



Брюшная полость и забрюшинное пространство

DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-44-52

Компьютерная томография в оценке глубины опухолевой инвазии рака ободочной кишки

Бекетова О.Г.* , Силантьева Н.К., Березовская Т.П.

Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский радиологический центр” Минздрава России, Обнинск, Россия

CT in the Assessment of the Depth of Tumor Invasion of Colon Cancer

Beketova O.G.* , Silanteva N.K., Berezovskaya T.P.

A. Tsyb Medical Radiological Research Centre – branch of the National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation, Obninsk, Russia

Цель исследования: изучить симптомы опухолевого поражения ободочной кишки и определить компьютерно-томографические (КТ) критерии для оценки глубины опухолевой инвазии у больных раком ободочной кишки.

Материалы и методы. Проанализированы КТ-данные 121 больного раком ободочной кишки. Все больные были радикально прооперированы и КТ-данные сопоставлены с результатами морфологического исследования. Стадирование проводили по классификации TNM (7-я редакция, 2009).

Результаты. Проведена оценка КТ-симптомов опухолевого поражения в сравнении с данными патоморфологической категории Т (pT): вид опухоли, ее структура, состояние наружного контура кишки на уровне опухоли, состояние окружающей клетчатки и ее денситометрическая плотность, наличие изображения жировой клетчатки между опухолью и прилежащими органами и тканями, КТ-признаки инвазии злокачественного процесса в соседние органы и прилежащие структуры. Для опухолей с внекишечным ростом (категории Т3–4) характерны КТ-симптомы: опухоли неоднородной структуры ($p < 0,001$) с нечетким наружным контуром кишки в зоне поражения ($p < 0,05$), наличие изменения окружающей опухоль параколической клетчатки, плотность которой более $-76,95$ ед.Н, признаки инвазии в соседние органы при категории Т4. Диагностическая эффективность КТ при определении категории Т3–4 составила: точность – 90,9%, чувствительность – 93,6%, специфичность – 81,5%.

Заключение. КТ является высокоинформативным методом для определения внеорганного распространения рака ободочной кишки, что позволяет на дооперационном этапе определить объем хирургического лечения и скорректировать тактику лечения.

Ключевые слова: компьютерная томография, предоперационная диагностика, рак ободочной кишки.

Ссылка для цитирования: Бекетова О.Г., Силантьева Н.К., Березовская Т.П. Компьютерная томография в оценке глубины опухолевой инвазии рака ободочной кишки. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (1): 44–52.

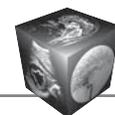
DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-44-52.

Objective: to study the symptoms of tumor lesions of colon and to determine the CT criteria for assessing the depth of tumor invasion in patients with colon cancer.

Materials and methods. CT data were analyzed at 121 patients with colon cancer. All patients were fully resected and CT data were compared with data of morphological studies. Staging was performed according to TNM classification 7th ed. (2009).

Results. We evaluated CT symptoms of tumor lesions in comparison with the data of pathological category T (pT): type of tumor, its structure, the condition of the external colon contour, the state of paracolonic fat and its density, the presence of fat image between the tumor and adjacent organs and tissues, CT signs of invasion of malignant process in the neighboring organs and adjacent structures. For tumors with extraintestinal growth (T3–4 category) are characteristic CT symptoms: tumor heterogeneous structure ($p < 0.001$) with a fuzzy outer contour of the colon in the affected area ($p < 0.05$), the presence of changes in the paracolonic fat whose density $-76,95$ HU and more, the invasion into adjacent organs at T4 category. The diagnostic efficiency of CT in determining T3–4 category was as follows: 90.9% accuracy, sensitivity 93.6%, specificity of 81.5%.

Conclusions. Computed tomography is a highly informative method for determining extraorgan spread of



colon cancer, which allows to determine the amount of preoperative surgical treatment and adjust treatment tactics.

Key words: computed tomography, preoperative diagnosis, colon cancer.

Recommended citation: Beketova O.G., Silanteva N.K., Berezovskaya T.P. CT in the Assessment of the Depth of Tumor Invasion of Colon Cancer. *Medical visualization*. 2017; 21 (1): 44–52. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-1-44-52.

Введение

При определении тактики лечения больных раком ободочной кишки перед онкологом встает ряд вопросов, в частности целесообразность, объем и доступ хирургического вмешательства, нужно ли применять адъювантную или неоадъювантную терапию и др., решение которых основывается на оценке местного распространения злокачественного процесса [1, 2]. Компьютерная томография (КТ) – это один из ведущих методов решения таких задач [3–6]. Однако, несмотря на многочисленные исследования возможностей КТ в стадировании рака ободочной кишки [3, 6, 7–11], нет единого мнения о диагностических критериях оценки глубины опухолевой инвазии относительно стенки кишки.

Цель исследования

Изучение симптомов опухолевого поражения ободочной кишки и определение КТ-критериев для оценки глубины опухолевой инвазии у больных раком ободочной кишки.

Материал и методы

В исследование был включен 121 больной в возрасте от 29 до 88 лет (73 (60,3%) женщины, 48 (39,7%) мужчин) с гистологически верифицированным раком ободочной кишки различной локализации: слепая кишка – 32 (26,5%) больных, восходящий отдел – 17 (14,0%), печеночный угол – 12 (9,9%), поперечный отдел – 8 (6,6%), селезеночный угол – 10 (8,3%), нисходящий отдел – 4 (3,3%), сигмовидная кишка – 38 (31,4%). Стади-

рование злокачественного процесса проводили в соответствии с Международной классификацией по системе TNM (7-я редакция, 2009). КТ-исследование выполняли на мультисрезовых компьютерных томографах Somatom Emotion 6 и Sensation Open (Siemens) с предварительным пероральным контрастированием кишечника 2% водорастворимым контрастным веществом Урографин (98 (81%) больных) или заполнением просвета кишки комнатным воздухом непосредственно перед исследованием (23 (19%) больных). КТ-исследование проводили с болюсным введением раствора неионного йодосодержащего контрастного средства в объеме 100–120 мл со скоростью введения до 3,5 мл/с. При постпроцессорной обработке КТ-данных для уточнения взаимоотношения опухоли с окружающими структурами использовали мультипланарные реконструкции (MPR) в коронарной и сагиттальной проекциях. Всем больным было проведено радикальное оперативное лечение.

Для вычисления достоверно значимых различий с уровнем значимости не менее $p < 0,05$ применяли критерий χ^2 , точный критерий Фишера, ROC-анализ, отношение шансов.

Для оценки диагностической эффективности КТ вычисляли число истинно положительных, истинно отрицательных, ложноположительных и ложноотрицательных результатов. На основе этих показателей определяли операционные характеристики (чувствительность и специфичность) и вспомогательные критерии информативности метода (точность, прогностичность положительного и отрицательного результатов). Референтным диагнозом служили заключения морфологического исследования операционного материала 121 больного.

Результаты

Для анализа полученных данных был применен следующий алгоритм: визуализация опухоли, определение КТ-симптомов опухолевого поражения, оценка глубины опухолевой инвазии относительно стенки кишки, определение КТ-симптомокомп-

Для корреспонденции*: Бекетова Ольга Геннадьевна – 249036 Калужская область, Обнинск, ул. Королева, 4. Отделение компьютерной томографии МРНЦ им. А.Ф. Цыба. Тел: +7-484-399-33-03. E-mail: life0813@mail.ru

Бекетова Ольга Геннадьевна – научный сотрудник отделения компьютерной томографии МРНЦ им. А.Ф. Цыба, Обнинск; **Силантьева Наталья Константиновна** – доктор мед. наук, заведующая отделением компьютерной томографии МРНЦ им. А.Ф. Цыба, Обнинск; **Березовская Татьяна Павловна** – доктор мед. наук, профессор, главный научный сотрудник отделения магнитно-резонансной томографии МРНЦ им. А.Ф. Цыба, Обнинск.

Contact*: Olga G. Beketova – 249036, Koroleva str., 4, Obninsk, Kaluga region. CT department of A. Tsyb MRRC. Phone: +7-484-399-33-03. E-mail: life0813@mail.ru

Olga G. Beketova – research scientist of CT department of A. Tsyb MRRC, Obninsk; **Natalia K. Silanteva** – doct. of med. sci., chief of CT department of A. Tsyb MRRC, Obninsk; **Tatiana P. Berezovskaya** – doct. of med. sci., professor, chief research scientist of MRI department of A. Tsyb MRRC, Obninsk.

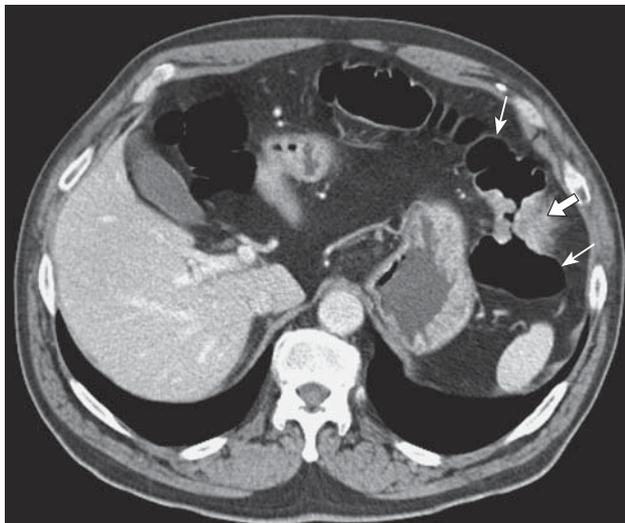


Рис. 1. КТ-изображение органов брюшной полости. Определение границ опухолевого поражения на основании разной толщины пораженной (стрелка) и неизменной (тонкая стрелка) стенки кишки.

лексов категорий T, оценка диагностической эффективности КТ.

При определении уровня опухолевого поражения ободочной кишки на КТ-изображениях ориентировались на границу между патологически утолщенной и неизменной стенками кишки (нормальная толщина стенки не должна превышать 0,4 см) (рис. 1) [3, 5, 12, 13]. Толщина стенки в зоне поражения составила от 0,9 до 7,8 см (в среднем $2,7 \pm 1,6$ см), протяженность опухолевого поражения по длиннику кишки – от 2,0 до 12,0 см (в среднем $5,4 \pm 2,1$ см). Протяженность опухолевого поражения по длиннику кишки измеряли не только по аксиальным срезам, но и на MPR. Протяженность опухолей, локализирующихся в восходящем и нисходящем отделах ободочной кишки, лучше оценивать в сагиттальной проекции, а в поперечном и сигмовидном отделах – во фронтальной проекции.

При анализе данных КТ мы изучали следующие симптомы: вид опухоли, ее структуру, состояние наружного контура кишки на уровне опухоли, состояние окружающей клетчатки и ее денситометрическую плотность, наличие изображения жировой клетчатки между опухолью и прилежащими органами и тканями, КТ-признаки инвазии злокачественного процесса в соседние органы и прилежащие структуры. При решении вопроса о возможности применения химиотерапии и необходимости хирургического лечения принципиально важным является определение наличия или отсутствия прорастания всей толщи стенки кишки. Поэтому для оценки глубины опухолевой инвазии

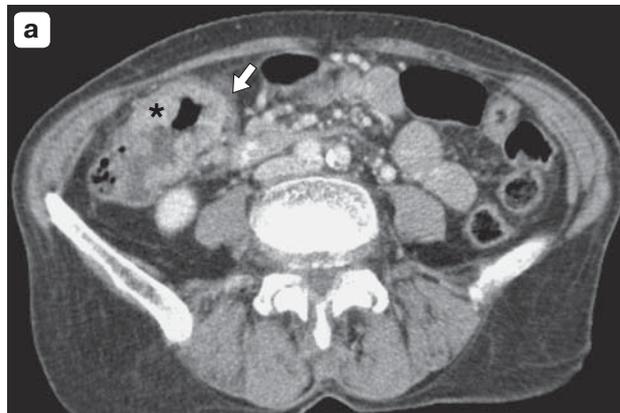
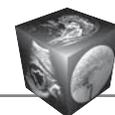


Рис. 2. КТ-изображения органов брюшной полости. а – рак слепой кишки. Опухоль определяется в виде неравномерного утолщения стенки кишки (*), с нечетким наружным контуром (стрелка); б – рак слепой кишки. Опухоль определяется в виде мягкотканного образования неправильной округлой формы, неоднородной структуры (*), с четким наружным контуром (стрелка); в – рак селезеночного угла ободочной кишки. Опухоль визуализируется в виде равномерного утолщения стенки кишки, однородной структуры (*), с нечетким наружным контуром (стрелка).



КТ-симптомы категории рТ рака ободочной кишки

КТ-симптомы	Количество больных, абс.		Отношение шансов (95% ДИ)	p
	категория Т1–2	категория Т3–4		
Вид опухоли:				
неравномерное утолщение стенки кишки	16	72	2,4	<0,1
мягкотканное образование	10	19		
равномерное утолщение стенки кишки	1	3	–	
Структура опухоли:				
неоднородная	4	59	9,7	<0,0001
однородная	23	35	[3,1–30,3]	
Наружный контур кишки:				
нечеткий	20	89	6,2	<0,005
четкий	7	5	[1,8–21,6]	
Денситометрическая плотность клетчатки, ед.Н	–86,2 ± 15,6	–65,5 ± 18,5		<0,01

относительно стенки кишки всех больных разделили на 2 группы:

1) больные с опухолями, ограниченными стенкой кишки (категории Т1–2);

2) с опухолями, прорастающими все слои стенки кишки и распространяющимися в окружающую клетчатку и/или соседние органы (категории Т3–4).

Вид опухолей. Опухоли ободочной кишки в основном отображались в виде трех типов. Неравномерное утолщение стенки ободочной кишки в зоне опухоли (рис. 2, а) выявлено у 88 (72,7%) больных, при этом наиболее часто (79,1%) такие опухоли встречались при категории рТ3–4. Опухолевое поражение в виде патологического мягкотканного образования неправильной формы (рис. 2, б) встречалось реже (у 29 (24,0%)) и у 65,5% из них была диагностирована категория рТ3–4. Равномерное утолщение стенки кишки в зоне опухолевого поражения (рис. 2, в) было отмечено только у 4 (3,3%) больных. Зависимости “КТ-типа опухоли” от морфологической глубины ее инвазии относительно стенки кишки не выявлено, имеется лишь небольшая тенденция к увеличению доли больных с КТ-изображением опухолей в виде неравномерного утолщения ее стенки ($p < 0,1$) (см. таблицу).

Структура опухоли. При оценке структуры опухоли на КТ-изображениях ее однородность была отмечена у 58 (47,9%) (см. рис. 2, в), неоднородность за счет наличия участков пониженной плотности неправильной формы с нечеткими контурами – у 63 (52,1%) больных (см. рис. 2, б). Чем более была выражена глубина опухолевой инвазии относительно стенки кишки (рТ3–4), тем чаще встречались опухоли с неоднородной структурой ($p < 0,0001$) (см. таблицу).

Состояние наружного контура кишки в зоне опухолевого поражения. Нечеткий наружный

контур кишки в области опухолевого поражения был отмечен у 109 (90,1%) (см. рис. 2, в), четкий – у 12 (9,9%) больных (см. рис. 2, б). Частота встречаемости КТ-симптома неровного наружного контура кишки в зоне опухоли возрастала при распространении процесса ($p < 0,005$) (см. таблицу).

Состояние параколической клетчатки. Был проведен специальный анализ состояния окружающей опухоль параколической клетчатки. С этой целью мы изучили денситометрическую плотность клетчатки на уровне опухоли. Измерение плотности клетчатки проводили эллипсом на нативной фазе КТ-исследования с вычислением среднего значения. Для определения показателя неизменной параколической клетчатки мы измеряли ее плотность на контралатеральной стороне (рис. 3). Для оценки всех анализируемых структур

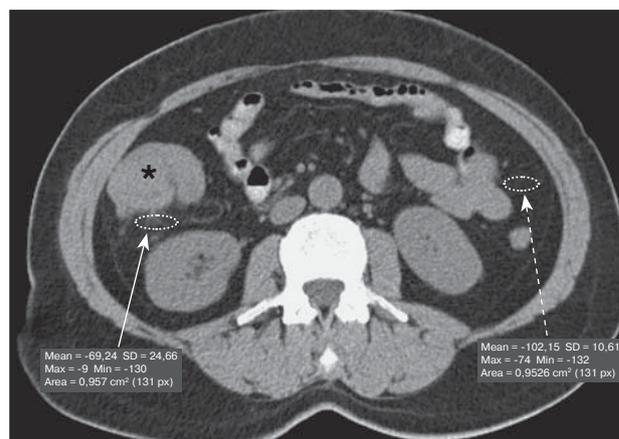


Рис. 3. КТ-изображение органов брюшной полости. Рак восходящего отдела ободочной кишки (*). Измерение денситометрической плотности измененной (стрелка) и нормальной (пунктирная стрелка) параколической клетчатки.

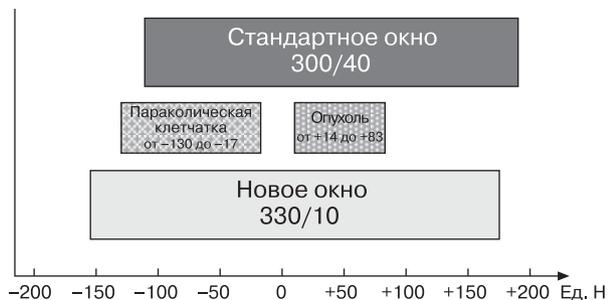


Рис. 4. Схема границ окон для анализа КТ-изображений у больных раком ободочной кишки. Стандартное окно (черный прямоугольник): 300/40 (от -110 до $+190$ ед.Н). Используемое новое окно (серый прямоугольник): 330/10 (от -155 до $+175$ ед.Н). Зона денситометрической плотности параколической клетчатки от $-130,8$ до $-17,5$ ед.Н (прямоугольник в точку), зона денситометрической плотности опухоли от $+14,2$ до $+83,2$ ед.Н (прямоугольник в клетку).

(параколическая клетчатка, опухоль, окружающие органы, лимфатические узлы) на КТ-сканах мы изменили стандартные параметры окна (рис. 4) и использовали окно с шириной 330, центром 10.

Денситометрическая плотность клетчатки в зоне опухолевого поражения составила от $-120,1$ до $-17,5$ ед.Н, в среднем $-70,1 \pm 19,8$ ед.Н. Денситометрическая плотность жировой клетчатки вокруг непораженного отдела ободочной кишки на контралатеральной стороне составила от $-130,8$

до $-69,8$ ед.Н, в среднем $-104,1 \pm 10,9$ ед.Н, что соответствует данным литературы: от -100 до -65 ед.Н [14]. Мы сопоставили полученные данные денситометрической плотности окружающей опухоль клетчатки с морфологической категорией рТ (см. таблицу) и отметили, что при увеличении категории рТ денситометрическая плотность возросла. Применив ROC-анализ (рис. 5, а), определили пороговое значение денситометрической плотности, которое составило $-76,95$ ед.Н (чувствительность 79,8%, специфичность 77,8%). Далее всех больных разделили на 2 группы согласно пороговому значению. В первую группу (категория Т1–2) были включены больные, у которых денситометрическая плотность параколической клетчатки в зоне опухолевого поражения была менее $-76,95$ ед.Н, во вторую группу (категория Т3–4) – с плотностью клетчатки более $-76,95$ ед.Н. При дальнейшем ROC-анализе этих групп в сравнении с морфологической категорией рТ (рис. 5, б) площадь под кривой составила 0,788 (95% ДИ: 0,685–0,890), что является хорошим показателем качества модели согласно общепризнанным интервалам распределения.

Изображение окружающей жировой клетчатки. Для оценки КТ-симптомов распространения опухоли на окружающие органы и структуры мы анализировали наличие или отсутствие изображения жировой клетчатки между пораженной

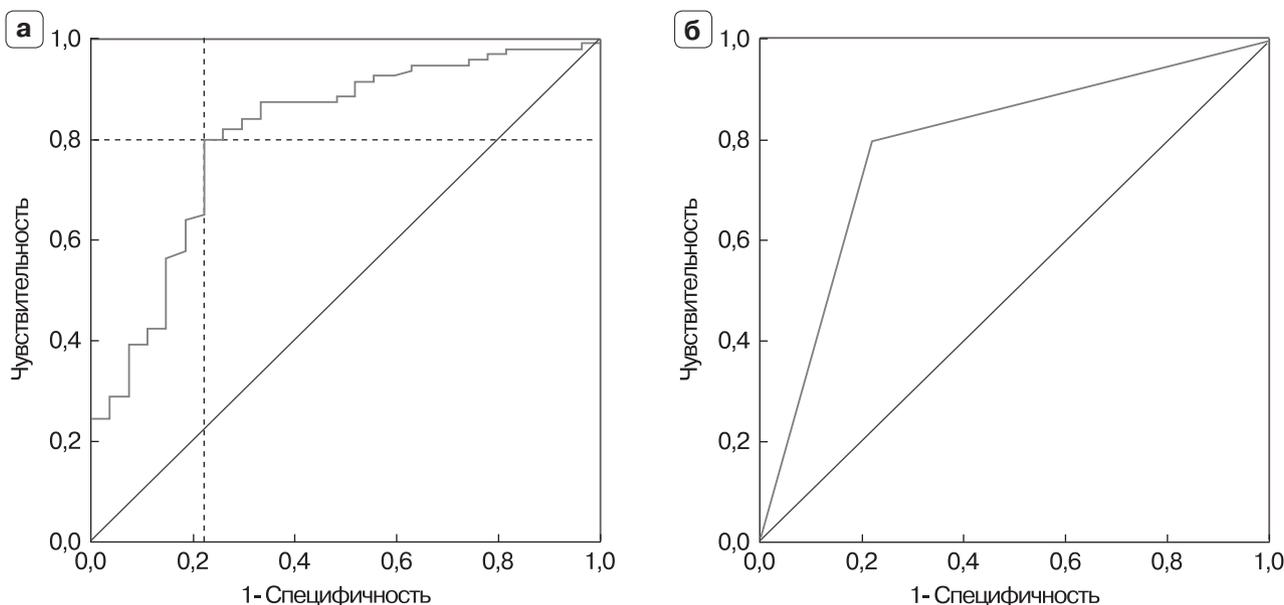
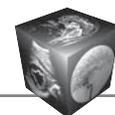


Рис. 5. ROC-анализ денситометрической плотности параколической клетчатки в зоне опухоли. а – ROC-анализ денситометрической плотности параколической клетчатки в сравнении с морфологической категорией рТ. На пересечении пунктирных линий (чувствительность 0,798; 1 – специфичность 0,222) располагается пороговое значение денситометрической плотности $-76,95$ ед.Н; б – ROC-анализ КТ-категории Т, выставленной на основании порогового значения денситометрической плотности параколической клетчатки, и морфологической категории рТ; площадь под кривой 0,788.



опухолью стенкой кишки и прилежащими органами/структурами. У 13 (10,7%) больных выявили отсутствие изображения клетчатки между опухолью и мышцами брюшной стенки (5 наблюдений), маткой и/или придатками (3 наблюдения), поджелудочной железой (1 наблюдения), желудком (2 наблюдения), печенью (2 наблюдения). Распространение опухоли через брюшину отметили у 3 (2,5%) больных: в клетчатку бокового канала (2 наблюдения) и клетчатку забрюшинного пространства (1 наблюдение). Терминальный отдел подвздошной кишки, стенки которого были неравномерно утолщены, был вовлечен в опухолевый процесс у 7 (5,8%) больных, червеобразный отросток был вовлечен в опухолевый процесс у 1 (0,8%) больного. В целом симптомы, свидетельствующие о вовлечении окружающих органов и структур, выявлены у 24 (19,8%) больных.

На основании проведенного анализа КТ-симптомов опухолевого поражения мы выделили симптомокомплексы категории Т при раке ободочной кишки. Для **категории Т1–2** на КТ-сканах характерно наличие опухоли ободочной кишки однородной структуры с четким наружным контуром кишки, отсутствием изменений в окружающей клетчатке, денситометрическая плотность которой менее $-76,95$ ед.Н, и наличием изображения жировой клетчатки между опухолью и окружающими структурами. При **категории Т3–4** на КТ-изображениях определяется опухоль неоднородной структуры с нечетким наружным контуром кишки, наличием изменений в параколической клетчатке, денситометрическая плотность которой более $-76,95$ ед.Н, наличием (при категории Т3) или отсутствием (при категории Т4) изображения жировой прослойки между опухолью и прилежащими органами, инвазией опухоли в окружающие структуры и органы при категории Т4.

Для верификации разработанного КТ-симптомокомплекса внекишечного роста рака ободочной кишки (категории Т3–Т4) эти данные сопоставили с морфологическими заключениями. Истинно положительные ответы были получены в 88 наблюдениях, истинно отрицательные – в 22, ложноположительные – в 5, ложноотрицательные – в 6. Таким образом, точность КТ в определении внекишечного роста опухоли (категории Т3–Т4) составила 90,9%, чувствительность 93,6%, специфичность 81,5%, прогностичность положительного результата 94,6%, прогностичность отрицательного результата 78,6%.

Обсуждение

Основой правильно выбранной тактики лечения является точное дооперационное стадирование.

КТ – это один из наиболее изученных и широко распространенных методов для выявления и стадирования рака ободочной кишки [3–6, 10, 15]. Однако данные литературы о диагностической эффективности КТ в стадировании рака по категории Т противоречивы: чувствительность 68–100%, специфичность 33–100% [9–11, 15–17]. Такой разброс показателей можно объяснить разными подходами авторов к трактовке полученных КТ-результатов, а также ограничением КТ в дифференциации слоев стенки кишки и соответственно трудностями в определении глубины инвазии в стенку. I.H. Lao и соавт. отмечали, что отсутствуют изменения в стенке кишки на КТ-изображениях при инвазии в подслизистый слой (категория Т1) [16]. В своем исследовании мы, как и большинство авторов [2, 4, 8, 18], не стремились разграничить категории Т1 и Т2, а, наоборот, объединили их в одну группу – опухоли, ограниченные стенкой кишки. Другая группа, которую мы выделили, это опухоли с внекишечным ростом, при которых отмечаются инвазия всех слоев стенки кишки и распространение в окружающую клетчатку без (категория Т3) или с прорастанием в соседние органы/структуры (категория Т4). При наличии КТ-картины инвазии опухоли в прилежащие органы диагноз не вызывает сомнений. Трудности могут возникать при определении категории Т3 и дифференциации ее от категории Т2. Многими авторами категория Т3 выставляется при наличии на КТ-сканах уплотнения окружающей клетчатки (симптом тяжести) [3, 4, 7, 16, 17, 19, 20]. Однако реактивные воспалительные изменения в клетчатке могут быть ошибочно приняты за опухолевую инвазию [2]. В проведенном исследовании мы предложили новый подход к оценке изменений в клетчатке. Измерение денситометрической плотности окружающей опухолью клетчатки позволило стандартизировать КТ-данные. При категориях рТ1–2, когда опухоль не выходит за пределы стенки кишки, денситометрическая плотность клетчатки была в среднем $-86,2 \pm 15,6$ ед.Н, что близко к показателям нормальной клетчатки ($-104,1 \pm 10,9$ ед.Н). При категориях рТ3–4 клетчатка уплотнялась и ее денситометрическая плотность составила в среднем $-65,5 \pm 18,5$ ед.Н. Проведенный ROC-анализ позволил определить пороговое значение денситометрической плотности клетчатки для категорий Т1–2 и Т3–4 ($-76,95$ ед.Н). Значимым симптомом внекишечного роста опухоли является нечеткий наружный контур кишки ($p < 0,05$). Безусловно, этот симптом применялся и ранее [2, 4, 16, 21, 22], но в своей работе мы доказали диагностическую значимость этого симптома в определении глубины опухолевой инвазии



относительно стенки кишки. В то же время необходимо помнить, что КТ имеет ограничения в диагностике микроинвазии опухоли в окружающую клетчатку: наружный контур кишки в зоне поражения при таком состоянии остается четким [7]. Другой, анализируемый нами симптом “структура опухоли” не рассматривался с точки зрения КТ-критерия для определения категории Т. В.Е. Матвеев отмечал, что при больших опухолях их структура становится неоднородной за счет некротических изменений [20]. Е.Т. Balthazar и соавт. отмечали негетерогенность опухоли в качестве симптома поражения кишки [21]. В проведенном исследовании мы доказали значимость оценки структуры опухоли по данным КТ для определения категории Т, но следует помнить, что наличие параколического абсцесса может приводить к гипердиагностике из-за схожести КТ-картины в виде наличия зон пониженной плотности. Таким образом, тщательно проанализировав КТ-симптомы и сопоставив их с морфологическими заключениями, мы смогли выделить КТ-симптомокомплексы категорий Т1–2, Т3–4. Значимость примененных симптомов отражена в достаточно высоких показателях диагностической эффективности КТ: чувствительность 93,6%, специфичность 81,5%, точность 90,9%.

При оценке КТ-изображений у больных раком ободочной кишки не менее важными являются параметры электронного окна. Обычно анализ данных КТ брюшной полости проводится в стандартном окне мягкотканного режима: ширина окна составляет 300, центр 40, т.е. диапазон окна составляет от –110 до +190 ед.Н [23, 24]. Но при таком окне мы отметили определенные трудности: клетчатка отображалась практически черным цветом, так как значения ее плотности находились в нижней части окна или вне его. Поэтому мы подобрали наиболее оптимальные параметры окна для оценки параколической клетчатки у больных раком ободочной кишки с шириной окна 330, центром 10, т.е. диапазон окна составил от –155 до +175 ед.Н. Такой подход позволил нам отчетливо визуализировать не только жировую клетчатку, но и другие структуры (мягкие ткани, стенка кишки, лимфатические узлы, кровеносные сосуды).

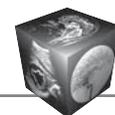
Заключение

КТ является высокоинформативным методом для определения внеорганного распространения рака ободочной кишки, что позволяет на дооперационном этапе определить объем хирургического лечения и скорректировать тактику лечения. Разработанные КТ-симптомокомплексы категорий

Т1–2, Т3–4 дают возможность стандартизировать протокол описания КТ-исследования у больных раком ободочной кишки и проводить более точное стадирование злокачественного процесса на дооперационном этапе.

Список литературы

1. Jin K.N., Lee J.M., Kim S.H., Shin K.S., Lee J.Y., Han J.K., Choi B.I. The diagnostic value of multiplanar reconstruction on MDCT colonography for the preoperative staging of colorectal cancer. *Eur Radiol.* 2006; 16 (10): 2284–2291. DOI: 10.1007/s00330-006-0316-0.
2. Soyer P., Hamzi L., Sirol M., Duchat F., Dray X., Hristova L., Placé V., Pocard M., Boudiaf M. Colon cancer: comprehensive evaluation with 64-section CT colonography using water enema as intraluminal contrast agent—a pictorial review. *Clin. Imaging.* 2012; 36 (2): 113–125. DOI: 10.1016/j.clinimag.2011.06.010.
3. Зароднюк И.В., Тихонов А.А., Орлова Л.П., Жученко А.П., Макарова Е.В. Возможности МСКТ в оценке местного распространения рака ободочной кишки (предварительное сообщение). *Медицинская визуализация.* 2010; 6: 32–40.
4. Ridereau-Zins C., Aubé C., Luet D., Vielle B., Pilleul F., Dumortier J., Gandon Y., Heresbach D., Beziat C., Bailly F., Debilly M., Carbonnel F., Pierredon-Foulongne M.A., Bismuth M., Chretien J.M., Lebigot J., Pessaux P., Valette P.J. Assessment of water enema computed tomography: an effective imaging technique for the diagnosis of colon cancer: Colon cancer: computed tomography using a water enema. *Abdom. Imaging.* 2010; 35 (4): 407–413. DOI: 10.1007/s00261-009-9536-5.
5. Хомутова Е.Ю., Игнатъев Ю.Т., Филиппова Ю.Г. Виртуальная колоноскопия. М.: Видар-М, 2012. 184 с.
6. Dighe S., Swift I., Magill L., Handley K., Gray R., Quirke P., Morton D., Seymour M., Warren B., Brown G. Accuracy of radiological staging in identifying high-risk colon cancer patients suitable for neoadjuvant chemotherapy: a multicentre experience. *Colorectal Dis.* 2012; 14 (4): 438–444. DOI: 10.4240/wjgs.v7.i7.116.
7. Horton K.M., Abrams R.A., Fishman E.K. Spiral CT of colon cancer: imaging features and role in management. *RadioGraphics.* 2000; 20 (2): 419–430. DOI: 10.1148/radiographics.20.2.g00mc14419.
8. Filippone A., Ambrosini R., Fuschi M., Marinelli T., Genovesi D., Bonomo L. Preoperative T and N staging of colorectal cancer: accuracy of contrast-enhanced multidetector row CT colonography-initial experience. *Radiology.* 2004; 231 (1): 83–90. DOI: 10.1148/radiol.2311021152.
9. Stabile Ianora A.A., Moschetta M., Pedote P., Scardapane A., Angelelli G. Preoperative local staging of colosigmoidal cancer: air versus water multidetector-row CT colonography. *Radiol. Med.* 2012; 117 (2): 254–267. DOI: 10.1007/s11547-011-0782-6.
10. Nørgaard A., Dam C., Jakobsen A., Pløen J., Lindebjerg J., Rafaelsen S.R. Selection of colon cancer patients for neoadjuvant chemotherapy by preoperative CT scan. *Scand. J. Gastroenterol.* 2014; 49 (2): 202–208. DOI: 10.3109/00365521.2013.862294.
11. Elibol F.D., Obuz F., Sökmen S., Terzi C., Canda A.E., Sağol Ö., Sarioğlu S. The role of multidetector CT in local staging and evaluation of retroperitoneal surgical margin



- involvement in colon cancer. *Diagn. Interv. Radiol.* 2016; 22 (1): 5–12.
12. Брехов Е.И., Витько Н.К., Коробов М.В., Зубанов А.Г., Овчинников В.Ю., Нечаев П.И. Компьютерная диагностика рака ободочной кишки, осложненного обтурационной толстокишечной непроходимостью. *Медицинская визуализация.* 2010; 5: 57–63.
 13. Трофимова Т.Н., Дементьева Т.Е., Карпенко А.К., Богданова Е.О., Собко В.Ю. Возможности современных методов лучевой диагностики в визуализации толстой кишки в норме и при ее патологических изменениях: КТ-колонография. *Лучевая диагностика и терапия.* 2010; 2 (1): 64–68.
 14. Меллер Т.Б., Райф Э. Норма при КТ- и МРТ-исследованиях: Пер. с англ., под общ. ред. Г.Е. Труфанова, Н.В. Марченко, 2-е изд. М.: МЕДпресс-информ, 2008. 256 с.
 15. Lim M., Hussain Z., Howe A., Storey R., Petty D., Haselden J., Sebag-Montefiore D., Alexander D. The oncological outcome after right hemicolectomy and accuracy of CT scan as a preoperative tool for staging in right sided colonic cancers. *Colorectal Dis.* 2013; 15 (5): 536–543. DOI: 10.1111/codi.12061.
 16. Lao I.H., Chao H., Wang Y.J., Mak C.W., Tzeng W.S., Wu R.H., Chang S.T., Fang J.L. Computed tomography has low sensitivity for the diagnosis of early colon cancer. *Colorectal Dis.* 2013; 15 (7): 807–811.
 17. Sibilleau E., Ridereau-Zins C., Vanel D., Pavageau A.H., Bertrais S., Metvier-Cesbron E., Venara A., Aubé C. Accuracy of water-enema multidetector computed tomography (WE-MDCT) in colon cancer staging: a prospective study. *Abdom. Imaging.* 2014; 39 (5): 941–948. DOI: 10.1007/s00261-014-0150-9.
 18. Chung D.J., Huh K.C., Choi W.J., Kim J.K. CT colonography using 16-MDCT in the evaluation of colorectal cancer. *Am. J. Roentgenol.* 2005; 184 (1): 98–103.
 19. Balthazar E.J., Megibow A.J., Hulnick D., Naidich D.P. Carcinoma of the colon: detection and preoperative staging by CT. *Am. J. Roentgenol.* 1988; 150 (2): 301–306. DOI: 10.2214/ajr.150.2.301.
 20. Матвеев В.Е. Комплексная лучевая диагностика рака прямой и ободочной кишок: Дисс. ... канд. мед. наук. СПб., 2004. 146 с.
 21. Balthazar E.J. CT of the gastrointestinal tract: principles and interpretation. *Am. J. Roentgenol.* 1991; 156 (1): 23–32. DOI: 10.2214/ajr.156.1.1898566.
 22. Горшков А.И. Возможности рентгеновской компьютерной томографии в диагностике опухолевых заболеваний толстой кишки. *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии.* 1999; 6: 53–56.
 23. Прокоп М., Галански М. Спиральная и многослойная компьютерная томография: Учебное пособие. В 2-х томах. Том 2; Под ред. А.В. Зубарева, Ш.Ш. Шотемора. М.: Медпресс-информ, 2007. 712 р.
 24. Хофер М. Компьютерная томография: Базовое руководство. М.: Медицинская литература, 2008. 224 с.
 2. Soyer P., Hamzi L., Sirol M., Duchat F., Dray X., Hristova L., Placé V., Pocard M., Boudiaf M. Colon cancer: comprehensive evaluation with 64-section CT colonography using water enema as intraluminal contrast agent—a pictorial review. *Clin. Imaging.* 2012; 36 (2): 113–125. DOI: 10.1016/j.clinimag.2011.06.010.
 3. Zarodnyuk I.V., Tikhonov A.A., Orlova L.P., Zhuchenko A.P., Makarova E.V. Value of Spiral CT for Assessment of Local Spread of Colon Cancer. *Meditsinskaya vizualizatsiya.* 2010; 6: 32–40. (In Russian)
 4. Ridereau-Zins C., Aubé C., Luet D., Vielle B., Pilleul F., Dumortier J., Gandon Y., Heresbach D., Beziat C., Bailly F., Debilly M., Carbonnel F., Pierredon-Foulongne M.A., Bismuth M., Chretien J.M., Lebigot J., Pessaux P., Valette P.J. Assessment of water enema computed tomography: an effective imaging technique for the diagnosis of colon cancer: Colon cancer: computed tomography using a water enema. *Abdom. Imaging.* 2010; 35 (4): 407–413. DOI: 10.1007/s00261-009-9536-5.
 5. Khomutova E.Yu., Ignat'ev Yu.T., Filippova Yu.G. Virtual colonoscopy. M.: Vidar-M. 2012. 184 p. (In Russian)
 6. Dighe S., Swift I., Magill L., Handley K., Gray R., Quirke P., Morton D., Seymour M., Warren B., Brown G. Accuracy of radiological staging in identifying high-risk colon cancer patients suitable for neoadjuvant chemotherapy: a multicentre experience. *Colorectal Dis.* 2012; 14 (4): 438–444. DOI: 10.4240/wjgs.v7.i7.116.
 7. Horton K.M., Abrams R.A., Fishman E.K. Spiral CT of colon cancer: imaging features and role in management. *RadioGraphics.* 2000; 20 (2): 419–430. DOI: 10.1148/radiographics.20.2.g00mc14419.
 8. Filippone A., Ambrosini R., Fuschi M., Marinelli T., Genovesi D., Bonomo L. Preoperative T and N staging of colorectal cancer: accuracy of contrast-enhanced multidetector row CT colonography—initial experience. *Radiology.* 2004; 231 (1): 83–90. DOI: 10.1148/radiol.2311021152.
 9. Stabile Ianora A.A., Moschetta M., Pedote P., Scardapane A., Angelelli G. Preoperative local staging of colosigmoideal cancer: air versus water multidetector-row CT colonography. *Radiol. Med.* 2012; 117 (2): 254–267. DOI: 10.1007/s11547-011-0782-6.
 10. Nørgaard A., Dam C., Jakobsen A., Pløen J., Lindebjerg J., Rafaelsen S.R. Selection of colon cancer patients for neoadjuvant chemotherapy by preoperative CT scan. *Scand. J. Gastroenterol.* 2014; 49 (2): 202–208. DOI: 10.3109/00365521.2013.862294.
 11. Elibol F.D., Obuz F., Sökmen S., Terzi C., Canda A.E., Sağol Ö., Sarioğlu S. The role of multidetector CT in local staging and evaluation of retroperitoneal surgical margin involvement in colon cancer. *Diagn. Interv. Radiol.* 2016; 22 (1): 5–12.
 12. Brekhov E.I., Vit'ko N.K., Korobov M.V., Zubanov A.G., Ovchinnikov V.Yu., Nechaev P.I. CT diagnostics of cancer of the colon, complicated with acute bowel obstruction. *Meditsinskaya vizualizatsiya.* 2010; 5: 57–63. (In Russian)
 13. Trofimova T.N., Dement'eva T.E., Karpenko A.K., Bogdanova E.O., Sobko V.Yu. The possibilities of modern diagnostic methods in the visualization of the colon in normal and its pathological changes: colonography. *Lučevaya diagnostika i terapiya.* 2010; 2 (1): 64–68. (In Russian)
 14. Meller T.B., Rayf E. Norm at CT and MRI studies: Per. s angl., pod obshch. red. G.E. Trufanova, N.V. Marchenko, 2-e izd. M.: MEDpress-inform, 2008. 256 p. (In Russian)

References

1. Jin K.N., Lee J.M., Kim S.H., Shin K.S., Lee J.Y., Han J.K., Choi B.I. The diagnostic value of multiplanar reconstruction on MDCT colonography for the preoperative staging of colorectal cancer. *Eur Radiol.* 2006; 16 (10): 2284–2291. DOI: 10.1007/s00330-006-0316-0.



15. Lim M., Hussain Z., Howe A., Storey R., Petty D., Haselden J., Sebag-Montefiore D., Alexander D. The oncological outcome after right hemicolectomy and accuracy of CT scan as a preoperative tool for staging in right sided colonic cancers. *Colorectal Dis.* 2013; 15 (5): 536–543. DOI: 10.1111/codi.12061.
16. Lao I.H., Chao H., Wang Y.J., Mak C.W., Tzeng W.S., Wu R.H., Chang S.T., Fang J.L. Computed tomography has low sensitivity for the diagnosis of early colon cancer. *Colorectal Dis.* 2013; 15 (7): 807–811.
17. Sibileau E., Ridereau-Zins C., Vanel D., Pavageau A.H., Bertrais S., Metivier-Cesbron E., Venara A., Aubé C. Accuracy of water-enema multidetector computed tomography (WE-MDCT) in colon cancer staging: a prospective study. *Abdom. Imaging.* 2014; 39 (5): 941–948. DOI: 10.1007/s00261-014-0150-9.
18. Chung D.J., Huh K.C., Choi W.J., Kim J.K. CT colonography using 16-MDCT in the evaluation of colorectal cancer. *Am. J. Roentgenol.* 2005; 184 (1): 98–103.
19. Balthazar E.J., Megibow A.J., Hulnick D., Naidich D.P. Carcinoma of the colon: detection and preoperative staging by CT. *Am. J. Roentgenol.* 1988; 150 (2): 301–306. DOI: 10.2214/ajr.150.2.301.
20. Matveev V.E. Complex radiodiagnosis diagnostics of cancer rectum and colon: Diss. ... kand. med. nauk. SPb., 2004. 146 p. (In Russian)
21. Balthazar E.J. CT of the gastrointestinal tract: principles and interpretation. *Am. J. Roentgenol.* 1991; 156 (1): 23–32. DOI: 10.2214/ajr.156.1.1898566.
22. Gorshkov A.I. Possibility computed tomography in the diagnosis of diseases of the colon tumor. *Rossiyskiy zhurnal gastroenterologii, gepatologii, koloproktologii.* 1999; 6: 53–56. (In Russian)
23. Prokop M., Galanski M. Spiral and multislice computed tomography: Uchebnoe posobie. In 2 Vol. Vol. 2. Eds A.V. Zubareva, Sh.Sh. Shotemora. M.: Medpress-inform, 2007. 712 p. (In Russian)
24. Khofer M. Computed tomography: basic management. M.: Meditsinskaya literatura, 2008. 224 p. (In Russian)

Поступила в редакцию 6.12.2016.
Принята к печати 18.01.2017.

Received on 6.12.2016.
Accepted for publication on 18.01.2017.