

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2024

Васильев Ю.А.¹, Кожихина Д.Д.¹, Владимирский А.В.^{1,2}, Шумская Ю.Ф.^{1,2}, Мухортова А.Н.¹, Блохин И.А.¹, Сучилова М.М.¹, Решетников Р.В.¹

Результаты работы референс-центра лучевой диагностики с применением телемедицинских технологий

¹ГБУЗ города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы», 127051, Москва, Россия;

²ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), 119991, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Ключевой задачей Московского референс-центра лучевой диагностики (МРЦ) является оптимизация обработки исследований за счёт удалённого описания командой высококвалифицированных медицинских специалистов.

Цель исследования — оценить эффективность централизации лучевой диагностики в системе столичного здравоохранения.

Материалы и методы. Проанализированы результаты применения телемедицинских технологий для проведения консультаций по результатам лучевых исследований в рамках работы МРЦ за период с августа 2020 г. по октябрь 2022 г.

Результаты. Специалистами МРЦ описано 4 200 081 исследование (84,1% первичных описаний и 15,9% описаний «второе чтение»). По большинству модальностей наблюдается положительная динамика числа первичных описаний, коррелирующая с числом врачей в МРЦ для всех модальностей, кроме компьютерной томографии. Отмечен тренд на снижение времени описания для магнитно-резонансных исследований, флюорографий, денситометрии и рентгенографий. Аудит среди работников МРЦ показал достоверно большее число полного соответствия заключений, снижение числа замечаний общего характера и клинически значимых расхождений в сравнении с аудитом работы врачей на местах в медицинских организациях.

Ограничения исследования. Отсутствие данных по анатомическим областям исследований, балансу классов заключений «норма/патология» и числу исследований с контрастным усилением не позволяет установить предпосылки для динамики времени описания исследований.

Заключение. Централизация лучевой диагностики на примере МРЦ позволила улучшить качество работы медицинских работников и сократить время описания исследований.

Ключевые слова: телерадиология; референс-центр; лучевая диагностика; телемедицина; информационные технологии

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Для цитирования: Васильев Ю.А., Кожихина Д.Д., Владимирский А.В., Шумская Ю.Ф., Мухортова А.Н., Блохин И.А., Сучилова М.М., Решетников Р.В. Результаты работы референс-центра лучевой диагностики с применением телемедицинских технологий. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2024; 68(2): 102–108. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2024-68-2-102-108> <https://elibrary.ru/xuknxa>

Для корреспонденции: Шумская Юлия Федоровна, мл. науч. сотр. отдела научных медицинских исследований, ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 127051, Москва. E-mail: shumskayayf@zdrav.mos.ru

Участие авторов: Васильев Ю.А. — концепция и дизайн исследования, редактирование; Кожихина Д.Д. — сбор и обработка материала, редактирование; Владимирский А.В. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, редактирование; Шумская Ю.Ф. — написание текста, статистическая обработка данных, редактирование, составление списка литературы; Мухортова А.Н. — сбор и обработка материала; Блохин И.А., Сучилова М.М. — написание текста, редактирование; Решетников Р.В. — написание текста, статистическая обработка данных, редактирование. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Финансирование. Данная статья подготовлена авторским коллективом в рамках научно-исследовательской работы «Научное обоснование моделей и способов организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий» (№ ЕГИСУ: 123031400008-4).

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Поступила 10.02.2023 / Принята к печати 26.04.2023 / Опубликована 29.04.2024

Yuriy A. Vasilev¹, Daria D. Kozhikhina¹, Anton V. Vladzimirsky^{1,2}, Yuliya F. Shumskaya^{1,2}, Anna N. Mukhortova¹, Ivan A. Blokhin¹, Maria M. Suchilova¹, Roman V. Reshetnikov¹

Results of the work of the Reference center for diagnostic radiology with using telemedicine technology

¹Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, 127051, Russian Federation;

²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119991, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction: the main goal of the Moscow Reference Center (MRC) for Diagnostic Radiology is to optimize study reporting by using teleradiology with a team of highly qualified specialists.

Purpose: to evaluate the effectiveness of diagnostic radiology centralization in the capital health care system.

Materials and methods. We analyzed the results of telemedicine-based MRC consultations in diagnostic radiology examinations between 08.2020 and 10.2022.

Results. The radiologists of MRC reported four million two hundred thousand eighty one study (84.1% first reading, and 15.9% second reading). For the majority of modalities, except for computed tomography (CT), there was a positive correlation between the number of primary descriptions and the number of radiologists. There was a trend towards shorter description times for magnetic resonance imaging (MRI), fluorography, densitometry, and radiography. An audit among MRC employees showed a significantly higher number of fully compliant reports without discrepancies, lower number of general comments, and clinically significant errors compared to the audit of on-site radiologists at medical institutions.

Research limitations: no data on (I) anatomical regions of the examinations, (II) the balance of “normal/pathological” conclusion classes, (III) the number of examinations with contrast enhancement, making establishing the changes in reporting time impossible.

Conclusion. The unification of diagnostic radiology at the MRC has improved report quality and reduced time costs.

Keywords: *telemedicine; reference center; radiology; telemedicine; information technology*

Compliance with ethical standards. This study does not require the conclusion of a biomedical ethics committee or other documents.

For citation: Vasilev Yu.A., Kozhikhina D.D., Vladzimirskyy A.V., Shumskaya Yu.F., Mukhortova A.N., Blokhin I.A., Suchilova M.M., Reshetnikov R.V. Results of the work of the Reference center for diagnostic radiology with using telemedicine technology. *Zdravookhranenie Rossijskoi Federatsii / Health Care of the Russian Federation, Russian journal.* 2024; 68(2): 102–108. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2024-68-2-102-108> <https://elibrary.ru/xuknxa> (in Russian)

For correspondence: *Yuliya F. Shumskaya*, junior researcher at Department of Medical Research, Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department. Moscow, 127051, Russian Federation. E-mail: shumskayaf@zdrav.mos.ru

Contribution of the authors: *Vasilev Yu.A.* — research concept and design, editing; *Kozhikhina D.D.* — collection and processing of material, editing; *Vladzimirskyy A.V.* — research concept and design, editing, compilation of the list of literature; *Shumskaya Yu.F.* — writing the text, statistical data processing, editing, compilation of the list of literature; *Mukhortova A.N.* — collection and processing of material; *Blokhin I.A.* — writing the text, editing; *Suchilova M.M.* — writing the text, editing; *Reshetnikov R.V.* — writing the text, statistical data processing, editing. *All authors* are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Acknowledgment. This paper was prepared by a group of authors as a part of the research and development effort titled «Scientific validation of models and ways of organizing and providing medical care using telemedicine technologies» (USIS No.: 123031400008-4).

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received: February 10, 2023 / Accepted: April 26, 2023 / Published: April 29, 2024

Введение

В России растёт количество оборудования для лучевой диагностики, расширяется использование рентгенологических и радиологических методов обследования в рамках диагностики и контроля лечения [1]. Увеличение потребности в услугах медицинской визуализации сталкивается с неэффективным использованием возможностей оборудования, большим количеством дублирующих исследований, недостатком и неравномерным распределением специалистов лучевой диагностики [2–6]. Из-за возрастающей нагрузки на врачей-рентгенологов, отсутствия системного контроля качества и недоступности экспертного мнения до 30% исследований могут иметь дефекты в проведении и описании результатов [7, 8].

Решение данных организационно-методических проблем требует нового системного подхода. Согласно опубликованным данным, при помощи дистанционного оказания медицинских услуг в сфере лучевой диагностики устраняется кадровый дефицит, достигается оптимальный уровень загрузки оборудования, повышается качество и доступность медицинской помощи [9–12]. Помимо этого, внедрение телемедицинских технологий экономит финансовые ресурсы, несмотря на необходимость изначального вложения средств [10]. Одним из эффективных сценариев применения телемедицины в рентгенологии является централизация описаний лучевых методов исследований, направленная на повышение доступности, качества и финансовой эффективности медицинской помощи. Впервые концепция централизации рентгенологии с применением компьютерных технологий была предложена в СССР в 1976 г. На основе автоматизации и информатизации предполагалось централизовать интерпретацию и хранение результатов профилактических флюорографических исследований [13]. В последние годы эта концепция получила достаточно широкое распространение в мире, при этом существуют разные способы её практической реализации [11, 14–19]. Она же стала основой модели референс-центра, разработанной в 2018 г. для реализации

системного подхода к улучшению организации службы лучевой диагностики на уровне субъекта РФ [1].

На момент разработки концепции её реализация была затруднена ввиду отсутствия нормативно-правовой и методологической баз, регулирующих описание исследований лучевой диагностики в сторонней организации. Также не было регламентировано выполнение исследований лучевой диагностики без фактического присутствия и контроля врача-рентгенолога. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 09.06.2020 № 560н «Об утверждении Правил проведения рентгенологических исследований» учредил регуляторную модель, обеспечивающую возможность функционирования централизованной телемедицинской структуры, предложенной в концепции 2018 г. [1].

С августа 2020 г. на базе ГБУЗ города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы» (ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ») начал работу Московский референс-центр лучевой диагностики (МРЦ). Его инфраструктурной основой является общая информационная система — Единый радиологический информационный сервис государственной информационной системы в сфере здравоохранения субъекта РФ — города Москвы «Единая медицинская информационно-аналитическая система города Москвы» (ЕРИС ЕМИАС), объединяющая все медицинские организации (МО) департамента здравоохранения Москвы (ДЗМ) [20]. Базовой услугой МРЦ является дистанционное описание результатов лучевых исследований с применением телемедицинских технологий. Осуществляется как первичное описание исследований, так и «второе чтение», когда результаты исследования направляются в МРЦ для получения экспертного заключения квалифицированного специалиста [21, 22]. Работниками МРЦ также производится систематический контроль качества выполнения лучевых исследований как внутри самого МРЦ, так и в других МО ДЗМ [23]. Предметом данного исследования является определение значимости централизации службы лучевой диагностики Москвы посредством анализа результатов работы МРЦ за 2 года его функционирования.

Таблица 1. Коэффициенты корреляции для числа исследований (по типам), числа врачей и подключённых организаций**Table 1.** Correlation coefficients for the number of studies (by type), the number of specialists, and the number of connected institutions

Модальность Modality	Число врачей Number of specialists	Число подключённых организаций Number of connected institutions
Компьютерная томография Computed tomography	–0,060 (S)	–0,110 (P)
Магнитно-резонансная томография Magnetic resonance imaging	0,970** (S)	0,300 (S)
Маммография Mammography	0,910** (S)	0,345 (S)
Рентгенография классическая X-ray studies	0,947** (S)	0,517* (P)
Флюорография Fluorography	0,811** (S)	0,397* (P)
Денситометрия Densitometry	0,653** (S)	0,490* (P)

Примечание. (P), (S) — результаты расчёта коэффициентов корреляции Пирсона и Спирмена соответственно. Здесь и в табл. 2, 3: статистически значимые парные корреляции: * $p < 0,05$, ** $p < 0,001$.

Note. (P) – results of the calculation of Pearson's correlation coefficient values, (S) – Spearman's correlation coefficient values. Here and in Table 2, 3: * ($p < 0.05$), ** ($p < 0.001$).

Цель исследования — оценить эффективность централизации лучевой диагностики в системе столичного здравоохранения.

Материалы и методы

Проанализированы результаты применения телемедицинских технологий для проведения консультаций по результатам лучевых исследований в рамках работы МРЦ на базе ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»: число первичных описаний и описаний «второе чтение» по модальностям, число врачей и медицинских организаций, направляющих исследования на описание за период с августа 2020 г. по октябрь 2022 г., а также длительность описаний по модальностям за период с октября 2020 г. по октябрь 2022 г.

Результаты контроля качества: среди результатов работы сотрудников МРЦ (далее — внутри МРЦ) за период с ноября 2020 г. по июль 2022 г., а также врачей-рентгенологов в медицинских организациях ДЗМ (далее — вне МРЦ) за период с июля 2021 г. по июль 2022 г.

При проведении контроля качества используется утверждённая методология [24].

Функционирование МРЦ реализуется благодаря ранее осуществлённой разработке и внедрению ЕРИС ЕМИАС [20].

Критерии включения в анализ: исследования лучевой диагностики, выполненные в срок с августа 2020 г. по октябрь 2022 г. в МО ДЗМ и описанные врачами МРЦ по модальностям компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), флюорография (ФЛГ), маммография (ММГ), классическая рентгенография (РГ), денситометрия.

Критерии исключения: исследования лучевой диагностики с дефектами при выполнении, с ошибками в логистике, исследования стоматологического профиля.

Статистический анализ. Для анализа данных использовали программную среду и язык R 4.2.0. Проверку распределения на нормальность проводили с помощью теста Шапиро–Уилка. Для переменных с нормальным распределением указано среднее значение \pm среднеквадратичное отклонение. Для переменных с распределением, отличающимся от нормального, указаны медианное значение и межквартильный интервал. Оценку корреляции между переменными проводили, вычисляя коэффициент ранговой корреляции Спирмена (r_s) и Пирсона. Для оценки наличия трендов времени описания исследо-

ваний по различным модальностям был использован регрессионный анализ с исключением выбросов. Проведено сравнение результатов аудитов в МРЦ и вне МРЦ на предмет выявления различных находок (частота замечаний общего характера, клинически незначимых и клинически значимых расхождений). Уровнем статистической значимости во всех случаях считалось значение 0,05, поправка на множественность сравнения не вводилась, т. к. анализ носил описательный характер.

Результаты

Всего в период с августа 2020 г. по октябрь 2022 г. специалистами референс-центра описано 4 200 081 исследование (84,1% первичных описаний и 15,9% «вторых чтений»). При этом результаты КТ составили 11,45% исследований, МРТ — 2%, ММГ — 10,95%, РГ — 34,25%, ФЛГ — 40,45%, денситометрий — 0,9%.

Динамика числа исследований, первично описываемых врачами МРЦ, представлена на **рис. 1, а** (см. на вклейке). По большинству модальностей наблюдается рост числа первичных описаний. Лидирующее положение по числу исследований занимают РГ и ФЛГ; выраженная положительная динамика отмечена для РГ, ФЛГ и ММГ, тогда как для КТ намечается тренд на снижение числа исследований начиная с февраля 2021 г. Число описаний «второе чтение» всех типов исследований, за исключением ФЛГ, остаётся на одном уровне. Число описаний ФЛГ, в свою очередь, за указанный период изменилось с отсутствия описаний в августе 2020 г. до 50 832 описаний в сентябре 2022 г. (**рис. 1, б**, см. на вклейке).

При оценке корреляции между числом исследований и числом врачей в МРЦ установлена статистически значимая положительная связь для всех типов исследований, за исключением КТ (**табл. 1**). При этом между числом исследований и числом подключённых к МРЦ медицинских организаций слабая связь выявлена для ФЛГ и денситометрии, связь средней силы — для РГ.

Динамика изменения числа КТ-исследований согласуется с заболеваемостью COVID-19 среди населения Москвы, что частично объясняет наблюдаемое после февраля 2022 г. снижение. Это подтверждается статически значимой слабой положительной корреляцией между указанными показателями ($r_s = 0,49$; $p = 0,013$).

Таблица 2. Результаты регрессионного анализа оценок аудита за период ноябрь 2020 г. — июль 2022 г.

Table 2. Results of regression analysis of audit scores from November 2020 to July 2022.

Тип заключения Audit score	Внутри МРЦ MRC staff		Вне МРЦ On-site radiologists	
	коэффициент регрессии β (95% ДИ) regression coefficient β (95% CI)	p	коэффициент регрессии β (95% ДИ) regression coefficient β (95% CI)	p
Полное соответствие Full compliance	0,65** (0,51–0,78)	< 0,001	–0,63 (0,81–(–0,45)**	< 0,001
Замечания общего характера General remarks	–0,54** ((–0,65)–(–0,44))	< 0,001	0,55 (0,40–0,69)**	< 0,001
Клинически незначимые расхождения Clinically insignificant contradictions	–0,02 ((–0,11)–0,08)	0,698	0,13 (0,041–0,010)*	0,041
Клинически значимые расхождения Clinically significant contradictions	–0,02 (–0,05–0,02)	0,366	–0,02 ((–0,07)–(–0,03))	0,481
Не подлежит оценке Not assessable	–0,07** ((–0,09)–(–0,05))	< 0,001	–0,02 ((–0,06)–0,01)	0,181

Таблица 3. Результаты сравнения аудитов в МРЦ и вне МРЦ

Table 3. Results of audit comparison in the MRC and outside the MRC

Тип заключения Audit score	2021 год year			2022 год year		
	в МРЦ in MRC	вне МРЦ non-MRC	p	в МРЦ in MRC	вне МРЦ non-MRC	p
Полное соответствие Full compliance	7090/9950 (71,6%)	6791/9437 (72,0%)	0,276	2825/3746 (75,4%)	7578/11143 (68,0%)	< 0,001
Замечания общего характера General remarks	1536/9950 (15,4%)	1376/9437 (14,6%)	0,095	458/3746 (12,2%)	2039/11143 (18,3%)	< 0,001
Клинически незначимые расхождения Clinically insignificant contradictions	1114/9950 (11,2%)	1024/9437 (10,9%)	0,443	409/3746 (10,9%)	1241/11143 (11,1%)	0,712
Клинически значимые расхождения Clinically significant contradictions	141/9950 (1,4%)	159/9437 (1,7%)	0,131	47/3746 (1,3%)	198/11143 (1,8%)	0,030
Не подлежит оценке Not assessable	69/9950 (0,7%)	87/9437 (0,9%)	0,075	7/3746 (0,2%)	87/11143 (0,8%)	< 0,001

Медиана времени описания КТ — 4,86 [1,28; 7,6] ч, МРТ — 10,4 [4,72; 14,9] ч, ММГ — 4,27 [0,72; 9,37] ч, РГ — 1,65 [0,56; 3,38] ч, ФЛГ — 2,08 [0,96; 4,23] ч, денситометрии — 2,09 [1,48; 4,47] ч.

Для оценки динамики среднего времени описания для различных модальностей был выполнен регрессионный анализ. Тенденция к уменьшению времени описания отмечена для МРТ, ФЛГ, РГ и денситометрии (рис. 2, см. на вклейке). Для КТ и ММГ данная тенденция не наблюдается.

При оценке корреляции между числом исследований и временем их описания отмечена статистически значимая отрицательная связь для ФЛГ ($r_s = -0,48; p = 0,015$) и МРТ ($r_s = -0,51; p = 0,009$). Для всех остальных модальностей такой корреляции не выявлено.

Тем не менее обнаружена сильная положительная корреляция между значениями среднемесячного времени описания исследования для ММГ, ФЛГ, РГ и денситометрии ($r_s > 0,5; p < 0,05$). Другими словами, любое изменение средней длительности описания РГ за месяц сопровождалось аналогичным изменением длительности описания ММГ, ФЛГ и денситометрии. Для КТ и МРТ отсутствует корреляция с другими видами исследований.

По результатам аудита в МРЦ отмечается статистически значимое увеличение доли исследований с полным соответствием: рост составляет в среднем 0,65% в месяц (95% ДИ 0,51–0,78%). Статистически значимо снижается частота замечаний общего характера: в среднем на 0,54% в месяц (табл. 2). По результатам аудита вне МРЦ наблюдается обратная ситуация. Доля полных соответствий

снижается на 0,63% в месяц (95% ДИ 0,45–0,81%), а доля замечаний общего характера растёт в среднем на 0,55% в месяц (95% ДИ 0,40–0,69%) (табл. 2).

Согласно межгрупповому сравнению, аудит в МРЦ показал достоверно большее число полного соответствия заключений, снижение числа замечаний общего характера, клинически значимых расхождений и исследований, не подлежащих оценке, в сравнении с аудитом вне МРЦ (табл. 3). Отметим также динамику межгрупповых различий между 2021 и 2022 г.: в 2022 г. результаты аудита среди врачей МРЦ выявили статистически значимо большую долю исследований с полным соответствием при существенно меньшей доле исследований с замечаниями по сравнению с аудитом специалистов из внешних медицинских организаций (табл. 3).

Обсуждение

Организация оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий в Москве позволила улучшить качество описаний результатов лучевых методов диагностики, снизить время описания МРТ, ФЛГ, РГ и денситометрии и оптимизировать взаимодействие между медицинскими организациями.

Всего за оцениваемый период 2021–2022 гг. врачами-рентгенологами МРЦ обработано 4 200 081 исследований, большинство из которых (84,1%) были первичными. Это отражает европейские тенденции в использовании телемедицинских технологий: доля экспертных консультаций, как правило, невелика. Согласно опросу

368 респондентов (врачей лучевой диагностики) из стран Европы лишь 10% аутсорсинга медицинских изображений приходилось на получение экспертного мнения [25]. Однако до начала работы МРЦ в ДЗМ в 2018–2020 гг. было проведено 8515 «вторых чтений» [21], что значительно ниже показателя МРЦ. В изучаемый период описаний «второе чтение» было 673 658, они составили 15,9% от общего числа, и большая их часть (99,75%) приходилась на ФЛГ. Это связано с вступлением в силу 01.01.2021 дополнений к приказу № 560н Министерства здравоохранения РФ, регламентирующих обязательный двойной просмотр результатов массовых профилактических лучевых исследований.

Рост первичных описаний в МРЦ показан для всех модальностей, кроме КТ, для которой отмечен тренд на снижение числа исследований с февраля 2021 г. Это отчасти объясняется корреляцией между числом проведённых исследований и числом выявленных случаев COVID-19, а также закрытием по мере улучшения эпидемической ситуации амбулаторных КТ-центров, специализирующихся только на описании КТ органов грудной клетки у пациентов с COVID-19. Несмотря на пик заболеваемости COVID-19 в феврале 2022 г. это событие не сопровождалось ростом числа КТ. Возможным объяснением является смена штамма Delta на штамм Omicron, при котором реже встречается SARS-CoV-2-ассоциированное поражение лёгких [26].

Увеличение числа работающих в МРЦ врачей связано с увеличением количества описаний. Это объясняется переводом врачей-рентгенологов из МО в МРЦ с расчётом предполагаемого потока исследований. Связь числа исследований с перечнем МО, направляющих исследования в МРЦ, отмечена для РГ, ФЛГ и денситометрии (табл. 1), но не для КТ, МРТ и ММГ. Наблюдаемые результаты могут объясняться разной укомплектованностью МО аппаратами для медицинской визуализации и их неравномерным распределением по модальностям.

В нашем исследовании показан тренд на снижение времени описания для МРТ, ФЛГ, РГ и денситометрии как ожидаемый итог реорганизации лучевой диагностики с децентрализованной на централизованную [27]. Как в нашем исследовании, так и в ранее опубликованных [28] показана рациональность использования дистанционного описания исследований в случае отсутствия врача-рентгенолога в медицинской организации на момент выполнения лучевого исследования. При этом на примере МРТ отмечено, что врачи-рентгенологи, описывающие исследование удалённо, чаще описывают его раньше установленного срока, в отличие от специалистов на местах [29]. Возможными факторами, влияющими на отсутствие ускорения описания КТ и ММГ, являются: тренд на увеличение доли исследований с контрастным усилением [30]; проводимая в МО ДЗМ программа по обслуживанию, ремонту и замене оборудования, в том числе для лучевой диагностики; сезонность выполнения профилактических лучевых исследований. Это приводит к неравномерной нагрузке на конкретного специалиста и, соответственно, колебанию среднего времени описания.

В нашей работе показана статистически значимая связь между увеличением числа ФЛГ и МРТ и уменьшением времени их описания. Данное наблюдение не согласуется с результатами T. Seithe и соавт., показавших отсутствие корреляции между временем описания и числом исследований для врачей-рентгенологов, интерпретировавших только одну модальность [31]. Уменьшение времени описания при повышении потока исследований свя-

зано с накоплением опыта и повышением уверенности специалистов как при описании исследования, так и при взаимодействии с рабочей станцией. Отмечена также значимая корреляция между временем описания рентгенологических исследований (ММГ, РГ, ФЛГ и денситометрией). При этом время описания как для КТ, так и для МРТ не коррелирует со временем описания для любой другой модальности. Это объясняется специализацией сотрудников МРЦ по модальностям: врачи-рентгенологи, работающие с комплексом «классических» рентгенологических методов, не занимаются интерпретацией КТ- и МРТ-исследований. В свою очередь, специалисты по КТ и МРТ преимущественно работают только в целевой модальности.

В ходе работы МРЦ удалось достоверно улучшить качество заключений врачей-рентгенологов в сравнении с описаниями врачей-рентгенологов на местах в МО. Ранее было отмечено, что более высокие показатели расхождений показывают результаты внутреннего аудита, чем внешнего [32]. Однако в МРЦ отмечается как преимущество описаний в сравнении с врачами на местах, так и улучшение качества описаний среди самих врачей МРЦ. Число клинически значимых расхождений за всё время работы МРЦ составляет менее 2%, что согласуется с результатами работы крупнейшего провайдера телемедицинских услуг в Европе, показавшими 4% несогласия специалистов [32]. Ранее схожие результаты продемонстрированы в контексте работы рентгенолаборантов под контролем МРЦ [33]. По результатам исследования работа в условиях дистанционного взаимодействия с врачом-рентгенологом позволила среднему медицинскому персоналу повысить свои компетенции, а также более стабильно выполнять производственные функции. Это привело к достоверному снижению числа технологических дефектов во время выполнения исследований. Также по результатам двухэтапного социологического опроса рентгенолаборантов отмечена положительная динамика оценок удовлетворённости работой под контролем референс-центра лучевой диагностики [33]. Высокую оценку удовлетворённости среднего медицинского персонала и врачей во время телемедицинской коммуникации «медицинский работник–медицинский работник» также показали в своей работе M. Martin-Khan и соавт. [34].

Ограничения исследования. Отсутствие данных по анатомическим областям исследования, балансу классов заключений «норма/патология» и числу исследований с контрастным усилением не позволяло достоверно установить предпосылки для динамики времени описания исследований. Из-за отсутствия данных по сроку ожидания пациентом выполнения исследования нельзя было проверить гипотезу о накоплении исследований в подключённых МО.

Заключение

В данном исследовании мы систематизировали результаты работы МРЦ за 2 года с целью оценки эффективности данной модели организации оказания медицинской помощи. Наша работа показала, что использование телемедицинских технологий в централизации службы лучевой диагностики в Москве привело к улучшению качества описания результатов лучевых методов диагностики и сокращению времени их описания. Мы также отметили, что рост числа первичных описаний в МРЦ наблюдается для всех модальностей, кроме КТ, для которой есть тренд на снижение числа исследований с февраля 2021 г. Одним из

результатов исследования стало выявление статистически значимой связи между увеличением числа ФЛГ и МРТ и уменьшением времени их описания. С использованием централизованного описания результатов лучевых методов исследования достигнуто значительное улучшение качества заключений врачей-рентгенологов внутри МРЦ

как по сравнению с описаниями, выполненными врачами-рентгенологами на местах в МО, так и внутри МРЦ в динамике. Таким образом, основными результатами централизации лучевой диагностики с использованием телемедицинских технологий (на примере МРЦ) стали повышение доступности и качества лучевых исследований.

ЛИТЕРАТУРА

(п.п. 7, 9–12, 15–19, 23, 25–29, 31, 32, 34 см. References)

1. Морозов С.П., Владимирский А.В., Ветшева Н.Н., Ледихова Н.В., Рыжов С.А. Референс-центр лучевой диагностики: обоснование и концепция. *Менеджер здравоохранения*. 2019; (8): 25–34. <https://elibrary.ru/fzwlch>
2. Баженова Ю.В. Проблемные вопросы в анализе деятельности службы лучевой диагностики. *Сибирский медицинский журнал (Иркутск)*. 2015; 135(4): 71–3. <https://elibrary.ru/vhgejh>
3. Кривушкина Е.В., Иванинский О.И., Шальгина Л.С., Шарапов И.В., Шаманская Ю.А. Результаты оценки деятельности службы лучевой диагностики в Новосибирской области (по данным статистики). *Медицина и образование в Сибири*. 2013; (4): 56. <https://elibrary.ru/rhdbgp>
4. Проклова Т.Н., Карпова О.Б. Лучевая диагностика на современном этапе. *Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н.А. Семашко*. 2014; (1): 243–7. <https://elibrary.ru/smgvgv>
5. Тюрин И.Е. Лучевая диагностика в Российской Федерации в 2014 г. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2015; (6): 56–63. <https://elibrary.ru/vbttut>
6. Шелехов П.В. Эффективность использования оборудования лучевой диагностики в субъектах Российской Федерации. *Менеджер здравоохранения*. 2017; (5): 33–41. <https://elibrary.ru/ytwchf>
8. Кульберг Н.С., Решетников Р.В., Новик В.П., Елизаров А.Б., Гусев М.А., Гомболевский В.А. и др. Вариабельность заключений при интерпретации КТ-снимков: один за всех и все за одного. *Digital Diagnostics*. 2021; 2(2): 105–18. <https://doi.org/10.17816/DD60622>
13. Утямышев Р.И., Вильженко В.П., Галушкин А.И., Глушченко В.Е., Калашников В.П., Кривенцов В.А. и др. Разработка типового областного флюорографического центра на базе единой системы ЭВМ. В кн.: Утямышев Р.И., ред. *Медицинская радиоэлектроника: Сборник трудов. Часть 1*. М.; 1976: 36–44.
14. Смаль Т.С., Завадовская В.Д., Деев И.А. Применение телемедицинской технологии в лучевой диагностике для организации медицинского обслуживания территории с низкой плотностью населения. *Социальные аспекты здоровья населения*. 2017; (1): 4. <https://elibrary.ru/yhiauz>
20. Полищук Н.С., Ветшева Н.Н., Косарин С.П., Морозов С.П., Кузьмина Е.С. Единый радиологический информационный сервис как инструмент организационно-методической работы Научно-практического центра медицинской радиологии Департамента здравоохранения г. Москвы (аналитическая справка). *Радиология – практика*. 2018; (1): 6–17. <https://elibrary.ru/ynunnd>
21. Морозов С.П., Шулькин И.М., Ледихова Н.В., Владимирский А.В., Ахметов Р.Н., Попов А.А. Оценка экспертных телемедицинских консультаций в службе лучевой диагностики Москвы в 2018–2020 гг. *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. 2022; (1): 438–60. <https://doi.org/10.24412/2312-2935-2022-1-438-460> <https://elibrary.ru/bvmzkw>
22. Морозов С.П., Владимирский А.В. Методология и базовые модели организации телерадиологии для службы лучевой диагностики г. Москвы. *Журнал телемедицины и электронного здравоохранения*. 2017; (3): 137–43. <https://doi.org/10.29188/2542-2413-2017-3-3-137-143> <https://elibrary.ru/yrumre>
24. Морозов С.П., Ветшева Н.Н., Ледихова Н.В. Оценка качества рентгенрадиологических исследований. *Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики»*. 2019; 48: 47.
30. Морозов С.П., Петрайкин А.В., Полищук Н.С., Сергунова К.А., Гусева Е.Б., Петрайкин Ф.А. и др. Использование контрастного усиления при компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии в амбулаторно-поликлинической практике: текущее состояние и перспективы. *Радиология – практика*. 2018; (2): 43–55. <https://elibrary.ru/xrviah>
33. Морозов С.П., Ледихова Н.В., Панина Е.В., Владимирский А.В., Фомичева Е.П. Качество работы рентгенолаборантов в условиях дистанционного взаимодействия с референс-центром лучевой диагностики с применением телемедицинских технологий. *Национальное здравоохранение*. 2021; 2(2): 36–46. <https://doi.org/10.47093/2713-069X.2021.2.2.36-46> <https://elibrary.ru/lpgfgh>

REFERENCES

1. Morozov S.P., Vladimirovskiy A.V., Vetsheva N.N., Ledikhova N.V., Ryzhov S.A. Reference center of radiology: justification and concept. *Menedzher zdravookhraneniya*. 2019; (8): 25–34. <https://elibrary.ru/fzwlch> (in Russian)
2. Bazhenova Yu.V. Topical questions in performance analysis of the radiology service. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Irkutsk)*. 2015; 135(4): 71–3. <https://elibrary.ru/vhgejh> (in Russian)
3. Krivushkina E.V., Ivaninskiy O.I., Shalygina L.S., Sharapov I.V., Shamanskaya Yu.A. Results of assessment of radial diagnostics service activity in the Novosibirsk region (according to statistical data). *Meditsina i obrazovanie v Sibiri*. 2013; (4): 56. <https://elibrary.ru/rhdbgp> (in Russian)
4. Proklova T.N., Karpova O.B. Radiodiagnostics at the present stage. *Byulleten' Nacional'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta obshchestvennogo zdorov'ya imeni N.A. Semashko*. 2014; (1): 243–7. <https://elibrary.ru/smgvgv> (in Russian)
5. Tyurin I.E. Radiology in the Russian federation in 2014. *Vestnik rentgenologii i radiologii*. 2015; (6): 56–63. <https://elibrary.ru/vbttut> (in Russian)
6. Shelekhov P.V. Effectiveness of radiation diagnostic equipment in the constituent entities of the Russian Federation. *Menedzher zdravookhraneniya*. 2017; (5): 33–41. <https://elibrary.ru/ytwchf> (in Russian)
7. Sokolovskaya E., Shinde T., Ruchman R.B., Kwak A.J., Lu S., Shariff Y.K., et al. The effect of faster reporting speed for imaging studies on the number of misses and interpretation errors: a pilot study. *J. Am. Coll. Radiol.* 2015; 12(7): 683–8. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2015.03.040>
8. Kul'berg N.S., Reshetnikov R.V., Novik V.P., Elizarov A.B., Gusev M.A., Gombolevskiy V.A., et al. Inter-observer variability between readers of CT images: all for one and one for all. *Digital Diagnostics*. 2021; 2(2): 105–18. (in Russian)
9. Ashkenazi I., Zeina A.R., Kessel B., Peleg K., Givon A., Khashan T., et al. Effect of teleradiology upon pattern of transfer of head injured patients from a rural general hospital to a neurosurgical referral centre: follow-up study. *Emerg. Med. J.* 2015; 32(12): 946–50. <https://doi.org/10.1136/emered-2014-203930>
10. Ranschaert E.R., Boland G.W., Duerinckx A.J., Barneveld Binkhuysen F.H. Comparison of European (ESR) and American (ACR) white papers on teleradiology: patient primacy is paramount. *J. Am. Coll. Radiol.* 2015; 12(2): 174–82. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2014.09.027>
11. Watson J.J., Moren A., Diggs B., Houser B., Eastes L., Brand D., et al. A statewide teleradiology system reduces radiation exposure and charges in transferred trauma patients. *Am. J. Surg.* 2016; 211(5): 908–12. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2016.01.010>
12. Wootton R., Wu W., Bonnardot L. Store-and-forward teleradiology in the developing world – the Collegium Telemedicine system. *Pediatr. Radiol.* 2014; 44(6): 695–6. <https://doi.org/10.1007/s00247-014-2904-5>
13. Utyamyshv R.I., Vil'zhenko V.P., Galushkin A.I., Glushchenko V.E., Kalashnikov V.P., Kriventsov V.A., et al. Development of a standard regional fluorographic centre based on a single computer system. In: Utyamyshv R.I., ed. *Medical Radioelectronics: Collection of Works. Part 1 [Meditsinskaya radioelektronika: Sbornik trudov. Chast' 1]*. Moscow; 1976: 36–44. (in Russian)

14. Smal' T.S., Zavadovskaya V.D., Deev I.A. Using telemedicine technologies in radiology for low-density area. *Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya*. 2017; (1): 4. <https://elibrary.ru/yhiauz> (in Russian)
15. Aas I.H. Organizational centralization in radiology. *J. Telemed. Telecare*. 2006; 12(1): 27–32. <https://doi.org/10.1258/135763306775321344>
16. Bashshur R.L., Krupinski E.A., Thrall J.H., Bashshur N. The empirical foundations of teleradiology and related applications: a review of the evidence. *Telem. J. E Health*. 2016; 22(11): 868–98. <https://doi.org/10.1089/tmj.2016.0149>
17. Hohmann J., de Villiers P., Urigo C., Sarpi D., Newerla C., Brookes J. Quality assessment of out sourced after-hours computed tomography teleradiology reports in a Central London University Hospital. *Eur. J. Radiol.* 2012; 81(8): e875–9. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2012.04.013>
18. Hunter T., Krupinski E. University-based teleradiology in the United States. *Healthcare (Basel)*. 2014; 2(2): 192–206. <https://doi.org/10.3390/healthcare2020192>
19. Mrak G., Paladino J., Dzubur A., Desnica A. Telemedicine in neurosurgery: teleradiology connections in the Republic of Croatia. *J. Telemed. Telecare*. 2009; 15(3): 142–4. <https://doi.org/10.1258/jtt.2009.003012>
20. Polishchuk N.S., Vetsheva N.N., Kosarin S.P., Morozov S.P., Kuz'mina E.S. Unified radiological information service as a key element of organizational and methodical work of research and practical center of medical radiology. *Radiologiya – praktika*. 2018; (1): 6–17. <https://elibrary.ru/ynunnd> (in Russian)
21. Morozov S.P., Shul'kin I.M., Ledikhova N.V., Vladimirovskiy A.V., Akhmetov R.N., Popov A.A. Evaluation of expert telemedicine consultations in the radiology diagnostics service of Moscow in 2018–2020. *Sovremennye problemy zdavookhraneniya i meditsinskoy statistiki*. 2022; (1): 438–60. <https://doi.org/10.24412/2312-2935-2022-1-438-460> <https://elibrary.ru/bvmzvk> (in Russian)
22. Morozov S.P., Vladimirovskiy A.V. Teleradiology for Moscow healthcare system: methodology and basic models. *Zhurnal teleditsiny i elektronogo zdavookhraneniya*. 2017; (3): 137–43. <https://doi.org/10.29188/2542-2413-2017-3-3-137-143> <https://elibrary.ru/yrumre> (in Russian)
23. Morozov S., Guseva E., Ledikhova N., Vladymyrskiy A., Safronov D. Telemedicine-based system for quality management and peer review in radiology. *Insights Imaging*. 2018; 9(3): 337–41. <https://doi.org/10.1007/s13244-018-0629-y>
24. Morozov S.P., Vetsheva N.N., Ledikhova N.V. Quality assessment of X-ray radiological studies. *Seriya «Luchshie praktiki luchevoj i instrumental'noy diagnostiki»*. 2019; 48: 47. (in Russian)
25. Ranschaert E.R., Binkhuysen F.H.B. European teleradiology now and in the future: results of an online survey. *Insights Imaging*. 2013; 4(1): 93–102. <https://doi.org/10.1007/s13244-012-0210-z>
26. Ahmad A., Fawaz M.A.M., Aisha A. A comparative overview of SARS-CoV-2 and its variants of concern. *Infez. Med.* 2022; 30(3): 328–43. <https://doi.org/10.53854/liim-3003-2>
27. Zabel A.O.J., Leschka S., Wildermuth S., Hodler J., Dietrich T.J. Subspecialized radiological reporting reduces radiology report turnaround time. *Insights Imaging*. 2020; 11(1): 114. <https://doi.org/10.1186/s13244-020-00917-z>
28. Rosenberg C., Langner S., Rosenberg B., Hosten N. Medical and legal aspects of teleradiology in Germany. *Rofo*. 2011; 183(9): 804–11. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1273220> (in German)
29. Tavakol P., Labruto F., Bergstrand L., Blomqvist L. Effects of outsourcing magnetic resonance examinations from a public university hospital to a private agent. *Acta Radiol.* 2011; 52(1): 81–5. <https://doi.org/10.1258/ar.2010.090320>
30. Morozov S.P., Petryaykin A.V., Polishchuk N.S., Sergunova K.A., Guseva E.B., Petryaykin F.A., et al. Use of contrast-enhancement in computed tomography and magnetic resonance imaging in outpatient practice: current state and perspectives. *Radiologiya – praktika*. 2018; (2): 43–55. <https://elibrary.ru/xrviah> (in Russian)
31. Seithe T., de Bucourt M., Busse R., Rief M., Doyscher R., Albrecht L., et al. Teleradiological report turnaround times: An internal efficiency and quality control analysis. *Radiologe*. 2015; 55(5): 409–16. <https://doi.org/10.1007/s00117-015-2858-0>
32. Hetenyi S., Goelz L., Boehmcker A., Schorlemmer C. Quality assurance of a cross-border and sub-specialized teleradiology service. *Healthcare (Basel)*. 2022; 10(6): 1001. <https://doi.org/10.3390/healthcare10061001>
33. Morozov S.P., Ledikhova N.V., Panina E.V., Vladimirovskiy A.V., Fomicheva E.P. Performance quality of x-ray technicians when they interact remotely with the reference center for diagnostic radiology using telemedicine technologies. *Natsional'noe zdavookhranenie*. 2021; 2(2): 36–46. <https://doi.org/10.47093/2713-069X.2021.2.2.36-46> <https://elibrary.ru/lpgfgh> (in Russian)
34. Martin-Khan M., Fatehi F., Kezilas M., Lucas K., Gray L.C., Smith A.C. Establishing a centralised telehealth service increases telehealth activity at a tertiary hospital. *BMC Health Serv. Res.* 2015; 15: 534. <https://doi.org/10.1186/s12913-015-1180-x>

Информация об авторах

Васильев Юрий Александрович — канд. мед. наук, директор, Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы (ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»), 127051, Москва, Россия. E-mail: vasilevya1@zdrav.mos.ru

Кожихина Дарья Дмитриевна — руководитель референс-центра ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 127051, Москва, Россия. E-mail: d.kozhikhina@nppcmr.ru

Владимирский Антон Вячеславович — доктор мед. наук, зам. директора по научной работе ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 127051, Москва, Россия; проф. каф. информационных и интернет-технологий, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, Москва, Россия. E-mail: vladimirskijAV@zdrav.mos.ru

Шумская Юлия Федоровна — мл. науч. сотр. отдела научных медицинских исследований ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 127051, Москва, Россия. E-mail: shumskayayf@zdrav.mos.ru

Мухортova Анна Николаевна — начальник информационно-аналитического отдела ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 127051, Москва, Россия. E-mail: mukhortovaAN@zdrav.mos.ru

Блохин Иван Андреевич — начальник сектора исследований в лучевой диагностике ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 127051, Москва, Россия. E-mail: blokhinia@zdrav.mos.ru

Сучилова Мария Максимовна — мл. науч. сотр. отдела научных медицинских исследований ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 127051, Москва, Россия. E-mail: suchilovamm@zdrav.mos.ru

Решетников Роман Владимирович — канд. ф.-м. наук, рук. отдела научных медицинских исследований ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 127051, Москва, Россия. E-mail: r.reshetnikov@nppcmr.ru

Information about the authors

Yuriy A. Vasilev — MD, PhD, Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, 127051, Russian Federation. E-mail: vasilevya1@zdrav.mos.ru <https://orcid.org/0000-0002-5283-5961>

Daria D. Kozhikhina — Head of Moscow Reference Centre, Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, 127051, Russian Federation. E-mail: d.kozhikhina@nppcmr.ru <https://orcid.org/0000-0001-7690-8427>

Anton V. Vladimirovskiy — MD, PhD, DSci., Deputy Director for Research, Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, 127051, Russian Federation. E-mail: vladimirskijav@zdrav.mos.ru <https://orcid.org/0000-0002-2990-7736>

Yuliya F. Shumskaya — junior researcher at Department of Medical Research, Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, 127051, Russian Federation. E-mail: shumskayayf@zdrav.mos.ru <https://orcid.org/0000-0002-8521-4045>

Anna N. Mukhortova — Head of the Information and Analytical Department, Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, 127051, Russian Federation. E-mail: mukhortovaan@zdrav.mos.ru <https://orcid.org/0000-0001-9814-3533>

Ivan A. Blokhin — Head of diagnostic imaging research subdivision, Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, 127051, Russian Federation. E-mail: blokhinia@zdrav.mos.ru <https://orcid.org/0000-0002-2681-9378>

Maria M. Suchilova — junior researcher at Department of Medical Research, Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, 127051, Russian Federation. E-mail: suchilovamm@zdrav.mos.ru <https://orcid.org/0000-0003-1117-0294>

Roman V. Reshetnikov — Cand. Sci. (Physical and Mathematical), Department Head of Medical Research, Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department, Moscow, 127051, Russian Federation. E-mail: r.reshetnikov@nppcmr.ru <https://orcid.org/0000-0002-9661-0254>

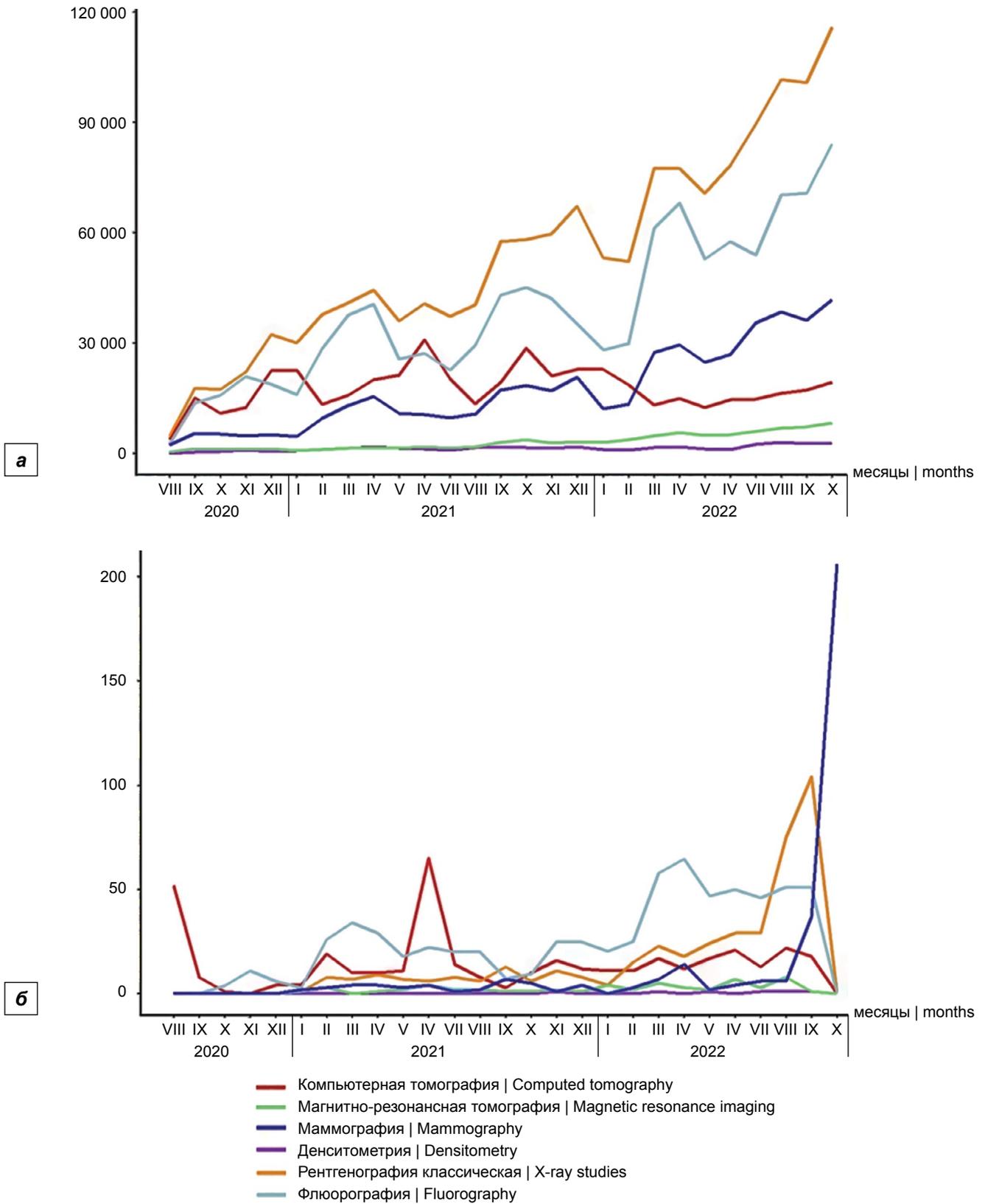


Рис. 1. Динамика числа первичных описаний (а) и «вторых чтений» (б) лучевых исследований в МРЦ с августа 2020 г. по октябрь 2022 г.
Fig. 1. The trend in the number of primary descriptions (a) and second readings (б) in Moscow Reference Center from 08.2020 to 10.2022.

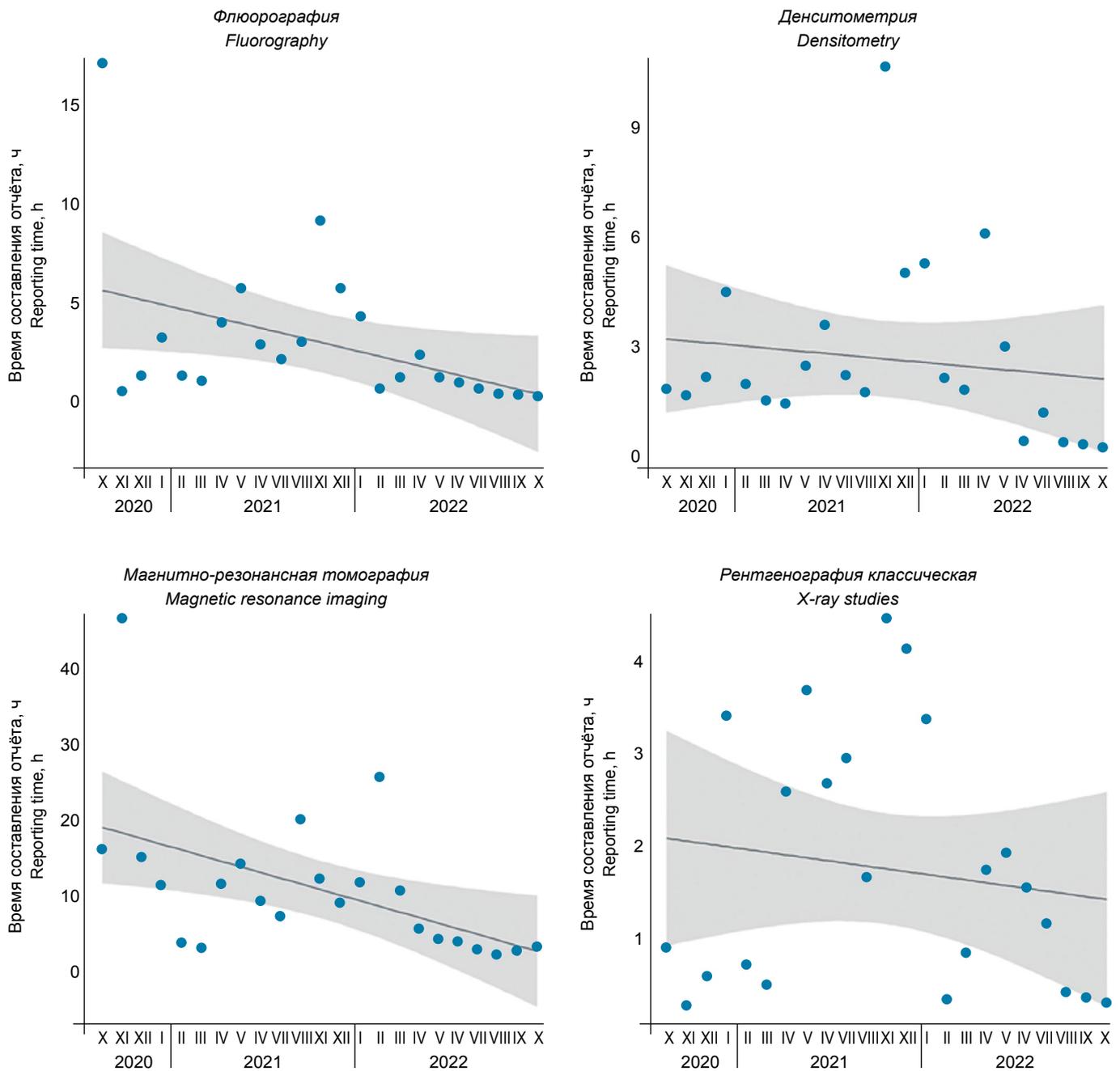


Рис. 2. Динамика среднемесячного времени описания по результатам регрессионного анализа. I–XII — месяцы.

Fig. 2. The trends in the average monthly reporting time based on the regression analysis. I–XII — months.