

Н.И. Лебедев¹, М.В. Осипов², Е.В. Синяк¹, Е.П. Фомин¹

АЛГОРИТМ КОНТРОЛЬНОГО МСКТ-ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНОВ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ У ПАЦИЕНТОВ, НАХОДЯЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ХИМИОТЕРАПИИ

N.I. Lebedev¹, M.V. Osipov², E.V. Sinyak¹, E.P. Fomin¹

An Algorithm of the Abdominal Multislice CT Study in Cancer Patients Undergoing Chemotherapy

РЕФЕРАТ

Цель: Создание диагностического алгоритма контрольного исследования онкологических пациентов с патологией органов брюшной полости в процессе химиотерапии, позволяющего снизить лучевую нагрузку на пациента и оптимизировать процесс исследования.

Материал и методы: За период с момента введения в эксплуатацию многосрезового компьютерного томографа Bright Speed Elite фирмы General Electric в отделении лучевой диагностики и терапии ЦМСЧ-71 было проведено более 5 тыс. исследований, при которых по показаниям использовалось болюсное контрастное усиление, около 10 % из которых исследования брюшной полости, причем более трети из них проводятся пациентам с уже установленным диагнозом злокачественного образования органов брюшной полости.

Результаты: Исключение поздней артериальной фазы при гиповаскулярных метастазах в печень, либо ранней венозной фазы при гиперваскулярных метастазах при контрольном исследовании пациентов в процессе химиотерапии позволяет снизить дозу облучения пациента до двух третей без потери диагностической информации. Это позволило создать и успешно внедрить в практику алгоритм контрольного исследования онкологических пациентов. Приводится обоснование предложенного алгоритма, исходя из собственного многолетнего опыта клинической практики отделения лучевой диагностики и терапии ЦМСЧ-71 и данных других исследователей.

Выводы: Применение данного алгоритма при выполнении МСКТ-исследований органов брюшной полости с болюсным контрастным усилением у пациентов в процессе химиотерапии позволяет сократить время исследования и снизить лучевую нагрузку на пациента без потери диагностической информации. Регистр пациентов, проходивших МСКТ-исследование, позволяет оценить возможные эффекты действия медицинского облучения.

Ключевые слова: МСКТ брюшной полости, химиотерапия, гиповаскулярные метастазы, гиперваскулярные метастазы, доза облучения

ABSTRACT

Purpose: To create the algorithm of MSCT-study of abdominal cancer patients undergoing chemotherapy, that allows to reduce the radiation exposure to the patient and optimize the process of study.

Material and methods: During the period since the *Bright Speed Elite* multislice computed tomography scanner commissioned in the radiological department of CMSU-71 more than 5,000 studies has been conducted with or without i.v. bolus contrast enhancement. About 10 % of these studies are the abdominal MSCT, and more than a third of them held in patients with already diagnosed abdominal cancer.

Results: Exclusion of the late arterial phase in case of hypovascular metastases or the early venous phase in case of hypervascular metastases in the control study of patients undergoing chemotherapy allows up to 2/3rd reduction in medical radiation dose to the patient without loss of diagnostic information. It resulted in creation of an algorithm of control study of cancer patients. The algorithm was successfully applied in our everyday radiological practice. The article provides the potential readers with the proposed algorithm based on our experience in clinical radiology and summarize the data of other research studies.

Conclusion: The use of proposed algorithm in MSCT-study of the abdominal cancer patients undergoing chemotherapy allows reducing the medical radiation dose to the patient and the time of MSCT-study without lost the quality of the diagnostic information. Epidemiological registry of patients underwent MSCT-study allows to evaluate possible effects of medical exposure.

Key words: MSCT of the abdomen, chemotherapy, hypovascular metastases, hypervascular metastases, radiation dose

Введение

Большая популярность многосрезовой компьютерной томографии (МСКТ) в последние десятилетия, ее высокая информативность по сравнению с другими лучевыми методами исследования при диагностике заболеваний, в частности, органов брюшной полости и забрюшинного пространства, привела к тому, что при любом подозрении на серьезную патологию данной локализации пациенту назнача-

ется МСКТ. Это обуславливает существенную лучевую нагрузку на пациента, находящегося в состоянии заболевания, что может играть значимую роль в увеличении вероятности развития радиогенных стохастических эффектов [1]. Особую значимость это приобретает в случае, когда пациентам с уже диагностированным онкологическим заболеванием при прохождении курса лечения у онколога назначаются контрольные МСКТ-исследования.

¹ Центральная медико-санитарная часть №71 ФМБА РФ, Озерск. E-mail: ferrum76@mail.ru

² Южно-Уральский институт биофизики ФМБА РФ

¹ Central Medical-Sanitary Unit №71 FMBA RF, Ozersk, Russia. E-mail: ferrum76@mail.ru

² Southern Urals Biophysics Institute FMBA RF

В проведенных ранее исследованиях показано, что воздействие профессионального гамма-облучения достоверно повышает риск развития солидных злокачественных новообразований, в частности, органов брюшной полости [2]. Согласно принципу ALARA, предложенному еще в 1954 г. МКРЗ с целью минимизации вредного воздействия ионизирующей радиации, необходимо стремиться к снижению дозовой нагрузки при медицинских обследованиях [3]. Особенности проведения МСКТ-исследования брюшной полости и наш многолетний клинический опыт показывают возможности оптимизации исследования с целью минимизации лучевой нагрузки на пациента.

Мы стали уделять гораздо большее внимание радиационной безопасности пациентов, когда увидели, какие дозы рентгеновского облучения они получают при некоторых видах лучевых исследований, в частности, при МСКТ [4], когда при стандартном трехфазном исследовании брюшной полости (нативная фаза, поздняя артериальная и ранняя венозная фаза) средняя эффективная доза облучения пациента может достигать до нескольких десятков мЗв. Предыдущее наше исследование доказывает, что использование нативной фазы при МСКТ брюшной полости является необходимым крайне редко, и отказ от ее использования приводит к значительному (до 30 %) снижению лучевой нагрузки, без потери диагностической информации. Это находится в соответствии с международными нормами, изложенными в докладе МАГАТЭ [5], поскольку снижение дозовой нагрузки при проведении именно МСКТ является одной из актуальных задач в современной радиологии.

В настоящей работе мы предлагаем разработанный нами алгоритм контрольного МСКТ-исследования брюшной полости у онкологических больных в процессе химиотерапии.

Материал и методы

Пациенты обследовались на 16-срезовом компьютерном томографе Bright Speed Elite в отделении лучевой диагностики ЦМСЧ-71 Озерска ФМБА России. С 07.02.2012 по 23.01.2014 г. проведено более 5 тыс. МСКТ-исследований с контрастным усилением и без него. Для внутривенного болюсного контрастного усиления применялось неионное йодсодержащее контрастное вещество омнипак-300, объем вводимого контраста составлял до 120 мл в зависимости от массы тела пациента, контраст вводился с помощью автоматического двухколбового инжектора Stellant фирмы MedRad со скоростью 2,5–4 мл в секунду в зависимости от состояния вен пациента. Информация, касающаяся учета проведенных ис-

следований, заносилась в специальный журнал регистрации МСКТ-исследований.

Информация о показаниях к исследованию, типе исследования, индивидуальной эффективной дозе облучения пациента и заключение врача-рентгенолога сохранялись в электронном архиве исследований кабинета компьютерной томографии отделения лучевой диагностики ЦМСЧ-71. Характеристика объема регистра в зависимости от года исследования представлена в табл. 1.

Таблица 1

Количество проведенных КТ-исследований в отделении лучевой диагностики в зависимости от года с начала хранения архива

Год исследования	Количество исследований	Вид исследования
2007	1040	Шаговая КТ
2008	1301	Шаговая КТ
2009	1380	Шаговая КТ
2010	722	Шаговая КТ
2011	907	Шаговая КТ
2012	2041	Мультисрезовая КТ
2013	2775	Мультисрезовая КТ
2007–2013	10166	Всего КТ

На основании этой информации была создана база данных МСКТ, из которой для настоящего исследования были выбраны все МСКТ брюшной полости. Из 478 обследованных пациентов с патологией брюшной полости количество пациентов с установленным при направлении на МСКТ диагнозом злокачественных новообразований органов брюшной полости составило 175, что составляет 36,6 % от общего количества исследований абдоминальной области. Соотношение количества мужчин и женщин в исследуемой группе было примерно одинаковым с небольшим преобладанием женщин — 53,7 %. Возраст мужчин находился в пределах от 29 до 75 лет, женщин — от 41 до 89 лет. Контрольные исследования по поводу метастазов в печень проводились в 25 % всех случаев МСКТ-диагностики органов брюшной полости.

При наличии диагностированного злокачественного опухолевого роста в брюшной полости пациент находится на диспансерном учете у врача-онколога, где получает соответствующее лечение в зависимости от типа, локализации и распространенности процесса. При этом уже на момент назначения специфического лечения (как правило, это химиотерапия в комбинации с другими видами противораковой терапии) уже имеется информация о наличии и типе метаста-

зов. Процесс химиотерапии длительный, и пациенты получают его несколькими курсами, между которыми проводится контроль динамики патологического процесса.

После получения больными первого курса химиотерапии обычно уже через три месяца лечения врачу-онкологу требуется информация о динамике процесса. Таким образом, пациенту назначаются контрольные МСКТ-исследования, при которых пациент неоднократно подвергается лучевой нагрузке в эффективной дозе, которая, по нашим данным, может достигать 29 мЗв при стандартном трехфазном исследовании, или же до 14 мЗв при рекомендованном нами двухфазном исследовании с исключением нативной фазы [4].

Но стоит ли проводить двухфазное исследование, когда тип метастазов нам уже известен?

Результаты и обсуждение

Из практики МСКТ-исследований с болюсным контрастным усилением известно, что диагностика гиповаскулярных метастазов максимально информативна в раннюю венозную фазу, тогда как поздняя артериальная фаза контрастного усиления не дает дополнительной полезной информации. Гиперваскулярные же метастазы, напротив, лучше всего выявляются в позднюю артериальную фазу, и недостаточно хорошо визуализируются из-за быстрого вымывания контраста в ранней венозной фазе. Исходя из этого при контрольном исследовании брюшной полости с известным типом метастазов достаточно проведение исследования, состоящего из одной фазы контрастирования, в зависимости от

типа метастаза: поздней артериальной для гиперваскулярных образований, или ранней венозной фазы для гиповаскулярных метастазов.

В качестве иллюстрирующего клинического примера представляем два оптимальных среза из трех контрольных исследований пациентов с онкопатологией органов брюшной полости при наличии метастазов в печень известного типа (рис. 1–6).

В первом случае (рис. 1, 2) это гиповаскулярные метастазы, которые при проведении стандартного трехфазного исследования еще недостаточно накапливают контрастное вещество в поздней артериальной фазе и начинают отчетливо визуализироваться только к наступлению ранней венозной фазы, когда паренхима печени накапливает контраст.

На рис. 1 мы видим позднюю артериальную фазу болюсного контрастного усиления, когда метастазы гиповаскулярного типа еще недостаточно накопили контраст, и, как следствие, визуализируются нечетко. На рис. 2 — продолжение исследования, ранняя венозная фаза, когда эти метастазы видны уже более отчетливо, прослеживается ободок по периферии метастаза, характеризующий накопление контрастного вещества. Таким образом, в этом исследовании поздняя артериальная фаза контрастного усиления не дает полезной диагностической информации для описания и может быть исключена.

Во втором случае (рис. 3, 4) это гиперваскулярные метастазы, которые, в противоположность гиповаскулярным, обуславливают практически полное вымывание контраста к наступлению ранней венозной фазы. Это достаточно хорошо известно всем радиологам, занимающимся МСКТ-исследованиями

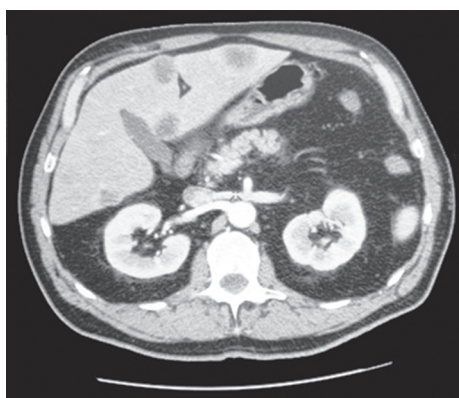


Рис. 1. Компьютерная томограмма брюшной полости в аксиальной проекции. Болюсное контрастное усиление, поздняя артериальная фаза. Метастазы рака толстой кишки в печень гиповаскулярного типа еще недостаточно четко визуализируются



Рис. 2. Компьютерная томограмма брюшной полости в аксиальной проекции. Болюсное контрастное усиление. Ранняя венозная фаза. Метастазы в печень гиповаскулярного типа видны более отчетливо, прослеживается ободок по периферии метастаза, характеризующий накопление контраста

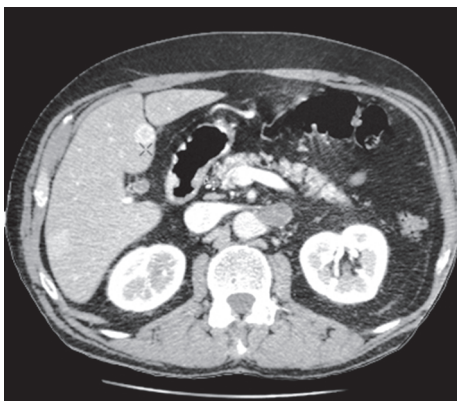


Рис. 3. Компьютерная томограмма брюшной полости в аксиальной проекции. Болюсное контрастное усиление, поздняя артериальная фаза. Гиперваскулярный тип метастаза хорошо визуализируется

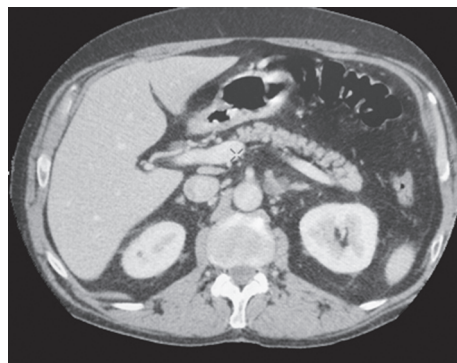


Рис. 4. Компьютерная томограмма брюшной полости в аксиальной проекции. Болюсное контрастное усиление, ранняя венозная фаза. Гиперваскулярный тип метастазов. Вымывание контраста обуславливает их нечеткую визуализацию



Рис. 5. Компьютерная томограмма брюшной полости в аксиальной проекции. Болюсное контрастное усиление, поздняя артериальная фаза. Гиперваскулярные метастазы еще достаточно хорошо различимы

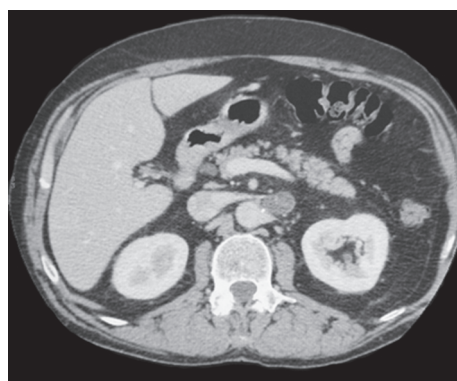


Рис. 6. Компьютерная томограмма брюшной полости в аксиальной проекции. Болюсное контрастное усиление, ранняя венозная фаза. Гиперваскулярный тип метастазов практически не визуализируется вследствие вымывания контраста

[6, 7]. Рис. 3 демонстрирует хорошую визуализацию гиперваскулярного типа метастаза (отмечен маркером) в позднюю артериальную фазу, тогда как этот же тип метастаза в раннюю венозную фазу (рис. 4) уже практически не визуализируется. Это дает основания полагать, что исследование можно завершить после проведения поздней артериальной фазы.

Рис. 5, 6 демонстрируют различия в визуализации гиперваскулярных метастазов в позднюю артериальную и раннюю венозную фазы болюсного контрастного усиления. На рис. 5 представлена поздняя артериальная фаза, в которую гиперваскулярные метастазы еще достаточно хорошо различимы. Рис. 6 показывает следующую за ней раннюю венозную фазу, когда гиперваскулярный тип метастазов не визуализируется вследствие почти полного вымывания

контраста. Очевидно, что в данном случае ранняя венозная фаза не добавляет существенной диагностической информации.

Предложенный нами алгоритм контрольного МСКТ-исследования органов брюшной полости у онкологических пациентов позволяет снизить дозу облучения пациента и сократить время проведения исследования.

Алгоритм исследования

МСКТ-исследование брюшной полости с болюсным контрастным усилением у онкологических пациентов с патологией органов брюшной полости при подозрении, либо при наличии уже диагностированных метастазов в печень проводится следующим образом. После томограмм, доза облучения пациента при которых не фиксируется аппаратом (это не

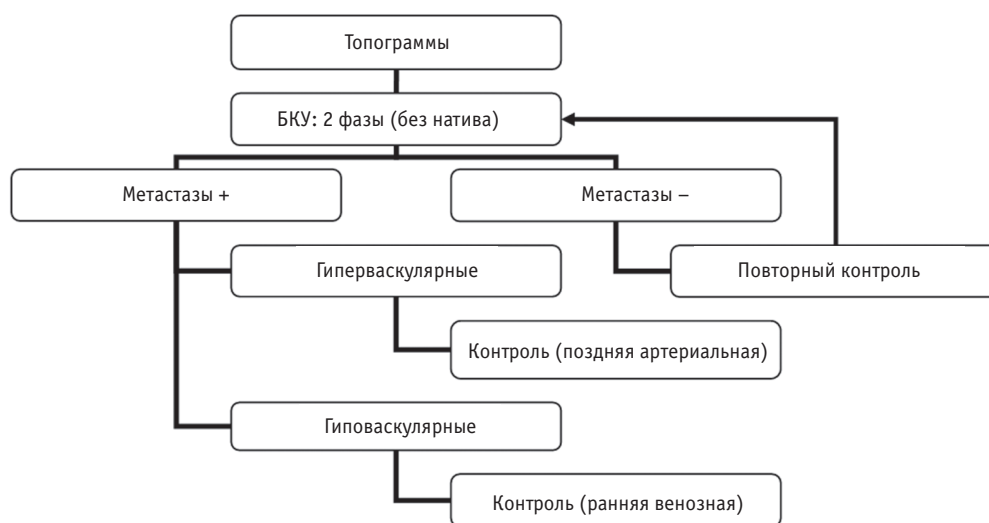


Рис. 7. Алгоритм контрольного исследования брюшной полости с болюсным контрастным усилением у онкологических пациентов

предусмотрено алгоритмом программного обеспечения томографа, поскольку считается, что доза при топограмме пренебрежимо мала. Авторы считают это недостатком программного обеспечения, выполняется первичное исследование с болюсным контрастным усилением без нативной фазы, состоящее всего из двух фаз — поздней артериальной и ранней венозной. В результате проведенного первичного исследования мы получаем информацию о наличии или отсутствии метастазов в печень.

В случае отсутствия очагов метастазирования в печень проводится обычный двухфазный контроль (без применения нативной фазы, которая должна проводиться только в случае необходимости, когда ее отсутствие повлечет за собой потерю диагностической информации). В случае же наличия метастазов определяется их тип: гипер- или гиповаскулярные. Информация о типе метастаза дает нам возможность в дальнейшем проводить контрольное МСКТ-исследование, используя лишь одну фазу. Это позволяет снизить эффективную дозу облучения пациента, как доказано нами в предыдущем нашем исследовании, в среднем на 4,1 мЗв (максимум до 9,2 мЗв). Поэтому дозовая нагрузка на пациента при применении предложенного алгоритма в три раза ниже по сравнению со стандартной схемой проведения МСКТ-исследования брюшной полости в три фазы (включая натив, аналог этого термина в зарубежной литературе NECT — Non-Enhanced CT).

Алгоритм контрольного исследования брюшной полости с болюсным контрастным усилением у онкологических пациентов схематически выглядит следующим образом (см. рис. 7).

В настоящей работе не проводится сравнение групп пациентов, обследованных по стандартному протоколу и по предложенному нами алгоритму. Это связано, прежде всего, с тем, что, руководствуясь принципом разумной минимизации дозы, авторы сводят к минимуму возможное число случаев, которые могли бы сформировать группу внутреннего контроля.

Применение предложенного алгоритма в лечебно-диагностической практике при контрольных МСКТ-исследованиях брюшной полости с болюсным контрастным усилением у онкологических больных не ухудшало качества диагностической информации. Вместе с этим, это позволило снизить дозу облучения пациента и сократить продолжительность проведения исследования.

Принимая во внимание необходимость исследования возможных отдаленных эффектов воздействия медицинского излучения от КТ-исследований, целесообразно дополнение созданного регистра пациентов, проходящих рентгеновское обследование на рентгеновском компьютерном томографе, данными о заболеваемости и смертности.

Выводы

1. Разработан алгоритм контрольного МСКТ-исследования пациентов со злокачественными новообразованиями брюшной полости в процессе химиотерапии.
2. Предложенный алгоритм сокращает время проведения МСКТ-исследования, снижает дозу облучения пациента до двух третей от дозы, получаемой при стандартной схеме проведения контрольного МСКТ-исследования, что дополнительно позволяет увеличить ресурс эксплуатируемого оборудования.
3. Учитывая опыт совместной работы специалистов лучевой диагностики и эпидемиологов, формирование когорты пациентов, проходящих МСКТ-исследования, позволит проводить проспективные эпидемиологические исследования для оценки радиогенного риска в области малых доз медицинского облучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Brenner D.J., Hall E.J.* Computed tomography — an increasing source of radiation exposure. // *N. Engl. J. Med.* 2007, **357**, No. 22, P. 2277–2284.
2. *Осипов М.В., Сокольников М.Э.* Оценка риска смертности от злокачественных новообразований органов желудочно-кишечного тракта у работников ПО «Маяк». // *Вопросы рад. безопасности*, 2014, № 1, С. 76–83.
3. ICRP Publication 60. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. // *Ann. ICRP*, 1991, 215 pp.
4. *Лебедев Н.И., Осипов М.В., Фомин Е.П.* О способе снижения лучевой нагрузки при компьютерной томографии брюшной полости // *Мед. радиол. и радиац. безопасность*, 2014, **59**, № 4, С. 48–52.
5. IAEA Publication 1532. Justification of Medical Exposure in Diagnostic Imaging. — Vienna: International Atomic Energy Agency, 2011, 180 pp.
6. *Oliver J.H. 3rd, Baron R.L., Federle M.P. et al.* Hypervascular liver metastases: do unenhanced and hepatic arterial phase CT images affect tumor detection? // *Radiology*, 1997, **205**, P. 709–715.
7. *Oliver J.H., Baron R.L.* Helical biphasic contrast enhanced CT of the liver: Technique, indications, interpretation, and pitfalls. // *Radiology*, 1996, **201**, P. 1–14.

Поступила: 12.11.2014

Принята к публикации: 25.03.2015