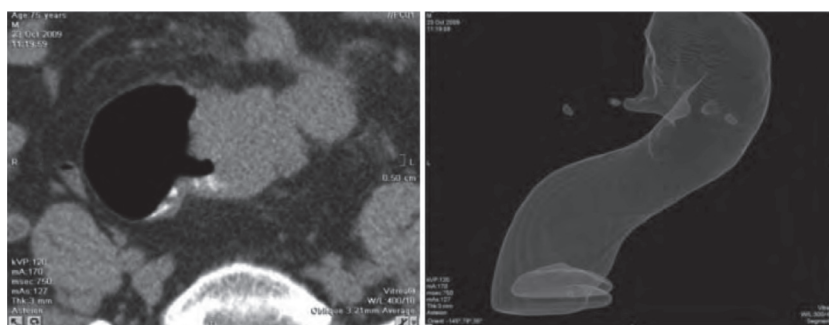


Рис. 10. МСКТ и виртуальная колоноскопия. Опухоль ректосигмоидного отдела кишки с конгломератами лимфоузлов.

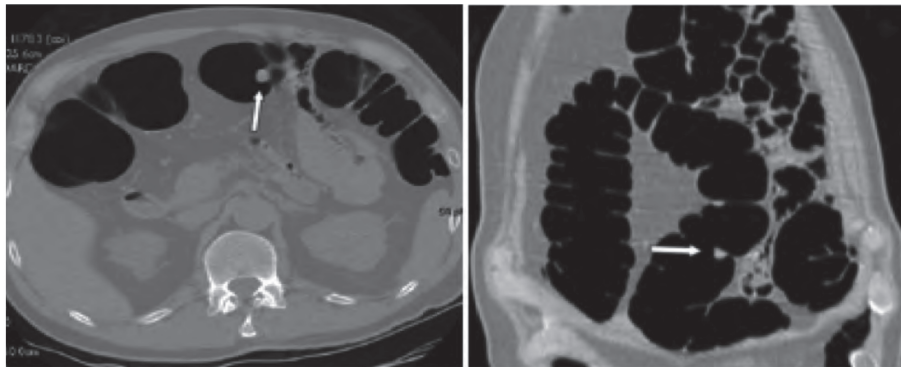


Рис. 11. Два полипа в просвете толстой кишки (стрелки).

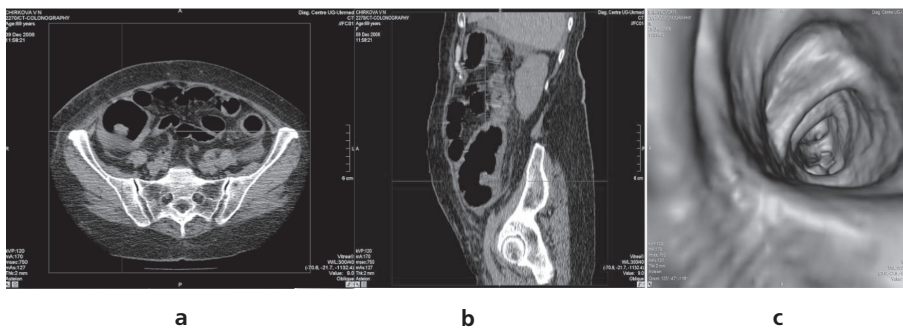


Рис. 12. МСКТ и виртуальная колонография. (с — см. цветную вкладку).

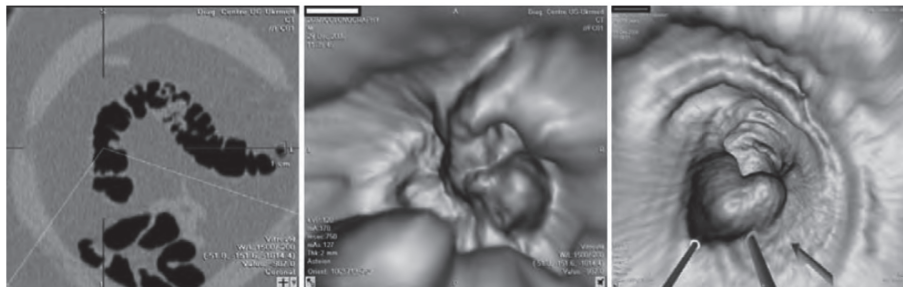


Рис. 13. МСКТ и виртуальная колонография. Аденоматозные полипы..

У больных с хроническими воспалительными заболеваниями прямой кишки, особенно с язвенным колитом, частота рака прямой кишки значительно выше, чем в общей популяции. На степень риска возникновения рака влияют длительность и клиническое течение заболевания. По данным литературы [18] Pickhardt P. J., Hassan C., Halligan S., Marmo R. Colorectal cancer, риск возникновения рака прямой кишки при длительности заболевания до 5 лет составляет от 0 до 5%, до 15 лет — 1,4–12%, до 20 лет — 5,4–20 %, до 30 лет — 50%.

Кроме полипов, ложными в дифференциально-диагностическом плане являются гиперпластические складки, которые напоминают аденоматозные полипы. Проблема решается с помощью виртуальной колонографии, которая дает четкое представление о наличии аденоматозного полипа по сохранению нормального внутреннего рисунка кишки, гаустрации (рис. 12).

На аксиальной томограмме изменения ничем не отличаются от изображения рака слепой кишки с прорастанием в периколлическую жировую клетчатку. Виртуальная колонография указывает на воспалительный процесс с сохранением гаустрации.

Опухолевые образования величиной более 1 см и гиперпластические массы в 10–25% могут быть карциномами. Больные с названными процессами обязательно должны быть обследованы с помощью фиброколоноскопии для взятия биоптата.

При проведении лучевой терапии мы обращали внимание на особенности распределения контраста в опухоли и окружающих тканях (в процессе и после облучения). Выраженное снижение накопления контраста опухолью свидетельствовало о хорошем эффекте проводимой лучевой терапии.

На рис. 13 демонстрируются множественные аденоматозные полипы разной величины: от 0,6 до 1,5 см и более. Пациенту было предложено их удалить.

Жировые полипы, особенно полипы на ножке, очень подвижны и могут затруднять интерпретацию их изображения. На рис. 14 представлено изображение большого жирового полипа на длинной ножке, размером до 1,8 см. Полип был удален при последующей колоноскопии.

Чувствительность МСКТ в диагностике полипов размером в 6 мм составляет 90%, при проведении колоноскопии — 99%.



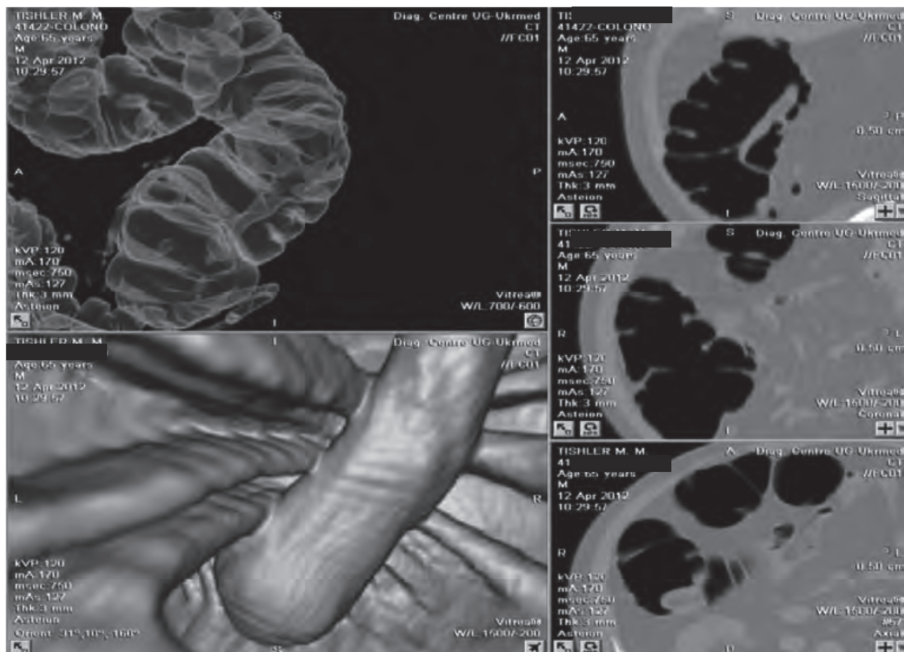


Рис. 14. Виртуальная колонография. Большой жировой полип на ножке.

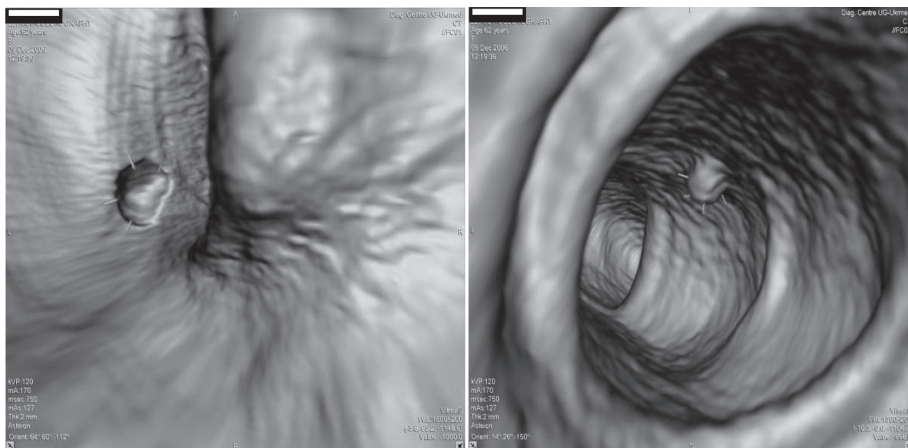


Рис. 15. Виртуальная колоноскопия полипа и кусочка каловой массы (см. цветную вставку).

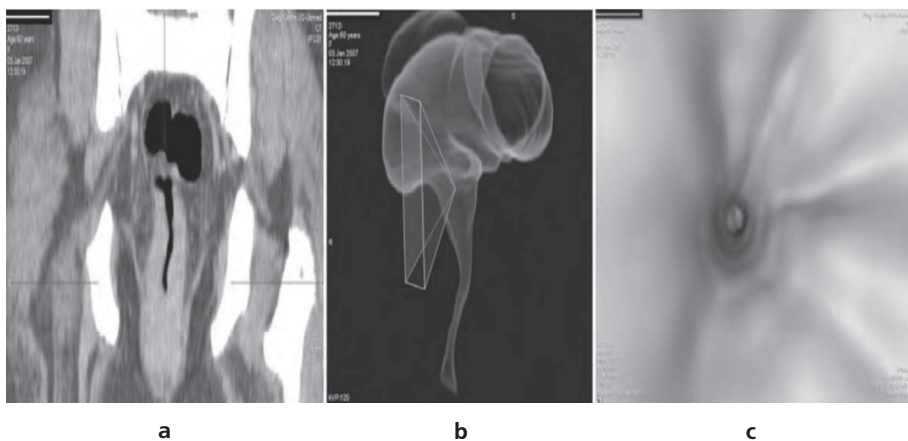


Рис. 16. МСКТ и виртуальная колонография рака прямой кишки после проведенной лучевой терапии. (b; c — см. цветную вставку).



При размерах опухолей более 1 см чувствительность обоих методов достигает 100%.

Точность МСКТ варьирует значительно и зависит от степени распространенности процесса. При прогрессировании процесса опухолевый рост может наблюдаться не только в области анастомоза, но и в прилегающих участках, при этом опухоль значительно накапливает контраст. Следует также обращать внимание на состояние регионарных лимфоузлов.

Полипы необходимо дифференцировать с мелкими каловыми массами (полипы сохраняют свою структуру независимо

от положения пациента, каловые кусочки смещаются при изменении положения пациента). Кроме того, над каловыми массами всегда определяются пузырьки воздуха, и отсутствует накопление контраста (рис. 15).

При проведении лучевой терапии необходимо выявить особенности распределения контраста в опухоли и окружающих тканях (в процессе облучения и после него). Выраженное снижение накопления контраста опухолью свидетельствует о хорошем эффекте проводимой лучевой терапии.

Ниже приводятся результаты обследования пациентов с использованием ДВИ и ПЭТ/КТ.

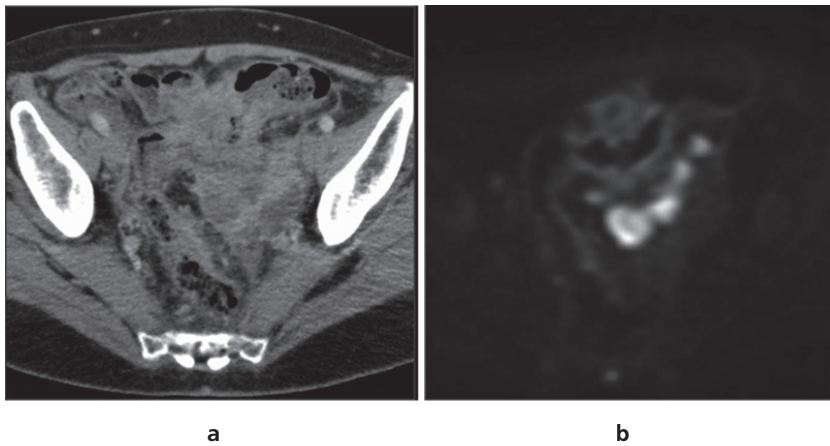


Рис. 17. (а) КТ: рак сигмовидной кишки. (б) ДВИ: более информативно для выявления опухоли и метастазов.

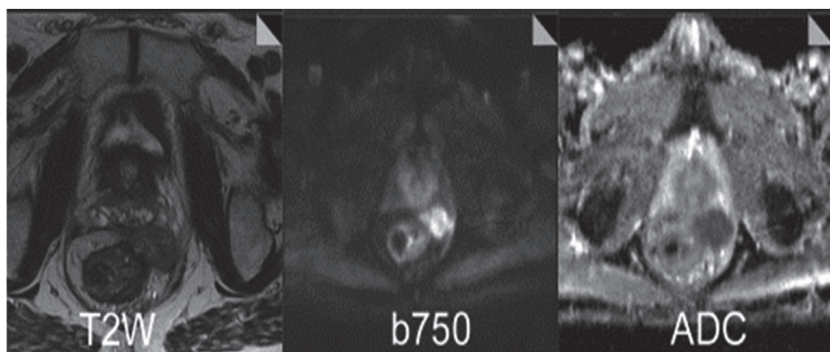


Рис. 18. T2 — взвешенное изображение показывает хорошо очерченное поражение в периректальном пространстве. ДВИ получено при значении  $b = 750$  и демонстрирует высокий сигнал.

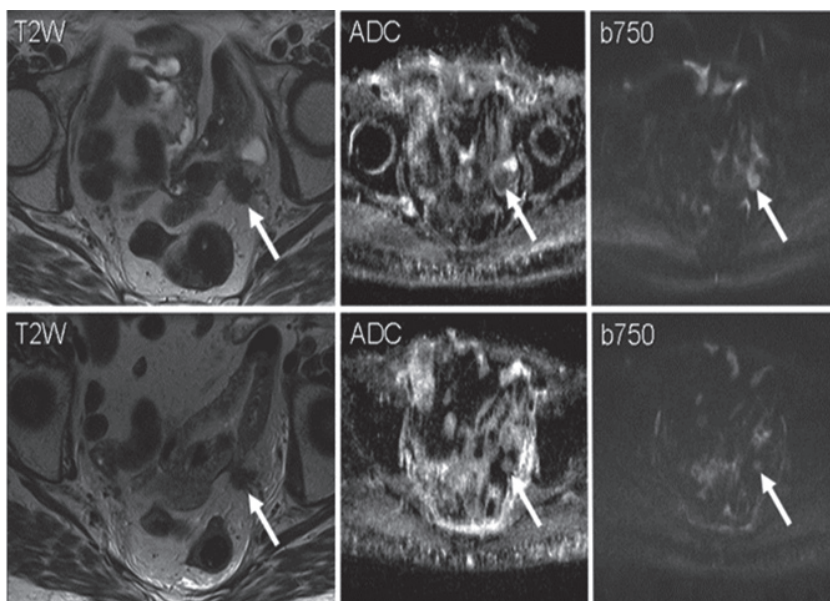


Рис. 19. Диффузионно-взвешенная МРТ используется при мониторинге реакции на лечение.

Верхний ряд (рис. 19) демонстрирует периректальную массу (стрелка) на T2-взвешенной МРТ, ИКД и градиент изображения  $b=750$  у данного пациента с ректальным раком и метастазами в локальных лимфатических узлах. После химиотерапии (рис. 19, нижний ряд) опухолевое поражение в размерах уменьшилось, имеет более высокие значения

измеряемого коэффициента диффузии соответствующий нижний сигнал на  $b=750$  изображении.

Позитронно-эмиссионная томография в комбинации с МСКТ с высокой точностью позволяет диагностировать как небольшие опухоли толстой кишки, так и метастазы, в том числе опухолевую диссеминацию по брюшине.

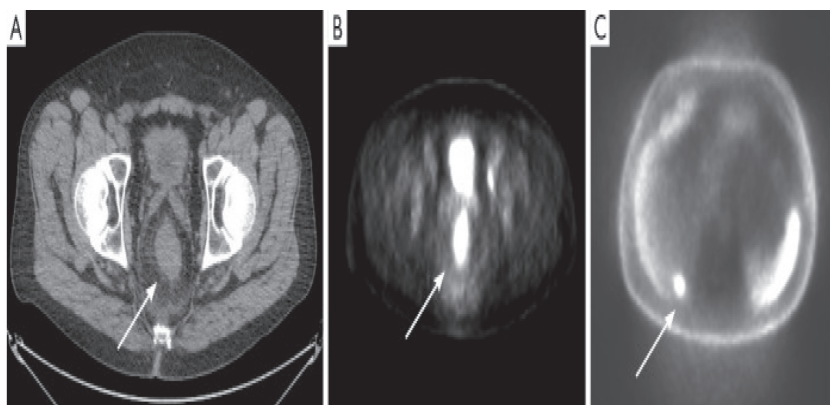


Рис. 20. ПЭТ/КТ опухоли прямой кишки с метастазом в печень (стрелки).

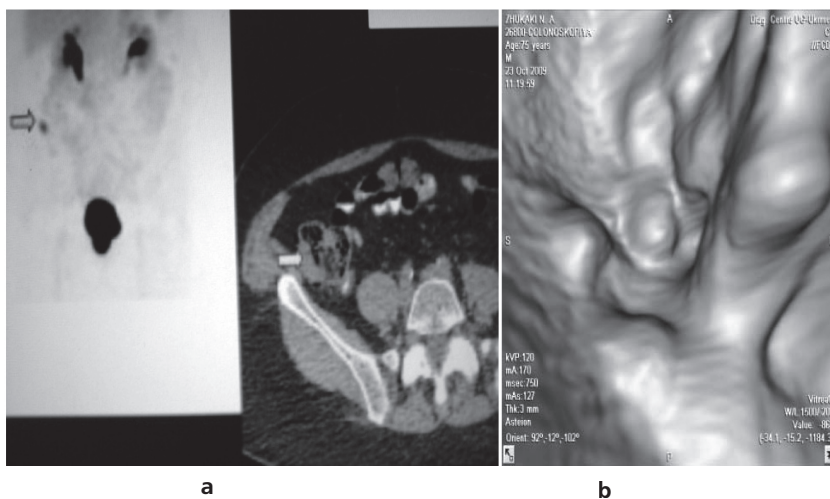


Рис. 21. МСКТ, спиральная томография и ПЭТ/КТ опухоли слепой кишки. (b — см. цветную вкладку)

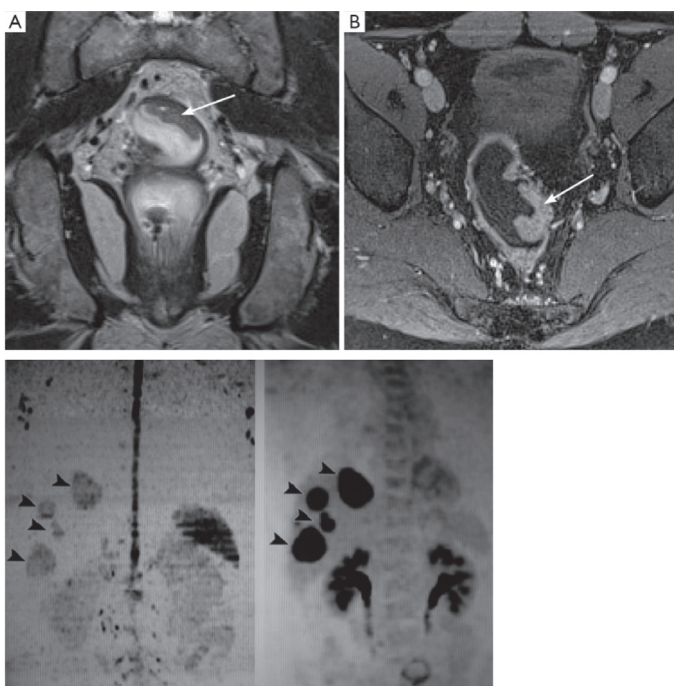
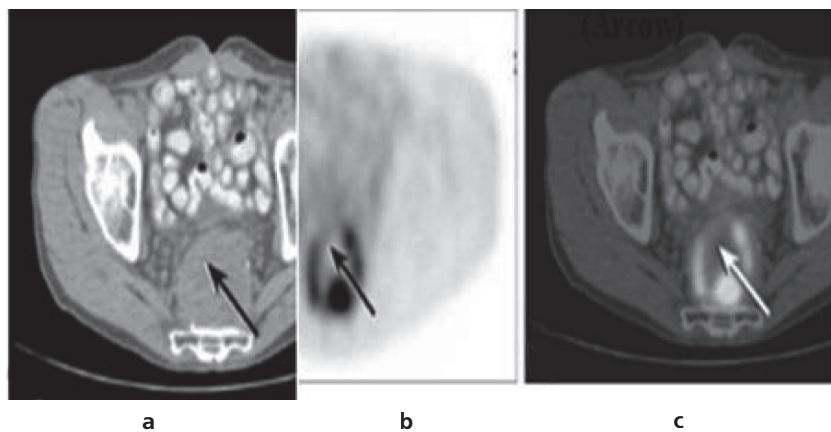
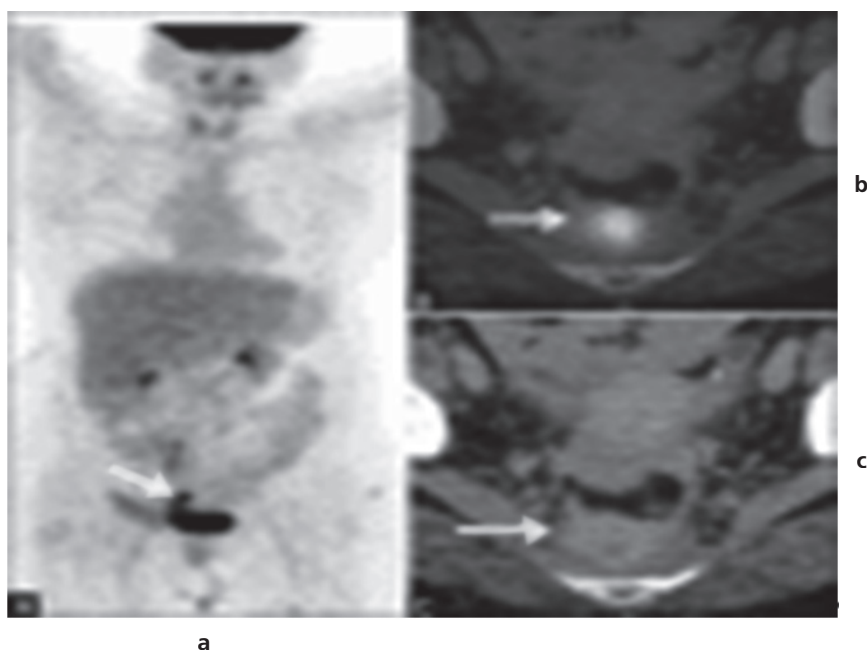


Рис. 22. КТ, МРТ, ПЭТ/КТ при раке прямой кишки с метастазами в печень.



**Рис. 23. МСКТ и ПЭТ/КТ Рецидив рака прямой кишки. (а) МСКТ показывает большую предсакральную массу, которая показала отрицательную биопсию. Отрицательный результат получился потому, что при пункции игла прошла через некротические изменения в опухоли. (б) Стрелка показывает ход биопсии изображения слитой активной опухоли с прерывистым ободком, окружающим некротический центр. (с) Повторная биопсия на основе данных, полученных с помощью ПЭТ/КТ изображений, подтвердила рецидив опухоли (см. цветную вкладку).**



**Рис. 24. Накопление ФДГ (2-фтор-флюоро-дезоксиглюкоза) при сакральном раке (b — см. цветную вкладку).**

ПЭТ/КТ может служить основой для подавляющего большинства планов хирургической резекции метастазов в печени.

Рис. 24. Рецидив рака прямой кишки через 6 месяцев после резекции и проведенной лучевой терапии (стрелки). Накопление ФДГ над опухолью свидетельствует о недостаточной эффективности проведенной лучевой терапии.

При проведении МСКТ большинство авторов [17] в 10–26% выявляли не только опухоли и полипы, но и значительные внутри- и экстракишечные изменения и, в частности, лимфомы тонкой кишки. При контрастировании тонкой кишки в области роста лимфомы выявляется деформация кишки: участки суже-

ния чередуются с участками расширения кишки, с дефектами наполнения различных размеров. Рельеф слизистой оболочки в области дефектов наполнения часто сохраняется. Можно выделить два типа рентгенологических изменений тонкой кишки при злокачественных лимфомах: опухолевидный и инфильтративный. Опухолевидный тип поражения наблюдается на относительно ограниченном протяжении.

На первый план при этом выступают бугристые дефекты наполнения, обусловленные гиперплазированными лимфатическими узлами. Инфильтративный тип поражения наблюдается при распространенном процессе. Отмечается чередование суженных и расширенных участков кишки, множественные



краевые дефекты заполнения, зубчатость или фестончатость контуров кишки, утолщение складок слизистой оболочки.

Для диффузного типа лимфомы характерны инфильтрация или утолщение подслизистого слоя. На фоне патологически утолщенных извитых складок имеются немногочисленные интрамуральные возвышения на широком основании слизистой оболочки. В большинстве случаев признаки вовлечения в процесс тонкой кишки обнаруживаются в начальных отделах тощей кишки и, особенно, в дистальных отделах подвздошной, имеющих наиболее выраженную лимфатическую систему (рис. 25).

Таким образом, патологический процесс при злокачественной лимфоме затрагивает подслизистый слой. Поэтому роль

МСКТ-эндоскопии заключается в установлении подслизистого характера опухоли кишки.

Нередко приходится дифференцировать изменения в толстой кишке с токсическим колитом. При токсическом колите отмечается равномерное утолщение толстой кишки на всем ее протяжении или на ее отдельных участках (рис. 26).

Виртуальная колоноскопия при этой патологии невозможна, так как слишком трудно раздуть петли кишки.

При парапроктите нередко возникают трудности дифференциальной диагностики воспалительного и опухолевого процессов. Например, пациент обратился по поводу боли в копчике. При МСКТ малого таза обнаружен инфильтрат в области прямой кишки. При введении контраста был выявлен

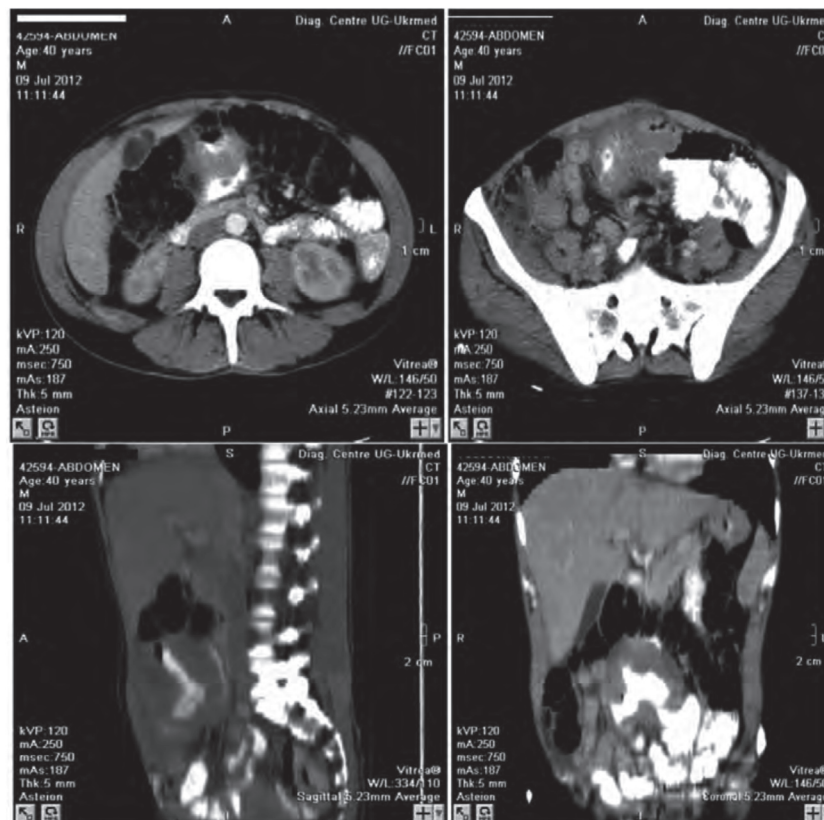


Рис. 25. Лимфома тонкого кишечника.

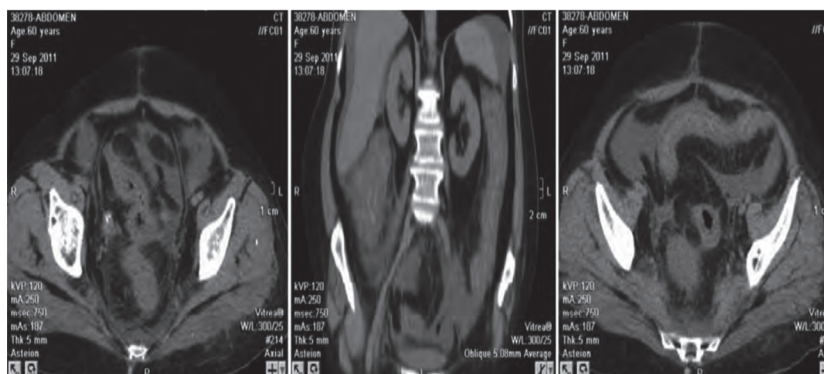
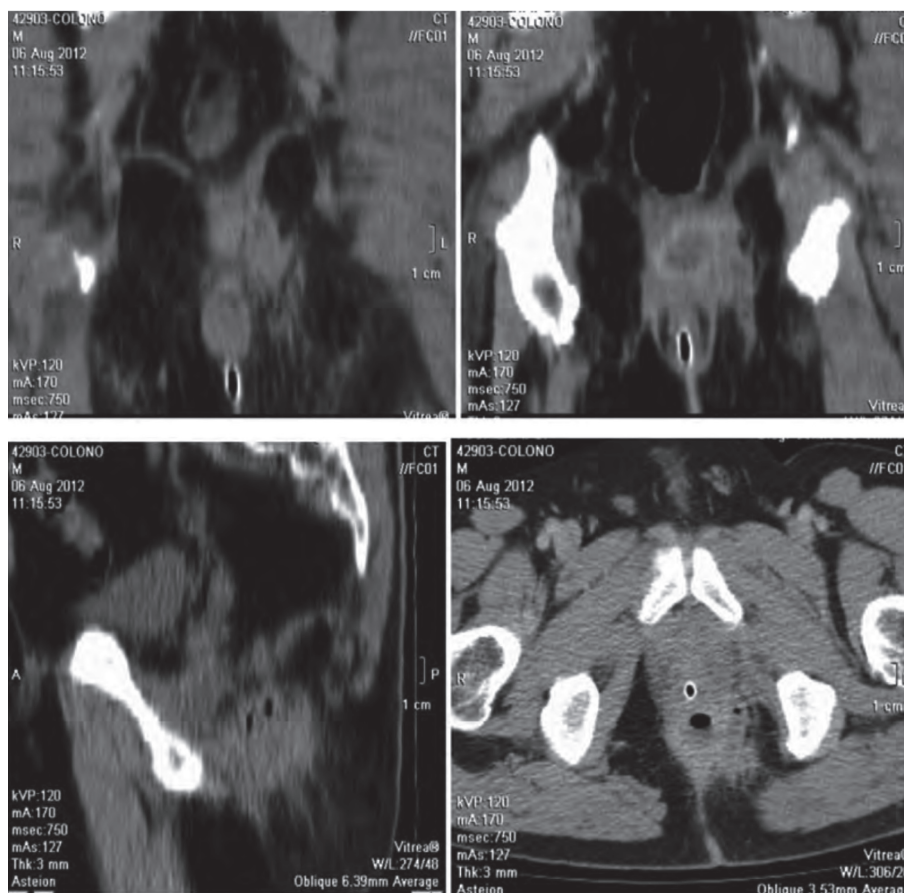


Рис. 26. На КТ видно равномерное утолщение толстой кишки на всем ее протяжении и на ее отдельных участках.





**Рис. 27. Наличие на КТ параректальной инфильтрации, мелких пузырьков воздуха в инфильтрате и появление контрастированного кольца вокруг абсцесса свидетельствует о парапроктите.**

небольшой абсцесс в параректальной клетчатке. Наличие параректальной инфильтрации, мелких пузырьков воздуха в инфильтрате и появление контрастированного кольца вокруг абсцесса свидетельствует о парапроктите (рис. 27).

При виртуальной колоноскопии 33 независимых эксперта дали высокую оценку методам МСКТ эндоскопии в 2008 году [18]. 30 из них были уверены в преимуществе сочетанного использования методов 2D, 3D и виртуальной эндоскопии с последующим проведением оптической колоноскопии для удаления опухоли. Максимальное время, по их мнению, для оценки результатов МСКТ-эндоскопии должно составлять не более 20 мин (10,9–17,1 мин). Этого правила придерживаемся и мы при проведении МСКТ-колоноскопии.

## Выводы

1. МСКТ, включая МСКТ-эндоскопию – высокоинформативный метод выявления инвазивного рака толстой кишки, демонстрирующий показатели чувствительности и специфичности, приближающиеся к 100%, чего нельзя сказать о диагностике полипов толстой кишки (76%). Применение МСКТ может увеличить точность дооперационного выявления опухоли толстой кишки, уточнить стадию заболевания, выявить рецидив опухоли и определить эффективность проведения лучевой терапии. Чувствительность МСКТ при выявлении полипов размером 5–6 мм составила 59%, при оптической колоноскопии – 76%. Чувствительность МСКТ при выявле-

нии полипов размером 10 мм составила 91%, при оптической колоноскопии – 95%.

2. Преимущество виртуальной колоноскопии состоит в том, что она не требует сложной подготовки пациента к исследованию и не травмирует его, т. к. методика исследования, по сути, является вариантом компьютерной томографии. Данная методика хорошо подходит для скрининга пациентов из групп риска, особенно, при наличии полипов, ведь они достаточно часто подвергаются злокачественному перерождению.

3. Методы МСКТ, ДВИ, МРТ полезны при диагностике и определении метастатического очага образования.

4.  $^{18}\text{F}$ -ФДГ ПЭТ/КТ (2-фтор-флюоро-дезоксиглюкоза) предоставляет эффективную информацию о прогнозе после хирургической резекции при раке толстой кишки.

5. ПЭТ/КТ обеспечивает значительное преимущество в улучшении диагностики и терапевтического мониторинга пациентов, контролирует эффективность лечения. Недостатком ПЭТ/КТ является низкая специфичность к различным типам опухолей, ложноположительные результаты из-за воспаления или изменений грануляции. Также, недостатком метода является радиационное облучение (~30 мЗв на исследование).

*Исследования проводились с соблюдением национальных норм биоэтики и положений Хельсинкской декларации (в редакции 2013 г.). Авторы статьи – В. Н. Соколов, Е. С. Ситникова, Г. М. Рожковская, В. М. Цвиговский, Т. К. Дорофеева, Л. В. Анищенко, А. А. Корсун, Е. М. Дойкова, А. И. Мудрова, О. С. Арбатская, Д. В. Соколов – подтверждают, что у них нет конфликта интересов.*

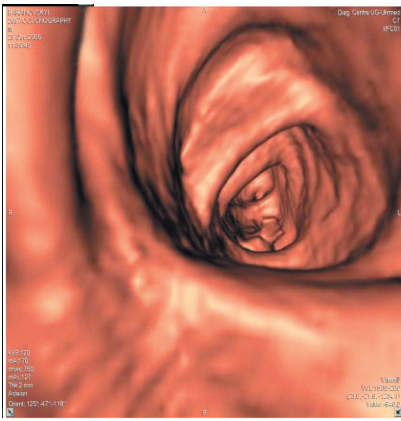


рис. 12с.

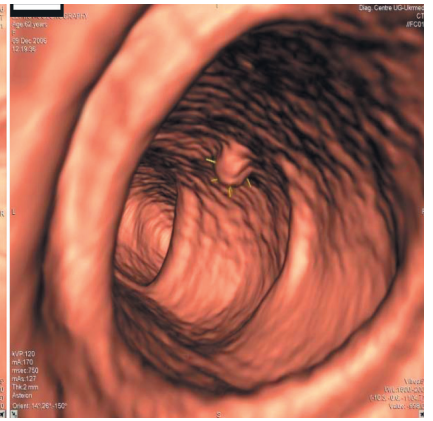
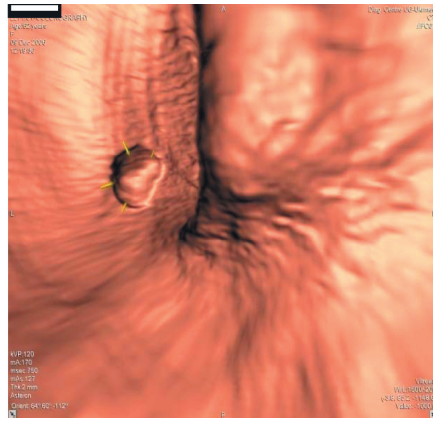


рис. 15.

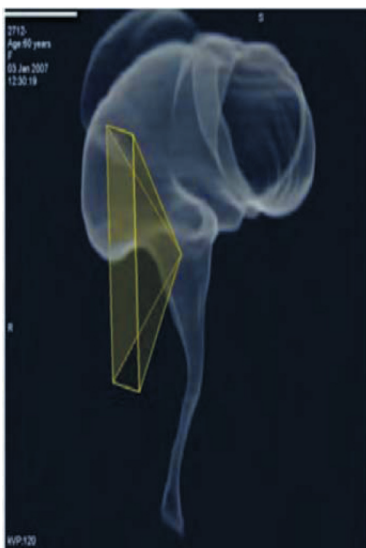


рис. 16b.



рис. 16с.



рис. 21b.

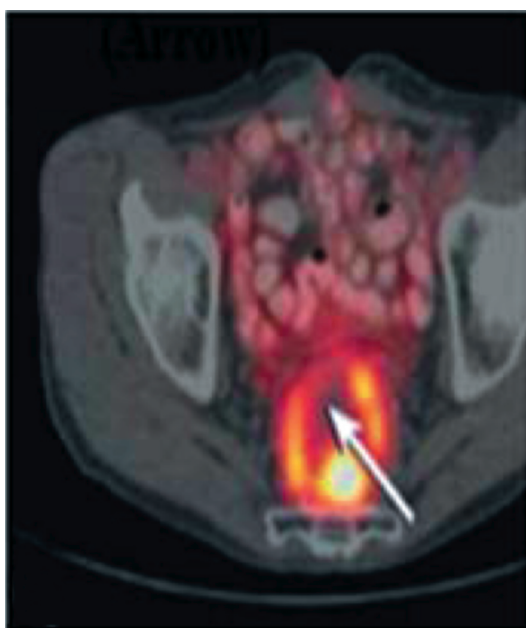


рис. 23с.

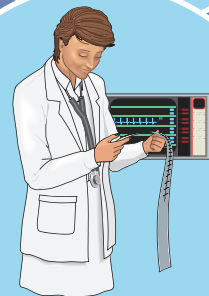


рис. 24b.

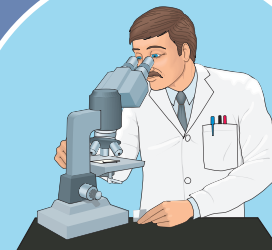
Управління лікувально-діагностичним процесом закладу охорони здоров'я (ЗОЗ) будь-якої форми власності в умовах ринкової економіки, медичної Реформи, сімейної та страхової медицини.



# Госпітальна інформаційна система «Інститут-МІТ@Клініка®»



Аналіз діяльності ЗОЗ, використання унікальної постреляційної медичної бази даних, облік індивідуальних витрат на пацієнта, алгоритмізація роботи і професійне наповнення робочих місць різних фахівців медичною інформацією. Надійний захист персональних даних. Електронний цифровий підпис (ЕЦП). Впровадження, супровід, навчання.





## Література

1. Дыкан И. Н. Лучевые методы исследования в диагностике рецидивов и метастазов рака толстой кишки и определение влияния противоопухолевой терапии на систему пищеварения. Автореф. дис. д. мед. наук. К., 1994, 45 с.
2. Соколов В. Н., Степула В. В., Зеленин В. С., Левчук Л. В., Биленко А. А. Первичная и уточняющая лучевая диагностика заболеланий желудочно-кишечного тракта. Одесса. 1998, 207 с.
3. Соколов В. Н. Использование виртуальной КТ-эндоскопии крупных сосудов, бронхов и толстой кишки с использованием компьютерного томографа «Astension Super 4» и станции «Vitrea-2». *Ж. Клин. информ. телемед.*, 2008, вып. 7, сс. 37–41.
4. Соколов В. Н., Ситникова Е. С., Рожковская Г. И., Дорофеева Т. К., Цвиговский В. М., Любчак М. А., Анищенко Л. В. Диффузно-взвешенные изображения и ПЭТ/КТ в диагностике онкологической патологии брюшной полости. *Ж. Клин. информ. телемед.* 2017, т. 12, вып. 13, сс. 92–103.
5. Соколов В. Н., Шавладзе З. Н., Евчев Ф. Д., Пилипюк В. Н., Цвиговский В. М., Рожковская Г. М., Дорофеева Т. К., Корсун А. А., Анищенко Л. В. Злокачественные опухоли гортаноглотки и гортани — трехмерная реконструкция и виртуальная эндоскопия. *Ж. Клин. информ. телемед.*, 2018, т. 13, вып. 14, сс. 81–101.
6. Колесник А. Колоректальный рак: современные подходы в диагностике и лечении. *Здоров'я України*. 2007, № 11–12, 25 с.
7. МакИнтайр Р. Б., Стигманн Г. В., Айсман Б. Алгоритмы диагностики и лечения в хирургии: руководство. Перевод с англ. Под ред. Федорова В. Д., Кубышкина В. А. 2009, 744 с.
8. Ривкин В. Л. Амбулаторная колопроктология: руководство. 2009, 96 с. (Серия «Библиотека врача-специалиста»).
9. Атлас абдоминальной хирургии. Том 3. Хирургия тонкой и толстой кишки, прямой кишки и анальной области. Эмилио Итала/Медицинская литература. 2008, 448 с.
10. Берто М., Лос С., Лобау Дж. и др. Атлас амбулаторной хирургии. Под ред. Томаса В. Е. Г., Сеннинджера Н. Перевод с англ. Под ред. Ветшева С. П., 2009. 272 с.
11. Кэмерон Дж. Л., Сэндон К. Атлас оперативной гастроэнтерологии. Перевод с англ. Под ред. А. С. Ермолова. 2009. 560 с.
12. Кишкун А. А. Биологический возраст и старение: возможности определения и пути коррекции: руководство. 2008. 976 с.
13. Johnson C. D., Chen M. QH., Toledano A. Y. et al. Accuracy of CT Colonography for Detection of Large Adenomas and Cancers. *N. Engl. J. Med.* 2008, no. 359, pp. 1207–1217.
14. Pickhardt P. J., Hassan C., Laghi A. et al. Clinical Management of Small (6 to 9 mm) Polyps Detected at Screening CT Colonography: A Cost-Effectiveness Analysis. *Am. J. Roentgenol.* 2008, vol. 191, iss. 5, pp. 1509–1516.
15. Colorectal Cancer Screening. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. National Comprehensive Cancer Network, Inc., 2009. Ver. 1.2010, 10/23/09.
16. Contra indicated Optical Colonoscopy in Older Patients. *Am. J. Roentgenol.* 2008, vol. 190, iss.1, pp. 145–150.
17. Johnson C. D., Chen M. H., Toledano A. Y. et al. CTC Screening (Virtual Colonoscopy): Is It Virtually Ready to Replace Optical Colonoscopy. *N. Engl. J. Med.* 2008. iss. 359, pp. 1207–1217.
18. Pickhardt P. J., Hassan C., Halligan S., Marmo R. Colorectal cancer: CT colonography and colonoscopy for detection-systematic review and meta-analysis. *Radiology.* 2011, iss. 259, pp. 393–405.
19. Ganeshan D., Elsayes K. M., and Vining D. Virtual colonoscopy: Utility, impact and overview. *World J. Radiol.* 2013, vol. 5, no. 3, pp. 61–67.

## Роль МСКТ, МРТ, ДЗЗ, ПЕТ/КТ, 3D-реконструкції та віртуальної ендоскопії в виявленні патології товстої кишки

В. Н. Соколов<sup>1</sup>, О. С. Ситникова<sup>2</sup>, Г. М. Рожковська<sup>1</sup>, В. М. Цвіговській<sup>1</sup>, Т. К. Дорофеева<sup>1</sup>, Л. В. Аніщенко<sup>1</sup>  
О. А. Корсун<sup>1</sup>, К. М. Дойкова<sup>1</sup>, А. І. Мудрова<sup>2</sup>, О. С. Арбатська<sup>1</sup>, Д. В. Соколов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Одеський національний медичний університет, Україна

<sup>2</sup>Областна клінічна лікарня, Одеса, Україна

## Резюме

**Вступ.** Робота присвячена діагностиці раку прямої та ободової кишки (колоректальний рак), які сьогодні можна без перебільшення позначити як проблему світового масштабу. Наводяться можливі переваги комбінованих методів МСКТ, ДЗЗ, ПЕТ/КТ в діагностиці різних локалізацій раку товстої кишки.

**Мета дослідження.** Встановити роль МСКТ, МРТ, ДЗЗ, ПЕТ/КТ, 3D-реконструкції і віртуальної ендоскопії у виявленні патології товстої кишки, визначити показники ефективності лікування і критерії рецидивування пухлин.

**Матеріал і методи дослідження.** Порівнювалися можливості МСКТ-колонографії, ДЗЗ, ПЕТ/КТ та віртуальної колонографії. Цими методами обстежено 645 пацієнтів, в тому числі — 240 з підозрою на рак, 105 — з поліпами. Результати сканування оцінювалися в опції Colon CT. ПЕТ/КТ проводилася з використанням міченої <sup>18</sup>F ФДГ (фтордезоксіглюкози).

**Результати.** Віртуальна колоноскопія виявила 90% поліпів діаметром 10 мм і більше (та ж точність, що і для колоноскопії). Однак, колоноскопія не завжди всім показана і нерідко загрожує ускладненнями. Чутливість МСКТ в діагностиці поліпів, розміром в 6 мм, становить 90%, при проведенні колоноскопії — 99%. При розмірах пухлин більше 1 см чутливість обох методів досягає 100%.

**Висновки.** МСКТ-колоноскопія високоінформативний метод виявлення інвазивного раку товстої кишки, що демонструє 100% чутливість і специфічність, а для діагностики поліпів товстої кишки — 76%. Застосування МСКТ може збільшити точність доопераційного виявлення пухлини товстої кишки, уточнити стадію захворювання, виявити рецидив пухлини і визначити ефективність проведення променевої терапії. ДВІ-МРТ може надати інформацію для виявлення інвазії стінки товстої кишки або дуже маленького відсіву в очеревину. ПЕТ/КТ проводилася з використанням міченої <sup>18</sup>F ФДГ (фтордезоксіглюкози) для оцінки ефективності проведеного лікування.

**Ключові слова:** інтенсивність сигналів в серії МСКТ, ДЗЗ, ПЕТ/КТ; оцінка метаболічної активності глюкози в пухлинній тканині.



# The role of MSCT, MRI, DWI, PET/CT, 3D reconstruction and virtual endoscopy in identification of the pathology of the colon intestine

V. N. Sokolov<sup>1</sup>, E. S. Sitnikova<sup>2</sup>, G. M. Rozhkovskaya<sup>1</sup>, V. M. Tsvigovsky<sup>1</sup>, T. K. Dorofeeva<sup>1</sup>, L. V. Anischenko<sup>1</sup>  
A. A. Korsun<sup>1</sup>, E. M. Dojkova<sup>1</sup>, A. I. Mudrova<sup>2</sup>, O. S. Arbatskaya<sup>1</sup>, D. V. Sokolov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Odessa National Medical University, Ukraine

<sup>2</sup>Regional Clinical Hospital, Odessa, Ukraine

e-mail: danilsokolov@ukr.net

## Abstract

**Introduction.** The work is devoted to the diagnosis of colorectal cancer, which today can be described without exaggeration as a global problem. The possible advantages of the combined methods of MSCT, DWI, PET/CT in the diagnosis of various localizations of colon cancer are presented.

**Purpose of the study.** To establish the role of MSCT, MRI, DWI, PET/CT, 3D reconstruction and virtual endoscopy in the detection of colon pathology, to determine treatment efficacy indicators and criteria for tumor recurrence.

**Material and research methods.** The capabilities of MSCT colonography, DWI, PET/CT and virtual colonography were compared. 645 patients were examined using these methods, including — 240 with cancer suspicion and 105 with polyps. Scanning results were evaluated using the Colon CT option. PET/CT was performed using <sup>18</sup>F-labeled FDG (fluorodeoxyglucose).

**Results.** Virtual colonoscopy detected 90% of polyps with a diameter of 10 mm or more (with the same accuracy as colonoscopy). However, colonoscopy is not always indicated and can cause complications. The sensitivity of MSCT in the diagnosis of polyps, 6 mm in size, is 90%, during colonoscopy — 99%. With tumor sizes greater than 1 cm, the sensitivity of both methods reaches 100%.

**Findings.** MSCT colonoscopy is a highly informative method for detecting invasive colon cancer, demonstrating 100% sensitivity and specificity, and 76% for the diagnosis of colon polyps. The use of MSCT can increase the accuracy of preoperative detection of a colon tumor, clarify the stage of the disease, detect tumor recurrence and determine the effectiveness of radiation therapy. DWI-MRI is informative for detecting colon wall invasion or very small screenings in the peritoneum.

*Key words:* Signal intensity in the MSCT series, DWI, PET/CT; Assessment of the metabolic activity of glucose in tumor tissue.

©2019 Institute Medical Informatics and Telemedicine Ltd, ©2019 Ukrainian Association for Computer Medicine, ©2019 Kharkiv medical Academy of Postgraduate Education. Published by Institute of Medical Informatics and Telemedicine Ltd. All rights reserved.

ISSN 1812-7231 *Klin. inform. teled.*, 2019, vol. 14, iss. 15, pp. 88–105. <https://doi.org/10.31071/kit2019.15.08>  
[http://kit-journal.com.ua/en/index\\_en.html](http://kit-journal.com.ua/en/index_en.html)

References (19)

## Reference

1. Dykan I.N. Radiation research methods in the diagnosis of relapse and metastases of colon cancer and the determination of the effect of antitumor therapy on the digestive system. Abstract. dis. D.Sc. K., 1994, 45 p. (In Rus.).
2. Sokolov V. N., Stepula V. V., Zelenin V. S., Levchuk L. V., Bilenko A. A. *Pervichnaya i utochnyayushchaya lucheovaya diagnostika zabolovaniy zheludochno-kishechnogo trakta* [Primary and clarifying radiation diagnosis of diseases of the gastrointestinal tract]. Odessa. 1998, 207 p. (In Rus.).
3. Sokolov V. N. The use of virtual CT endoscopy of large vessels, bronchi and colon using the «Astenion Super 4» computer tomograph and the «Vitrea-2» station. *J. Clin. inform. teled.*, 2008, vol. 6, no. 7, pp. 37–41. (In Rus.).
4. Sokolov V. N., Sitnikova E. S., Rozhkovskaya G. I., Dorofeeva T. K., Tsvigovsky V. M., Lyubchak M. A., Anischenko L. V. Diffuse-weighted images and PET/CT in the diagnosis of abdominal oncological pathology. *J. Clin. inform. teled.* 2017, vol. 12, no. 13, pp. 92–103. (In Rus.).
5. Sokolov V. N., Shavlada Z. N., Evchev F. D., Pilipyuk V. N., Tsvigovsky V. M., Rozhkovskaya G. M., Dorofeeva T. K., Korsun A. A., Anischenko L. V. Malignant tumors of the larynxopharynx and larynx — three-dimensional reconstruction and virtual endoscopy. *J. Clin. inform. teled.*, 2018, vol. 13, iss. 14, pp. 81–101. (In Rus.).
6. Kolesnik A. Colorectal cancer: modern approaches in the diagnosis and treatment. *Health of Ukraine*. 2007, no. 11–12, p. 25. (In Rus.).
7. MacIntyr R. B., Stigmann G. V., Aisman B. *Algoritmy diagnostiki i lecheniya v khirurgii: rukovodstvo* [Algorithms for diagnosis and treatment in surgery: a guide.] Translation from English Ed. Fedorova V. D., Kubyshkina V. A. 2009, 744 p. (In Rus.).
8. Rivkin V. L. *Ambulatornaya koloproktologiya: rukovodstvo* [Ambulatory coloproctology: a guide]. 2009. 96 p. (Series «Library of a doctor-specialist»). (In Rus.).
9. *Atlas abdominal'noy khirurgii. Khirurgiya tonkoy i Tolstoy kishki, pryamoy kishki i anal'noy oblasti* [Atlas of abdominal surgery. Surgery of the small and large intestine, rectum and anal region]. Vol. 3. EmilioItala/Medical literature. 2008. 448 p. (In Rus.).
10. Berto M., Los S., Liebau, J. et al. *Atlas ambulatornoy khirurgii* [Atlas of ambulatory surgery]. Ed. Thomas V. E. G., Senninger N. Transl. from Eng. Ed. Vetsheva S. P., 2009, 272 p. (In Rus.).
11. Cameron J. L., Sandon K. *Atlas operativnoy gastroenterologii* [Atlas of operative gastroenterology]. Translation from English Ed. A.S. Ermolova. 2009. 560 p. (In Rus.).

12. Kishkun A. A. *Biologicheskiiy vozrast i stareniiye: vozmozhnosti opredeleniya i puti korrektsii: rukovodstvo* [Biological age and aging: the possibilities of determining and ways of correction: a guide]. 2008. 976 p. (In Rus.).
13. Johnson C. D., Chen M. QH., Toledano A. Y. et al. Accuracy of CT Colonography for Detection of Large Adenomas and Cancers. *N. Engl. J. Med.* 2008, no. 359, pp. 1207-1217.
14. Pickhardt P. J., Hassan C., Laghi A. et al. Clinical Management of Small (6 to 9mm) Polyps Detected at Screening CT Colonography: A Cost-Effectiveness Analysis. *Am. J. Roentgenol.* 2008, vol. 191, iss. 5, pp. 1509–1516.
15. Colorectal Cancer Screening. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. National Comprehensive Cancer Network, Inc., 2009. Ver. 1.2010, 10/23/09.
16. Contraindicated Optical Colonoscopy in Older Patients. *Am. J. Roentgenol.* 2008, no. 190, iss. 1, pp. 145–150.
17. Johnson C. D., Chen M. H., Toledano A. Y. et al. CTC Screening (Virtual Colonoscopy): Is It Virtually Ready to Replace Optical Colonoscopy. *N. Engl. J. Med.* 2008, iss. 359, pp. 1207–1217.
18. Pickhardt P. J., Hassan C., Halligan S., Marmo R. Colorectal cancer: CT colonography and colonoscopy for detection-systematic review and meta-analysis. *Radiology.* 2011, iss. 259, pp. 393–405.
19. Ganeshan D., Elsayes K. M., and Vining D. Virtual colonoscopy: Utility, impact and overview. *World J. Radiol.* 2013, vol. 5, no. 3, pp. 61–67.

### Переписка

д.мед.н., профессор, засл.деят. науки и техники Украины  
**В. Н. Соколов**, зав.кафедры лучевой диагностики, лучевой  
терапии и радиационной медицины  
Одесского Национального медицинского университета  
ул. Акад. Воробьева, 5  
Одесса, 65006, Украина  
тел.: +380(48) 720 14 26; +38(050) 316 15 46  
эл.почта: danilsokolov@ukr.net