

СЕКЦИЯ 7. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАДИАЦИОННОЙ ГИГИЕНЫ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 614.21:613.648+614.876

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК

*Бондаревский-Колотий В.А.
ГБУ ДНР «РКБ ИМ. М.И. КАЛИНИНА»,
ФГБОУ ВО «Донецкий государственный медицинский университет им. М. Горького»*

Аннотация. Растущее число высокодозных методов исследований требуют от профессионального сообщества наращивания усилий для оптимизации дозовых нагрузок пациентов. Использование метода компьютерной томографии для постановки диагноза и верификации течения заболевания вносит значительный вклад в дозовые нагрузки пациентов и коллективную дозу. Использование низкодозных протоколов для повторных исследований позволит значительно снизить риски возникновения заболеваний, связанные с влиянием «малых» доз от ионизирующего излучения.

Ключевые слова: компьютерная томография, низкодозовой протокол, ковид-19.

ENSURING RADIATION SAFETY IN MEDICAL FACILITIES BY DOSES OPTIMIZING

*Bondarevskiy-Kolotii V.A.
M.I. Kalinin Republican Clinical Hospital
M. Gorky Donetsk State Medical University*

Annotation. A growing number of high-precision research methods require the professional community to increase efforts to optimize the dose loads of patients. The use of computed tomography to diagnose and verify the course of the disease makes a significant contribution to the dose loads of patients and the collective dose. The use of low-dose protocols for repeated studies will significantly reduce the risks of diseases associated with the influence of "small" doses from ionizing radiation.

Keywords: computed tomography, low-dose protocol, covid-19.

Пандемия коронавирусной инфекции COVID-19 показала, что компьютерная томография (КТ) обладает высокой чувствительностью в диагностике ковид-ассоциированных вирусных пневмоний и осложнений. Уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла», как типичные клинические симптомы коронавирусной инфекции

(вирусной пневмонии) [1], хорошо визуализируются при исследовании пациента методом КТ и являются основанием положительного диагноза, с учетом симптомов острой респираторной инфекции [2]. Низкая чувствительность рентгенографии органов грудной клетки (ОГК) при диагностике вирусных пневмоний [3] делает исследования методом КТ ведущим в диагностике этого заболевания.

После госпитализации пациенту с подозрением на COVID-19 проводят от 2 до 6 КТ исследований для оценки динамики выявленного заболевания, а уменьшение изменений в легочной ткани является критерием выписки из стационара. При этом пациенты, перенесшие COVID-19, в связи с возможными изменениями в легочной ткани, могут подвергаться дополнительным КТ исследованиям [4].

Постоянный рост количества КТ аппаратов имеет тенденцию к увеличению показан на рис.1., при этом во время пандемии рост общего количества составил 19,8%. Увеличение в 2020 г. в сравнении с 2019 г. числа современных томографов 64-128 срезов составил 35,7%, а более 128 срезов – 53,0% [5]. Эта тенденция указывает на то, что количество высокодозных исследований будет увеличиваться, особенно тех, которые требуют высокой скорости сканирования– кардиологических исследований.

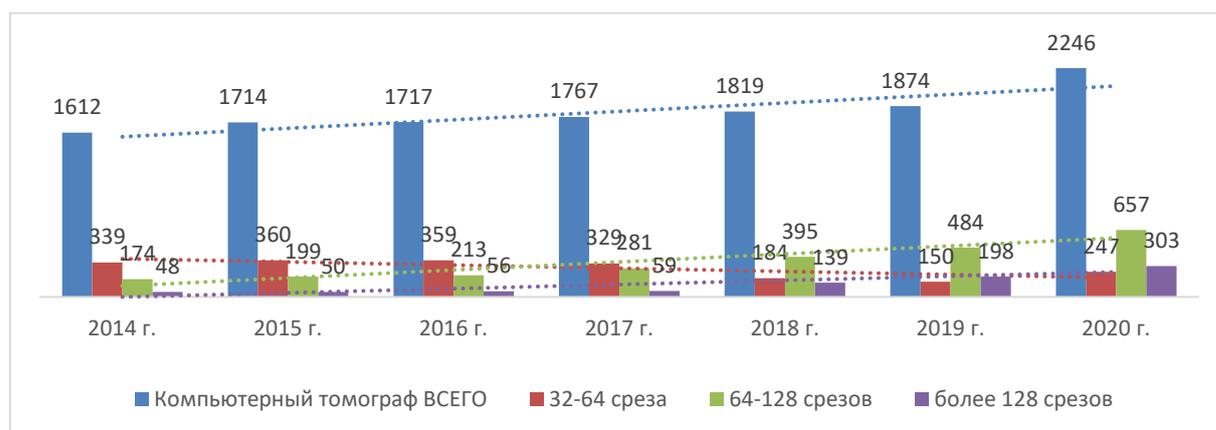


Рис. 1. Количество КТ аппаратов в Российской Федерации 2014-2020 гг.

В 2020 г. во время пандемии COVID-19 резко увеличился удельный вес количества исследований ОГК с 23% до 55% - в 2,4 раза, а вклад в суммарную коллективную дозу увеличился в более чем 2 раза (рис. 2). В 2021 г тенденция к росту этих показателей сохранилась. Средняя по субъектам РФ индивидуальная доза в 2022 г., на 1 процедуру КТ исследований составила 3,86 мЗв [6].



Рис. 2. Вклад КТ ОГК в число исследований и суммарную коллективную дозу по РФ в 2014-2021 гг.

Негативное влияние и онкогенность «малых доз», особенно у женщин, показана в исследовании пациентов возраста до 40 лет, проведенные Zhu et al. в Ухане (КНР) [7]. Выяснилось, что число торакальных операций по удалению новообразований с 219 в 2018 г. выросло до 732 в 2022 г.. Количество операций с диагнозом «аденокарцинома легкого» увеличилось более чем в 15 раз, с 26 до 415. При этом 70 % аденокарцином легких было обнаружено у женщин. Медиана размера аденокарциномы уменьшилась вдвое (с 15 мм до 7 мм), а наиболее распространенная стадия изменилась с инвазивной I стадии (46 % аденокарцином в 2018 году) на микроинвазивную (60 % аденокарцином в 2022 году). Все участвующие в исследовании пациенты проходили КТ скрининг на COVID-19.

Ранее, в нашей публикации уже акцентировалось внимание на необходимости оптимизации дозовых нагрузок и создании низкодозного протокола для КТ исследований ОГК [8]. Исследование Беркович Г.В. и соавт. 2021 г. показало создание низкодозного протокола, который может быть рекомендован к использованию в клинической практике для пациентов (без избыточной массы тела), которым требуется повторное КТ сканирование. Дозовые характеристики эталонного протокола DLP, мГрхсм - 207 ± 51 (131-367), эффективная доза, мЗв $3,5 \pm 0,9$ (2,2-6,2). Низкодозный протокол DLP, мГрхсм - 100 ± 8 (73-116), эффективная доза, мЗв $1,7 \pm 0,1$ (1,2-2,0). Полученный в исследовании протокол позволит снизить эффективную дозу более чем в 2 раза. Однако до сих пор во «Временных методических рекомендациях» [4] до сих пор указывается на использование стандартного протокола при первичном и повторных КТ исследованиях.

Целью данной статьи является демонстрация того, что использование в клинической практике низкодозного протокола при обследовании ОГК пациентов с COVID-19 является эффективным методом снижения дозовых нагрузок на пациентов.

Материалы и методы.

Проведен анализ количества выполненных процедур методом КТ на томографе Siemens Somatom Emotion 16 за период с 2020-2023 гг. на базе одной из многопрофильных больниц г.Донецка, которая в своем составе имеет инфекционное отделение и в период пандемии была госпитальной базой для пациентов с COVID-19. Проанализированы эффективные дозы полученные 30 пациентами, при исследованиях ОГК, с использованием низкодозного протокола ThorNative и показаны его характеристики, в сравнении со стандартным протоколом ThorRoutine.

Статистическая обработка проведена с помощью лицензионного пакета прикладных программ MedStat. Значения DLP и эффективных доз представлены в виде $M \pm m$ (min-max) (M – выборочное среднее, m – ошибка среднего).

На рисунке 3 показано количество КТ исследований проведенных за период с 2020 г. по 2023 г. Рост исследований ОГК в 2021 г. составил 69 % по сравнению с 2020 г. Снижение количества исследований ОГК в последующие год в 2 раза, показывает некоторое улучшение эпидемиологической ситуации. Однако количество исследований ОГК, в 2022 и 2023 гг. сравнимы по уровню исследований с первым годом пандемии.

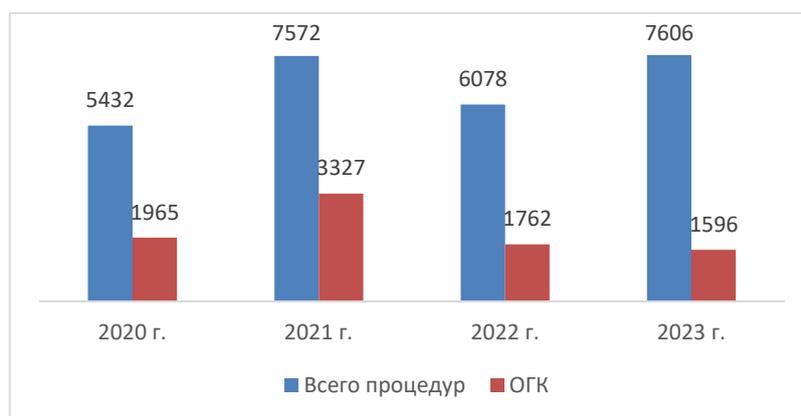


Рис 3. Количество проведенных КТ исследований

Высокая квалификация медицинского персонала и хорошее знание возможностей визуализации томографа, а также программного обеспечения, позволили совместно с инженерами организации обслуживающей томограф создать низкодозный протокол ThorNative, параметры которого представлены в таблице. Данный протокол создан на основе стандартного протокола исследования ОГК ThorRoutine с понижением напряжения на трубке до 110 кВ, увеличением питча до 1,2 и использованием фильтра реконструкции B41s medium.

Оценку средней эффективной дозы за одно исследование провели отобрав данные DLP из протоколов исследований 30 совершеннолетних пациентов с диагнозом COVID-19

без учета половозрастных характеристик, т.к.коэффициент используемый для расчета эффективной дозы из МУ 2.6.1.3584-19, учитывает только возраст «свыше 17 лет» и не учитывает пол обследуемого.

На рисунке 4 показан результат визуализации исследования пациентки с диагнозом COVID-19 с использованием низкодозного протокола. На нем красными стрелками выделены образования по типу «матового стекла», которые хорошо визуализируются.

Таблица 1

Параметры стандартного и низкодозного протоколов

Параметры/Протоколы	ThorRoutine*	ThorNative
Напряжение трубки, кВ	130	110
Сила тока трубки, мАс	70	70
Время вращения трубки, сек	0,6	0,6
Коллимация среза	16x1,2мм	16x1,2мм
Толщина среза	5,0 мм	5,0
Питч	0,8	1,2
Фильтр реконструкции	B41s	B41smedium
CTDIvol, мГр	7,84 мГр	4,39±0,59 (2,78-5,59)
DLP, мГрхсм	-	147,7±21,2 (101,7-194,6)
Эффективная доза, мЗв	Мужчина: 4,36* Женщина:5,55*	1,8±0.2 (1,2-2,3)**

*- по данным производителя, ** - использовался коэффициент e_{DLP}^i из МУ 2.6.1.3584-

19

Используемая в протоколе ThorNative комбинация установок позволила получить не только хорошую визуализацию ковид-специфических образований, но и эффективные дозы $1,8\pm 0.2$ (1,2-2,3) мЗв, которые, в сравнении со стандартным протоколом, ниже для пациентов мужчин в 2,4 раза и женщин в 3,1 раза.

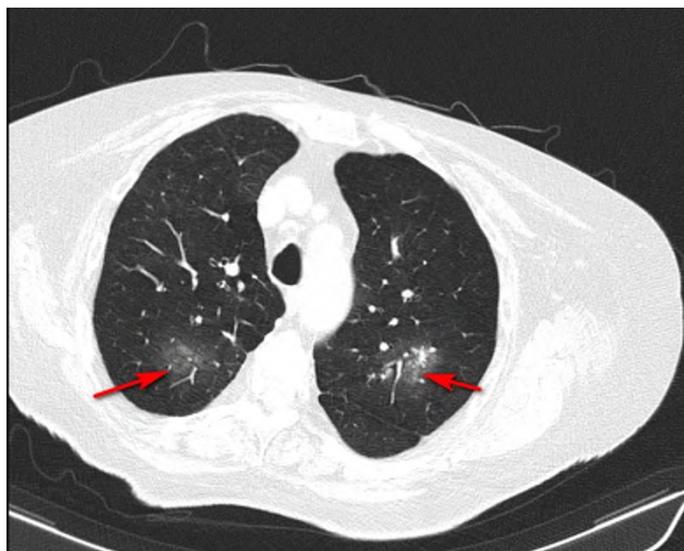


Рис. 4. Образования по типу «матового стекла»

Таким образом, использование низкодозных протоколов при КТ исследованиях является не только оправданным, но и необходимым для оптимизации дозовых нагрузок на пациентов, если при этом не ухудшается диагностическое качество изображения.

Список литературы

1. Siordia J.A. Epidemiology and clinical features of COVID-19: A review of current literature // *J Clin Virol*. 2020. Vol. 127. P. 104357. doi: 10.1016/j.jcv.2020.104357.
2. Морозов С.П., Кузьмина Е.С., Ледихова Н.В., Владзимирский А.В., Трофименко И.А., Мокиенко О.А., Панина Е.В., Андрейченко А.Е., Омелянская О.В., Гомболевский В.А., Полищук Н.С., Шулькин И.М., Решетников Р.В. Мобилизация научно-практического потенциала службы лучевой диагностики г. Москвы в пандемию COVID-19 // *Digital Diagnostics*. - 2020. - Т. 1. - №1. - С. 5-12. doi: 10.17816/DD51043.
3. Ng M., Lee E.Y., Yang J., et al. Imaging profile of the COVID-19 infection: Radiologic findings and literature review // *Radiology: Cardiothoracic Imaging*. 2020. Vol. 2, N 1. P. e200034. doi: 10.1148/ruct.2020200034.
4. Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 18 (26.10.2023). Москва, 2021. 232 с.
5. Дружинина П.С., Романович И.К., Водоватов А.В., Чипига Л.А., Ахматдинов Р.Р., Братилова А.А., Рыжов С.А. Тенденции развития компьютерной томографии в Российской Федерации в 2011–2021 гг. *Радиационная гигиена*. 2023;16(3):101-117. <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2023-16-3-101-117>.

6. Братилова, А. А. Медицинское облучение пациентов за счет рентгенорадиологических диагностических процедур, проведенных в 2022 г. в медицинских организациях Российской Федерации / А. А. Братилова, А. Н. Барковский // Радиационная гигиена. – 2023. – Т. 16, № 4. – С. 105-121. – DOI 10.21514/1998-426X-2023-16-4-105-121. – EDN AAOGWQ.

7. Zhu C. What's behind thoracic surgery explosion in young patients under the age of 40 in Wuhan after COVID-19 outbreak? Lung Cancer. 2024 Sep 2;196:107937. doi: 10.1016/j.lungcan.2024.107937. Epub ahead of print. PMID: 39236575.

8. Бондаревский-Колотий, В.А. Оптимизация дозовой нагрузки пациентов с COVID-19 при проведении исследований [Текст] /В. А. Бондаревский-Колотий // Университетская клиника. – 2021. – Прил.І. – С. 18.

9. Беркович Г.В., Чипига Л.А., Водоватов А.В., Силин А.Ю., Каратецкий А.А., Труфанов Г.Е. Оптимизация низкодозового протокола сканирования органов грудной клетки в диагностике очагов по типу «матового стекла» с применением алгоритмов итеративных реконструкций // Лучевая диагностика и терапия. 2019. № 4. С. 20–32.