



С.П. МОРОЗОВ,

д.м.н., профессор, ГБУЗ «Научно-практический центр медицинской радиологии Департамента здравоохранения Москвы», г. Москва

А.В. ВЛАДИМИРСКИЙ,

д.м.н., ГБУЗ «Научно-практический центр медицинской радиологии Департамента здравоохранения Москвы», г. Москва

Н.В. ЛЕДИХОВА,

ГБУЗ «Научно-практический центр медицинской радиологии Департамента здравоохранения Москвы», г. Москва

Е.С. КУЗЬМИНА,

ГБУЗ «Научно-практический центр медицинской радиологии Департамента здравоохранения Москвы», г. Москва

ЭКСПЕРТНОЕ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОЕ КОНСУЛЬТИРОВАНИЕ В СЛУЖБЕ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ МОСКВЫ

УДК 615.84+616-073.75

Морозов С.П., Владимирский А.В., Ледихова Н.В., Кузьмина Е.С. Экспертное телемедицинское консультирование в службе лучевой диагностики Москвы (ГБУЗ «Научно-практический центр медицинской радиологии Департамента здравоохранения Москвы», г. Москва)

Аннотация. В 2017 г. «НПЦ медицинской радиологии ДЗМ» проведено 2678 экспертных телемедицинских консультаций (ТМК) по обращениям сотрудников отделений лучевой диагностики городских медицинских организаций г. Москвы. Системотехническая база для дистанционных консультаций – Единый радиологический информационный сервис (ЕРИС). Экспертные ТМК проводились по модальностям: магнитно-резонансная томография – 52% (1386), компьютерная томография – 47% (1257), рентгенография – 1% (35). Подавляющее большинство (96,7%) всех запросов поступило из городских поликлиник, оказывающих помощь взрослому населению. В неотложном порядке проведено 3,2% ЭТМК. Впервые определено, что средняя потребность в экспертных ТМК результатов лучевых исследований составляет: 4,8 телеконсультации на 1000 КТ, 17,42 – на 1 компьютерный томограф, 8,9 – на 1000 МРТ, 26,98 – на 1 магнитно-резонансный томограф.

Ключевые слова: лучевая диагностика, телемедицина, телерадиология, первичная медицинская помощь, поликлиника, ЕРИС.

UDC 615.84+616-073.75

Morozov S.P., Vladzimirskyy A.V., Ledikhova N.V., Kuzmina E.S. Expert Telemedicine Consultations in Radiology Service of Moscow (Research and Practical Center of Medical Radiology, Department of Health Care of Moscow)

Abstract. In 2017 Moscow Research and Practical Center of Medical Radiology conducted 2678 expert telemedicine consultations (i.e., TMC) following the requests from the radiology departments in Moscow municipal hospitals. A system-integrated base for distance consultations is called Unified Radiological Information Service (i.e., URIS). Expert TMCs were performed based on their modality, i.e. 52% (1386 cases) for MR imaging, 47% (1257 cases) for CT, 1% (35 cases) for X-ray imaging. The vast majority (i.e., 96.7% cases) of all applications were received from municipal outpatient clinics, providing healthcare assistance to the adult population. 3.2% of cases of expert TMC were conducted on an urgent basis. For the first time we defined the average demand for expert TMC results of radiology studies to be equal to 4,8 teleconsultations for 1,000 CTs, 17,42 – for 1 CT scanner, 8,9 – for 1,000 MRI, 26,98 – for 1 MRI scanner.

Keywords: radiology, telemedicine, teleradiology, primary care, out-patient hospital, URIS.



Распространенность применения телемедицинских технологий в лучевой диагностике носит глобальный характер [1, 13, 14]. Посредством телемедицины достигается значительная оптимизация ресурсов, устраняется кадровый дефицит, повышается качество и доступность медицинской помощи [8, 15, 17, 19]. Особую значимость телерадиология (как методология применения телемедицинских технологий в лучевой диагностике) имеет для медицинского обслуживания территорий с низкой плотностью населения [6, 18].

В последние годы телемедицина успешно применяется и в организационно-управленческих целях [11]; в частности, для контроля качества в лучевой диагностике нами разработана и успешно внедрена методика дистанционного аудита (телеаудита) результатов радиологических исследований [2–5]. Развитие новых методов автоматизированного анализа изображений (так называемого «искусственного интеллекта») привело к интенсивной эволюции телемедицинского скрининга в лучевой диагностике [12, 16]. Тем не менее базовой процедурой остается телемедицинское консультирование в виде дистанционной интерпретации результатов лучевых исследований. Оно является основой для ряда моделей организации работы службы лучевой диагностики. Например, телерадиология обеспечивает централизацию описаний или бесперебойную работу отделений за счет аутсорсинга кадров [3, 4, 7, 10, 13].

Распространенной моделью телерадиологии является «второе мнение». Обычно в таких случаях врач лучевой диагностики выполняет некое исследование и, при наличии показаний или иной необходимости, отправляет его результаты для получения экспертного мнения квалифицированного коллеги [1, 2, 9]. Достаточно часто такая модель применяется для поддержки принятия решений врачами, осуществляющими свою профессиональную деятельность на территориях с низкой

плотностью населения. Реже «второе мнение» применяется в процессе мультидисциплинарных консилиумов или в рамках трансграничного сотрудничества врачей.

Однако, вопрос целесообразности создания и функционирования сервисов «второго мнения» в условиях крупных сетей медицинских организаций (например, в условиях столичного здравоохранения) остается открытым. Определить значимость наличия экспертного телемедицинского консультирования для службы лучевой диагностики можно посредством анализа обращаемости за подобными услугами и ее динамики. Кроме того систематизация статистических данных о применении телемедицинских технологий в лучевой диагностике создает основу для последующих сравнительных аналитических и научных исследований.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определить потребность в экспертных телемедицинских консультациях по результатам лучевых исследований в сети городских медицинских организаций г. Москвы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проанализированы результаты применения телемедицинских технологий для проведения консультаций по результатам лучевых исследований в 2017 г. Экспертной организацией был ГБУЗ г. Москвы «Научно-практический центр медицинской радиологии ДЗМ» («НПЦМР ДЗМ»), за дистанционными консультациями обращались медицинские организации Департамента здравоохранения г. Москвы (МО ДЗМ). Подобные телеконсультации квалифицированы как «экспертные», это позволяет методически отделить их от телемедицинских консультаций, проводимых между отделениями лучевой диагностики МО ДЗМ одного уровня или их филиалами. Также становится возможным вести отдельный учет обращений за экспертным мнением по модальностям и областям исследований.



Системотехнической базой для проведения телемедицинских консультаций был Единый радиологический информационный сервис (ЕРИС) – информационная система в сфере здравоохранения, которая объединяет рабочие места рентгенолаборантов, врачей-рентгенологов и диагностическую аппаратуру, аккумулирует информацию о каждом исследовании или серии исследований, проведенных на подключенных к нему устройствах, а также обеспечивает возможность проведения телемедицинских процедур – дистанционного консультирования и телеаудита. На момент проведения исследования к ЕРИС подключены «НПЦМР ДЗМ» и 75 городских поликлиник ДЗМ; всего около 200 единиц диагностической аппаратуры и 900 пользователей; в год накапливается до 1 млн. изображений, подавляющее большинство которых получены в условиях амбулаторной медицинской помощи [5].

Необходимость проведения консультаций с применением телемедицинских технологий в целях вынесения заключения по результатам диагностических исследований устанавливали медицинские работники, осуществляющие диагностическое исследование (сотрудники отделений лучевой диагностики МО ДЗМ). Вместе с тем, с методологических позиций – особенно при выполнении исследований амбулаторно – были рекомендованы следующие показания:

- обеспечение доступности и качества медицинской помощи;
- интерпретация результатов исследований в сложных (редких, атипичных) клинических случаях;
- спорные или сомнительные результаты исследований, разрешение конфликтных ситуаций;
- исследования, вызвавшие у врача-рентгенолога трудности с определением наличия/отсутствия патологических изменений, оценкой и интерпретацией патологических изменений;

- исследования, требующие дифференциальной диагностики выявленных патологических изменений.

В процессе экспертных телемедицинских консультаций проводились: описание и интерпретация результатов лучевых исследований; оценка эффективности программы лечебно-диагностических мероприятий и проведенных лучевых исследований; экспертная оценка и аудит деятельности ОЛД.

Проведены систематизация и структуризация обращаемости, сделан ее анализ по модальностям и областям исследований. Определен показатель производительности телемедицинской сети (для всей совокупности критичных и некритичных сбоев, приводящих к невозможности осуществить данный телемедицинский сеанс) [1]. Формула расчета показателя: $N\text{-}PAR = (1 - \text{кол-во сбоев} / \text{кол-во сеансов}) * 100\%$. Использована описательная статистика, определен показатель соотношения.

Расчет потребности в экспертных телемедицинских консультациях произведен путем анализа Формы 30 «Сведения о медицинской организации (годовая)» (приказ Росстата от 14.01.2013 г. № 13).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 2017 г. врачами-экспертами «НПЦМР ДЗМ» проведено 2678 экспертных телемедицинских консультаций (ЭТМК) по обращениям сотрудников отделений лучевой диагностики городских медицинских организаций г. Москвы. Динамика числа телеконсультаций по сравнению с иными годами представлена на *рис. 1*.

Фиксируется постоянный и достаточно выраженный рост числа дистанционных интерпретаций и обсуждений результатов лучевых исследований, что свидетельствует как о совершенствовании методической базы телерадиологии, так и реальной высокой их востребованности в повседневной работе медицинских учреждений первичного звена. Дополнительно

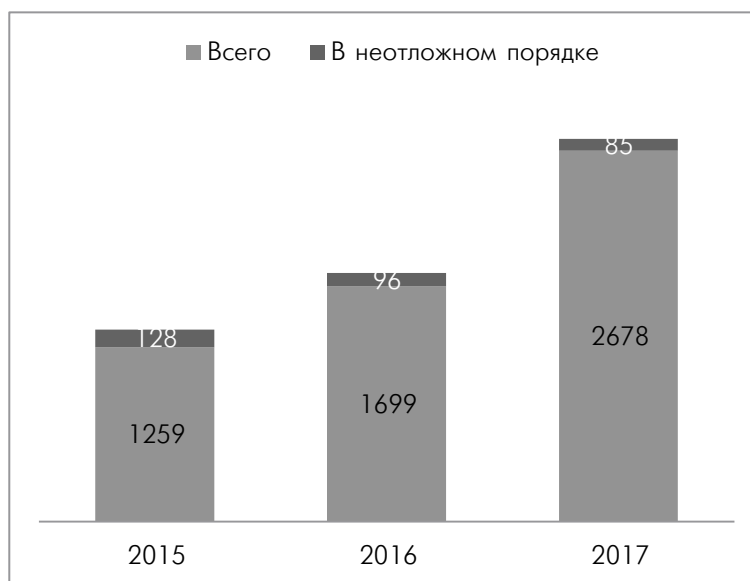


Рис. 1. Динамика количества экспертных телемедицинских консультаций, проведенных ГБУЗ «НПЦМР ДЗМ» посредством ЕРИС, по годам

укажем, что в I квартале 2018 г. уже проведено 670 телеконсультаций (25% от предыдущего периода). Вместе с тем уровень ЭТМК, проводимых в неотложном порядке, снижается с 10,7% в 2015 г. до 3,2% в 2017 г.

Востребованность телемедицинских консультаций экспертного уровня в г. Москве составляет не менее 7 обращений в сутки. Фиксируется ежегодный прирост общего числа подобных телеконсультаций примерно на 35% в 2016 г. и на 60% в 2017 г. Такая динамика свидетельствует о целесообразности и востребованности телерадиологической модели «второе мнение» даже в условиях столичного здравоохранения.

При более детальном анализе числа ЭТМК в 2017 г. (рис. 2) видно постепенное нарастание в течение года количества дистанционных консультаций (с небольшим, вероятно сезонным, снижением в июле). В целом, подобная тенденция характерна и для обеих основных модальностей (КТ и МРТ) с незначительными колебаниями. Укажем, что телемедицинские консультации проводились по модальностям:

магнитно-резонансная томография – 52% (1386), компьютерная томография – 47% (1257), рентгенография – 1% (35).

Если конкретизировать, то наиболее часто на дистанционное консультирование направляли такие результаты исследований: МРТ головного мозга – 21,2%, органов малого таза – 13,1%, коленного сустава – 10,4% (от всех МРТ); КТ органов брюшной полости с контрастным усилением – 29,0%, органов грудной клетки – 28,4%, органов грудной клетки с контрастным усилением – 6,5% (от всех КТ).

Наиболее востребованными для дистанционной интерпретации были МРТ головного мозга – 274 исследования и КТ органов брюшной полости с контрастным усилением – 353 исследования, соответственно – 10,2% и 13,2% от общего числа телеконсультаций. Обращаемость по указанным видам исследований остается стабильной в течение всего года.

Подавляющее большинство (96,7%) всех запросов поступило из городских поликлиник, оказывающих помощь взрослому населению. Проведен анализ обращений за

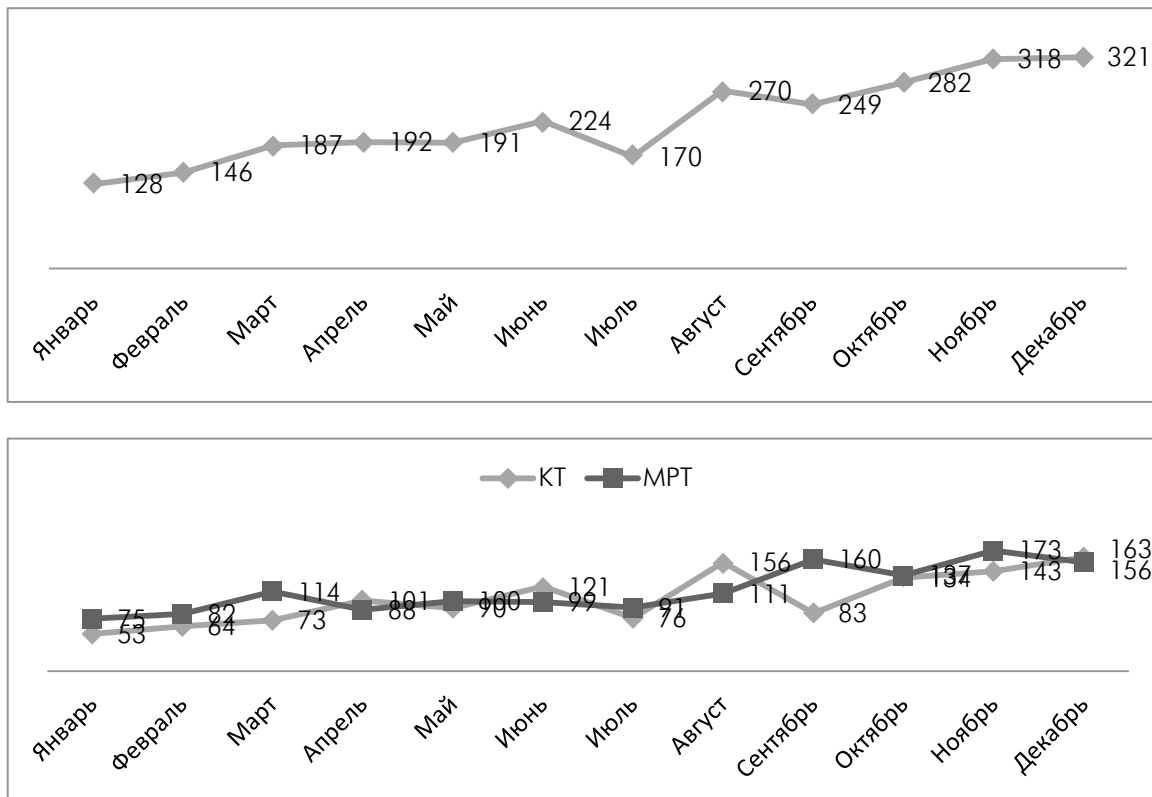


Рис. 2. Динамика количества экспертных телемедицинских консультаций, проводимых экспертами ГБУЗ «НПЦМР ДЗМ» посредством ЕРИС, по месяцам в 2017 г.: а – всего, б – по модальностям

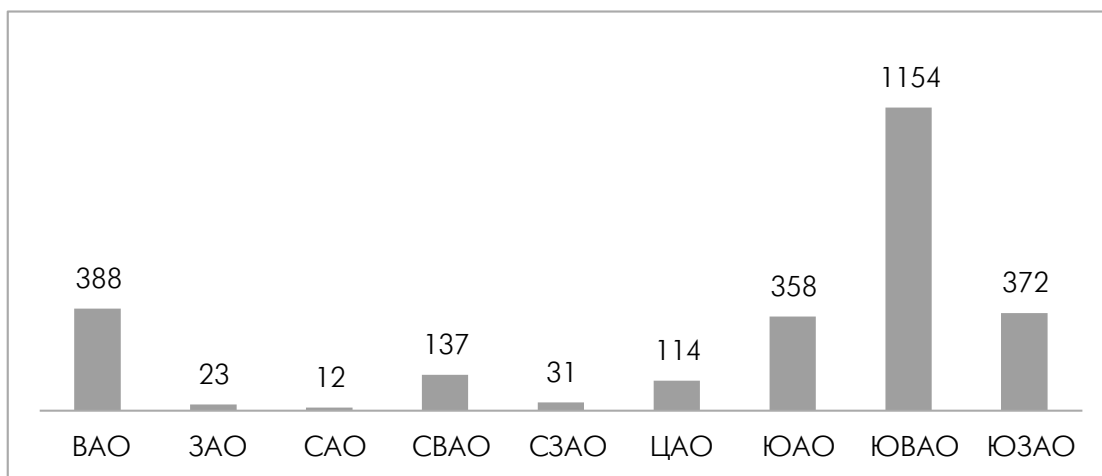


Рис. 3. Территориальное распределение городских поликлиник, оказывающих помощь взрослому населению, обратившихся за экспертными телемедицинскими консультациями в ГБУЗ «НПЦМР ДЗМ» в 2017 г.



телемедицинскими консультациями из таких МО, с учетом их принадлежности административным округам Москвы (рис. 3). В результате установлено, что наиболее часто дистанционные интерпретации выполнялись для учреждений Юго-Восточного (44,6%), Восточного (15,0%), Юго-Западного (14,4%) и Южного (13,8%) административного округов.

Безусловно, столь выраженные различия между МО различных округов обращают на себя внимание. Полагаем, что уровень обращаемости во многом связан с «человеческим фактором», в т.ч. с опытом и уровнем подготовки персонала, субъективным отношением к телемедицинским технологиям, степенью личной мотивации на профессиональный рост и развитие. Для объективизации влияния «человеческого фактора» мы планируем проведение специальных исследований: анкетирования врачей, сопоставления уровня обращаемости с результатами телеаудита и т.д. Вместе с тем должны быть оценены использование оборудования, кадровые и иные ресурсы в изучаемый период времени.

Если оценивать ситуацию ежемесячно, то значительных колебаний в числе обращений из округов не зафиксировано. Также единичные МО, лидирующие в целом по числу обращений, демонстрировали скачкообразную динамику (с примерным 50%-м уровнем колебаний числа запросов).

Из городских поликлиник, оказывающих помощь детскому населению, в течение года было всего 14 обращений (больше всего для дистанционной интерпретации КТ головы/головного мозга – 50% и КТ органов грудной клетки – 21,4%).

Помимо поликлинической сети запросы на ЭТМК направляли специализированные медицинские организации – противотуберкулезные и онкологические диспансеры. Из онкологических МО было всего 2 обращения, в то время как врачи-радиологи, работающие в сфере фтизиатрии, направили 73 случая (КТ органов

грудной клетки) для дистанционной интерпретации. Стоит отметить, что 1 обращение из онкологической МО и 2 из противотуберкулезной были в неотложном порядке.

Всего же в неотложном порядке (в среднем, в течение 3 часов) проведены 85 телеконсультаций (3,2%); по модальностям: КТ – 58,8% (50), МРТ – 41,2% (35). Наиболее часто требовались дистанционные интерпретации: КТ органов брюшной полости (в т.ч. с контрастным усилением) – 21, КТ или МРТ головы/головного мозга – по 13 исследований, МРТ органов малого таза – 11, КТ органов грудной клетки – 10.

Если проанализировать ситуацию ретроспективно (рис. 4), то обращает на себя внимание общее снижение обращаемости в неотложном порядке, а также «выравнивание» соотношения между модальностями. Безусловно, признавая необходимость многостороннего анализа такой динамики, полагаем одним из ключевых ее факторов положительное влияние образовательной деятельности и мероприятий по дистанционному аудиту ГБУЗ «НПЦМР ДЗМ».

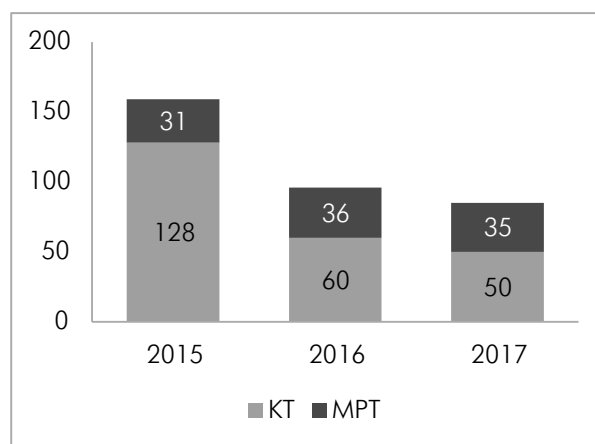


Рис. 4. Динамика количества экспертных телемедицинских консультаций, проведенных в неотложном порядке ГБУЗ «НПЦМР ДЗМ» посредством ЕРИС, по годам



При анализе обращений за ЭТМК в неотложном порядке в 2017 г. из медицинских организаций, с учетом их принадлежности административным округам Москвы, следует, что наибольшее число таких дистанционных интерпретаций было выполнено для учреждений Северо-Восточного, Юго-Западного и Восточного административного округов (рис. 5).

Помесячная динамика телеконсультаций в неотложном порядке нестабильна – число обращений колеблется от 1 до 12 (в среднем – $7 \pm 3,6$); более 10 таких телеконсультаций проведено в мае, июле, ноябре и декабре.

Как уже было сказано выше, системотехнической базой для проведения телемедицинских консультаций был Единый радиологический информационный сервис (ЕРИС). Показатель производительности телемедицинской сети на основе ЕРИС определен по формуле: $N\text{-PAR} = (1 - 4 / 2678) * 100\% = 99,9\%$.

Данный показатель характеризует **отказоустойчивость** телемедицинской сети, ее надежность с технологической точки зрения [1]. Таким образом, телерадиологическая сеть на

основе ЕРИС обеспечивает бесперебойное проведение телемедицинских консультаций по результатам лучевых исследований в 99,9% случаев.

На основе приведенных выше данных определены зависимости между уровнем ЭТМК, оснащенностью и количеством проводимых исследований по двум модальностям по округам г. Москвы; расчет показателей соотношения представлен в таблице.

Полученные данные отличаются сильной вариацией, вся совокупность приближается к грани неоднородности. Обязательно учитывая эту особенность можно, тем не менее, сказать, что в среднем в административных округах г. Москвы потребность в экспертных телемедицинских консультациях составляет:

- 4,8 на 1000 КТ;
- 17,42 на 1 компьютерный томограф;
- 8,9 на 1000 МРТ;
- 26,98 на 1 магнитно-резонансный томограф.

Полученные данные можно использовать для краткосрочного планирования будущей

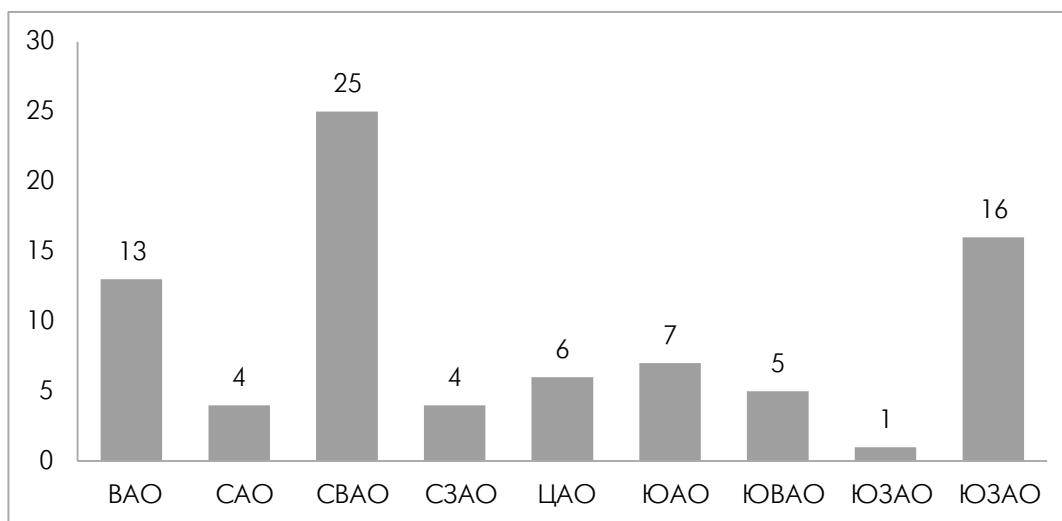


Рис. 5. Территориальное распределение городских поликлиник, обратившихся за экспертными телемедицинскими консультациями в неотложном порядке в ГБУЗ «НПЦМР ДЗМ» в 2017 г.



Таблица

Потребность в экспертных телемедицинских консультациях результатов лучевых исследований в г. Москве (по результатам 2017 г.)

Округ г. Москвы	КТ			МРТ		
	Число исследований	ЭТМК на 1000 исследований	На 1 аппарат	Число исследований	ЭТМК на 1000 исследований	На 1 аппарат
СЗАО	9085	0,99	4,5	3749	2,94	11
САО	18003	0,83	2,2	18990	1,37	5,2
СВАО	19889	3,62	12	10835	5,17	18,67
ЗАО	19538	0,72	2	16169	1,42	3,83
ЦАО	13587	0	0	14885	0,07	0,167
ВАО	20793	18,95	65,67	6123	12,41	38
ЮЗАО	33795	10,83	45,75	15271	1,38	5,25
ЮАО	29149	6,14	25,57	16856	10,56	35,6
ЮВАО	25040	5,95	16,56	17145	53,19	152
Зеленоград	21055	0	0	11402	0	0
Среднее значение	20993,4	4,8	17,42	13142,5	8,9	26,98

потребности в экспертных дистанционных интерпретациях, а степень вариации необходимо оценивать в динамике (за 3х-летний период).

Тем не менее, обращаем внимание, что определение потребности в экспертных телемедицинских консультациях результатов лучевых исследований для административно-территориальной единицы в Российской Федерации произведено впервые.

Применение телемедицинских технологий в службе лучевой диагностики г. Москвы обеспечило эффективную поддержку принятия решения в сложных и дискуссионных ситуациях, повысило качество и безопасность радиологических исследований.

Полученные аналитические данные позволяют разработать практические управленческие рекомендации:

1. Для дальнейшего развития и функционирования ЕРИС (включая необходимый кадровый ресурс) следует планировать проведение порядка 4300 экспертных телемедицинских консультаций в 2018 г., обеспечив должное количество и постоянную доступность вра-

чей-консультантов со субспециализациями по нейровизуализации, визуализации органов брюшной (включая малый таз) и грудной полости.

2. С учетом динамики показателей оснащенности и используемости уровень потребности в экспертных телемедицинских консультациях в г. Москве следует определять из расчета 4,8 ЭТМК на 1000 КТ и 8,9 ЭТМК на 1000 МРТ.

3. Следует планировать образовательные мероприятия по вопросам интерпретации и описания результатов КТ органов брюшной и грудной полости с контрастным усилением, МРТ органов малого таза, нейровизуализации, исследований крупных суставов с акцентом на целевую аудиторию из округов с наиболее высокой обращаемостью за экспертными телемедицинскими консультациями.

Ограничения. В статье учитывались только данные медицинских организаций сети Департамента здравоохранения г. Москвы. Вариативность потребности в ЭТМК должна быть изучена в период 3х-летней рутинной



работы ЕРИС (период 2015–2016 гг. можно трактовать как стартовый). Различия в обра- щаемости за ЭТМК из разных МО и округов требуют отдельного исследования, мульти- факторного анализа.

Перспективы дальнейших исследований. Вслед за количествен- ным планируется провести качественный анализ: конкретизировать и изучить причины обращений, установить релевантность реко- мендаций экспертов запросам консультиру- емых врачей, оценить влияние экспертного телемедицинского консультирования на каче- ство работы отделений лучевой диагностики медицинских организаций.

ВЫВОДЫ

В 2017 г. врачами-экспертами «НПЦ ме- дицинской радиологии ДЗМ» проведено 2678 экспертных телемедицинских консультаций по обращениям сотрудников отделений лучевой диагностики городских медицинских органи- заций г. Москвы. Системотехнической базой для проведения дистанционных консультаций служил Единый радиологический информаци- онный сервис (ЕРИС).

Экспертные телемедицинские консультации проводились по модальностям: магнитно-ре- зонансная томография – 52% (1386), компью- терная томография – 47% (1257), рентгено- графия – 1% (35). Подавляющее большинство (96,7%) всех запросов поступило из городских поликлиник, оказывающих помощь взрослому населению. В неотложном порядке проведено 3,2% ЭТМК.

Фиксируется ежегодный прирост общего числа экспертных телемедицинских Консульта- ций примерно на 35–60%. Это свидетельствует о целесообразности и востребованности телерадиологической модели «второе мне- ние» даже в условиях столичного здравооох- ранения.

Средняя потребность в экспертных теле- медицинских консультациях результатов лу- чевых исследований составляет: 4,8 ЭТМК на 1000 КТ, 17,42 на 1 компьютерный томограф, 8,9 на 1000 МРТ, 26,98 на 1 магнитно-ре- зонансный томограф. Представленные анали- тические данные могут служить основой для последующих сравнительных исследований, а также – для решения практических управ- ленческих задач.

ЛИТЕРАТУРА



1. Владимирский А.В., Лебедев Г.С. Телемедицина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. –576 с.
2. Морозов С.П., Владимирский А.В. Методология и базовые модели организации теле- радиологии для службы лучевой диагностики г. Москвы. Журнал телемедицины и элек- тронного здравоохранения. – 2017. – № 3. – С. 137–143.
3. Морозов С.П., Соколова М.В., Владимирский А.В., Юдакова С.И., Полищук Н.С., Ле- дихова Н.В. Оптимизация работы отделения рентгенологической диагностики город- ской поликлиники на основе системного внедрения телемедицины. Радиология-Практи- ка. – 2018. – № 1. – С. 18–27
4. Морозов С.П., Владимирский А.В., Ледихова Н.В., Кузьмина Е.С. Перекрестные опи- сания: телерадиология по субспециализациям. Врач и информационные технологии. – 2018. – № 2. – С. 39–47.
5. Полищук Н.С., Ветшева Н.Н., Косарин С.П., Морозов С.П., Кузьмина Е.С. Единый ра- диологический информационный сервис как инструмент организационно-методической



- работы Научно-практического центра медицинской радиологии Департамента здравоохранения г. Москвы (аналитическая справка). Радиология – практика. – 2018. – № 1 (67). – С. 6–17.
6. Смаль Т.С., Завадовская В.Д., Деев И.А. Применение телемедицинской технологии в лучевой диагностике для организации медицинского обслуживания территорий с низкой плотностью населения. Социальные аспекты здоровья населения. – 2017. – Т. 53. – № 1. – С. 1–9.
 7. Agrawal A., Koundinya D.B., Raju J.S., Agrawal A, Kalyanpur A. Utility of contemporaneous dual read in the setting of emergency teleradiology reporting. *Emerg Radiol.* 2017 Apr; 24(2):157–164. doi: 10.1007/s10140-016-1465-3.
 8. Ashkenazi I, Zeina A.R., Kessel B., Peleg K. 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 Dec; 32(12): 946–50. doi: 10.1136/emmermed-2014-203930.
 9. DiPiro P.J., Krajewski K.M, Giardino A.A., Braschi-Amirfarzan M., Ramaiya N.H. Radiology Consultation in the Era of Precision Oncology: A Review of Consultation Models and Services in the Tertiary Setting. *Korean J Radiol.* 2017 Jan-Feb; 18(1): 18–27. doi: 10.3348/kjr.2017.18.1.18.
 10. ESR teleradiology survey: results. *Insights Imaging.* – 2016. – V.4. – № 7. – P. 463–479.
 11. Giansanti D. Teleradiology Today: The Quality Concept and the Italian Point of View. *Telemed J E Health.* – 2017. – V. 5. – № 23. – P. 453–455.
 12. Hosny A., Parmar C., Quackenbush J., Schwartz L.H., Aerts HJWL. Artificial intelligence in radiology. *Nat Rev Cancer.* 2018 May 17. doi: 10.1038/s41568-018-0016-5.
 13. Hunter T.B., Krupinski E.A. University-Based Teleradiology in the United States. *Healthcare (Basel).* – 2014. – V. 2. – № 5. – P. 192–206.
 14. Matsumoto M., Koike S., Kashima S., Awai K. Geographic Distribution of Radiologists and Utilization of Teleradiology in Japan: A Longitudinal Analysis Based on National Census Data. *PLoS One.* 2015 Sep 30; 10(9): e0139723. doi: 10.1371/journal.pone.0139723.
 15. 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. – P. 174–182.
 16. Tang A., Tam R., Cadrin-Chknevert A., Guest W. et al. Canadian Association of Radiologists White Paper on Artificial Intelligence in Radiology. *Can Assoc Radiol J.* 2018 May; 69(2): 120–135. doi: 10.1016/j.carj.2018.02.002.
 17. Watson J.J., Moren A., Diggs B. et al. A statewide teleradiology system reduces radiation exposure and charges in transferred trauma patients. *Am J Surg.* – 2016. – № 211. – P. 908–912.
 18. Woldaregay A.Z., Walderhaug S., Hartvigsen G. Telemedicine Services for the Arctic: A Systematic Review. *JMIR Med Inform.* 2017 Jun 28; 5(2): e16. doi: 10.2196/medinform.6323.
 19. Wootton R., Wu W., Bonnardot L. Store-and-forward teleradiology in the developing world—the Collegium Telemedicus system. *Pediatr Radiol.* – 2014. – № 44. – P. 695–696.