

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

На правах рукописи

СМАЛЬ ТАТЬЯНА СЕРГЕЕВНА

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ
РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
НА МОДЕЛИ РЕГИОНА С НИЗКОЙ ПЛОТНОСТЬЮ НАСЕЛЕНИЯ**

14.01.13 – Лучевая диагностика и лучевая терапия

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, профессор
Завадовская Вера Дмитриевна

Научный консультант:
доктор медицинских наук, доцент
Деев Иван Анатольевич

Томск – 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	15
1.1 Определение телемедицины, история развития телемедицинских технологий	15
1.2 Основные виды и направления телемедицины	19
1.3 Телемедицина в рентгенологии	23
1.4 Оценка эффективности телемедицины	25
1.5 Возможности и ограничения телемедицины.....	27
Глава 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	30
2.1 Характеристика диагностических исследований на первом этапе	30
2.2 Характеристика диагностических исследований на втором этапе	31
2.3 Характеристика диагностических исследований на третьем этапе	33
2.4 Средства научного исследования	33
2.5 Статистическая обработка результатов	34
Глава 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	36
3.1 Экспертная оценка качества описания рентгенологических исследований районным специалистом.....	36
3.2 Оценка качества рентгенологических исследований органов грудной клетки.....	40
3.3 Оценка качества рентгенологических исследований костно-суставной системы.....	43
3.4 Оценка качества рентгенологических исследований органов брюшной полости и забрюшинного пространства.....	47
3.5 Экспертная оценка качества описания рентгенологических исследований врачом-рентгенологом телемедицинской системы	51
3.6 Оценка качества рентгенологических исследований органов грудной клетки с использованием телерадиологии.....	55

3.7 Оценка качества рентгенологических исследований костно-суставной системы	57
3.8 Оценка качества рентгенологических исследований органов брюшной полости и забрюшинного пространства с использованием телерадиологии	65
Глава 4 КЛИНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ	68
4.1 Алгоритм дистанционного консультирования пациентов кабинетом телемедицины и дистанционного консультирования клиник СибГМУ	68
4.2 Клиническая эффективность телемедицинских консультаций без визуальных изображений лучевой диагностики	71
4.3 Клиническая эффективность телемедицинских консультаций с использованием медицинских изображений лучевой диагностики	76
4.4 Сравнительный анализ эффективности телемедицинских консультаций в зависимости от вида анализируемой информации	82
4.5 Клинические примеры	84
Глава 5 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	90
ВЫВОДЫ	106
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	107
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	108

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

ГБ – городская больница

ДПК – двенадцатиперстная кишка

КТ – компьютерная томография

ЛВГ – легочная венозная гипертензия

ЛПУ – лечебно-профилактическое учреждение

ОГАУЗ – областное государственное автономное учреждение здравоохранения

ОГБУЗ – областное государственное бюджетное учреждение здравоохранения

РБ – районная больница

ТМК – телемедицинская консультация

ТЭЛА – тромбоэмболия легочной артерии

ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких

ЦНС – центральная нервная система

AUC – area under the ROC curve, площадь под характеристической кривой

DICOM – Digital Imaging and Communications in Medicine, отраслевой стандарт создания, хранения, передачи и визуализации медицинских изображений

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность

В современном мире невозможно представить функционирование общества без информационных технологий, которые интенсивно развиваются и внедряются в различные сферы жизни человечества. Цифровая трансформация медицины, связанная с внедрением компьютерных технологий в практику здравоохранения, привела к появлению и активному развитию новых направлений во многих областях медицины. В последние годы деятельность медицинских организаций направлена на развитие высокотехнологичных методов обследования, позволяющих оптимизировать процесс диагностики и получать верифицированный диагноз. К данному направлению относится применение телемедицинских технологий в различных областях клинической медицины [1, 9, 40].

Согласно определению Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), телемедицина – это предоставление услуг здравоохранения в условиях, когда расстояние является критическим фактором, работниками здравоохранения, использующими информационно-коммуникационные технологии для обмена необходимой информацией в целях диагностики, лечения и профилактики заболеваний и травм, проведения исследований и оценок, а также для непрерывного образования медицинских работников в интересах улучшения здоровья населения и развития местных сообществ [14, 145]. Из определения телемедицины, которое включает в себя как клинические, так и образовательные направления, очевидно, что мобильные технологии нашли широкое применение в медицине. Развитие данного направления сделало возможным оказание медицинской помощи на расстоянии, за счет передачи диагностической информации с помощью различных видов телекоммуникационных технологий, позволила преодолевать географические барьеры, устанавливая связь между пользователями [2, 12, 157]. Важнейшей задачей телемедицины является предоставление клинической поддержки для улучшения здоровья населения [40, 113].

В связи с широким внедрением современных информационных и телекоммуникационных технологий в методы лучевой диагностики, радиология считается наиболее пригодной областью для применения телемедицины [36, 107, 154]. Телерадиология – это отдельное направление телемедицины, которое подразумевает передачу на расстояние медицинских диагностических изображений и связанных с ними данных о пациенте между различными организациями, для целей получения экспертного мнения или клинической оценки [43, 84, 121]. Ключевыми задачами телерадиологии являются получение качественных изображений, сохраняющих диагностически значимую информацию, архивация и пересылка цифровых изображений с максимальной скоростью и минимальными потерями данных с помощью современных коммуникационных средств дистанционной передачи информации [51, 63, 91]. Существуют различные области использования телерадиологии, среди которых можно выделить обучение и обмен информацией, удаленный доступ к диагностическому оборудованию, диагностику и консультации на расстоянии [56, 70, 108]. Широкое распространение в настоящее время получили системы медицинских консультаций по принципу «second opinion» («второе мнение»). Второе мнение врача-рентгенолога, обладающего экспертным уровнем знаний, предполагает повторный анализ результатов рентгенологических исследований с целью подтверждения или опровержения заключения [115, 132, 155]. Проведение консультаций с высококвалифицированными медицинскими специалистами позволяет снизить процент ошибочных первичных диагнозов, сокращает срок постановки окончательного диагноза и способствует повышению эффективности лечения [97, 109, 123].

Ввиду того, что дефицит квалифицированных медицинских кадров особенно остро ощущается в малонаселенных субъектах Российской Федерации, телекоммуникационная связь наиболее необходима на территории с низкой плотностью населения, в районах с малым штатом врачебного персонала и небольшим числом квалифицированных специалистов [41, 69]. Особенно актуально применение телемедицины для регионов с большой удаленностью

населенных пунктов от крупных медицинских центров, где существует проблема качества и доступности оказываемой медицинской помощи населению [37, 59]. Именно в отдаленных районах и в больницах с недостатком кадров применение телемедицинских технологий может эффективно обеспечивать диагностику, консультации и медицинскую помощь пациентам, для которых своевременность вмешательства играет решающее значение [23, 100, 125]. Использование телемедицинских технологий повышает доступность высококвалифицированной медицинской помощи пациентам независимо от места их нахождения, значительно расширяет возможности по реализации прав человека на ее получение и снижает затраты на оказание медицинских услуг там, где расстояние является критическим фактором [24, 47, 96].

Среди положительных сторон применения телемедицинских технологий в различных областях медицины, и в лучевой диагностике в частности, необходимо отметить, что существует ряд значительных проблем, сдерживающих развитие телемедицины. Выделяют следующие вопросы, связанные с отсутствием законодательных аспектов регулирования телемедицинской деятельности, юридической ответственностью врача перед пациентом за принятые решения и лечение в случае дистанционного консультирования, обеспечение конфиденциальности информации о пациенте, передаваемой по информационно-телекоммуникационной сети [42, 53]. Правовые аспекты проведения дистанционных консультаций сформулированы в Федеральном законе от 29 июля 2017 г. №242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья» («Закон о телемедицине») [72]. Из принятого Федерального закона о телемедицине, который вступил в силу с 1 января 2018 г., телемедицинские технологии – это информационные технологии, обеспечивающие дистанционное взаимодействие медицинских работников между собой, с пациентами и (или) их законными представителями, идентификацию и аутентификацию указанных лиц, документирование совершаемых ими действий при проведении консилиумов,

консультаций, дистанционного медицинского наблюдения за состоянием здоровья пациента.

Закон о телемедицине позволил создать правовую основу для использования информационно-телекоммуникационных технологий в сфере охраны здоровья граждан. Вместе с тем, несмотря на быстрое развитие телемедицины и ее активное продвижение в социальной политике современной России, актуальным остается решение вопросов, связанных с различными темпами внедрения современных телекоммуникационных опций в региональных лечебных учреждениях [28]. Отдельно следует выделить необходимость решения сложных актуальных задач в области телерадиологии, которые обусловлены отсутствием стандартов оценки качества дистанционной диагностики [74, 151]. Соответственно, возникает необходимость проведения исследований, направленных на определение применимости метода дистанционного описания рентгенологических снимков в зависимости от анатомической локализации и предполагаемого вида патологии.

Актуальным вопросом является определение эффективности метода дистанционной диагностики с учетом ограниченного доступа к клинической истории болезни и в ряде случаев возможности оценки результатов предыдущих исследований при использовании телерадиологии [81, 127]. Таким образом, в настоящее время телерадиология не представляет больших технических сложностей, но требует оценки диагностической точности ее применения в зависимости от анатомической области, характера патологических изменений, наличия дополнительной клинической информации о пациенте и доступа к предыдущим исследованиям для выяснения динамики процесса при дистанционной интерпретации рентгенологических данных или получении второго мнения [47, 48].

Степень разработанности темы исследования

Многие исследования зарубежных и отечественных авторов подтвердили медицинскую и социальную эффективность телемедицины. Она выражается в повышении доступности медицинской помощи и организации дистанционного

наблюдения за пациентом [103, 126, 149]. Реализация телемедицинских услуг дает большие возможности в повышении квалификации специализированных медицинских кадров на местах, обеспечивает оперативный обмен информацией, повышение эффективности профилактических программ и интеграции научных исследований [16, 87, 140]. Использование телемедицинских технологий в области здравоохранения приобрело широкое практическое применение и, по мнению многих авторов, оказалось экономически выгодным [2, 34, 60]. В настоящее время во всех странах, развивающих телемедицинские услуги, созданы системы медицинских консультаций по принципу «second opinion» («второе мнение»). Технология получения экспертного мнения врача-специалиста особенно важна для жителей отдаленных территорий в связи с низкой доступностью медицинских услуг и нехваткой персонала.

Область применения телемедицины расширилась, но остается еще много нерешенных вопросов. Все более насущной становится проблема оценки качества телемедицинской деятельности, отсутствия категорий оценки эффективности дистанционной диагностики [7, 146]. Актуальным является выполнение аналитического исследования, направленного на оценку диагностической точности телемедицинской технологии дистанционного описания рентгенограмм в условиях оказания медицинской помощи при низкой плотности населения. Подобные исследования проводились ранее, но в большинстве случаев они были направлены на оценку экономической эффективности дистанционной диагностики без анализа применимости в зависимости от вида патологии [80, 138]. Поэтому важно оценить качество описания рентгенограмм с использованием экспертного мнения в зависимости от исследуемой анатомической области и характера патологических изменений.

Цель

Установить диагностическую и клиническую эффективность использования телемедицинских технологий в рентгенологии на территории с низкой плотностью населения.

Задачи

1. Разработать методологический подход для экспертной оценки определения эффективности диагностических исследований при использовании телерентгенологии.
2. Оценить эффективность рентгенодиагностического процесса на региональном уровне при помощи дистанционного метода экспертных оценок.
3. Изучить возможности использования телемедицинских технологий для клинических дистанционных консультаций и оптимизировать алгоритм телемедицинских консультаций с использованием цифровых диагностических изображений.

Научная новизна

Впервые разработана и научно аргументирована новая методология экспертной оценки диагностических исследований в телерентгенологии на основе синдромного подхода.

Впервые на основе экспертной оценки в телерентгенологии установлена частота положительных и отрицательных диагностических заключений по данным рентгенографии в зависимости от исследуемой анатомической области и характера патологических изменений.

Установлены статистически значимые параметры коэффициента конкордации при синдромном подходе в экспертных оценках рентгенографических исследований органов грудной клетки и костно-суставного аппарата.

Обоснована эффективность телемедицинских консультаций с использованием оптимизированного алгоритма включающего оценку цифровых диагностических изображений в процессе клинического телеконсультирования.

Теоретическая и практическая значимость работы

Предложенная методология экспертной синдромной оценки позволяет определить эффективность описания рентгенологических снимков, выполненных в районной больнице. Полученные в результате настоящей работы данные распределения положительных и отрицательных диагностических заключений

позволяют провести оценку коэффициента конкордации в зависимости от анатомической локализации и предполагаемого вида патологии.

Методология и методы исследования

Методология исследования основана на научных трудах отечественных и зарубежных авторов в области информационных и телекоммуникационных технологий в сфере здравоохранения. Для достижения поставленной цели и решения задач научной работы было проведено исследование, состоящее из трех основных этапов. Дизайн исследования представлен на Рисунке 1.

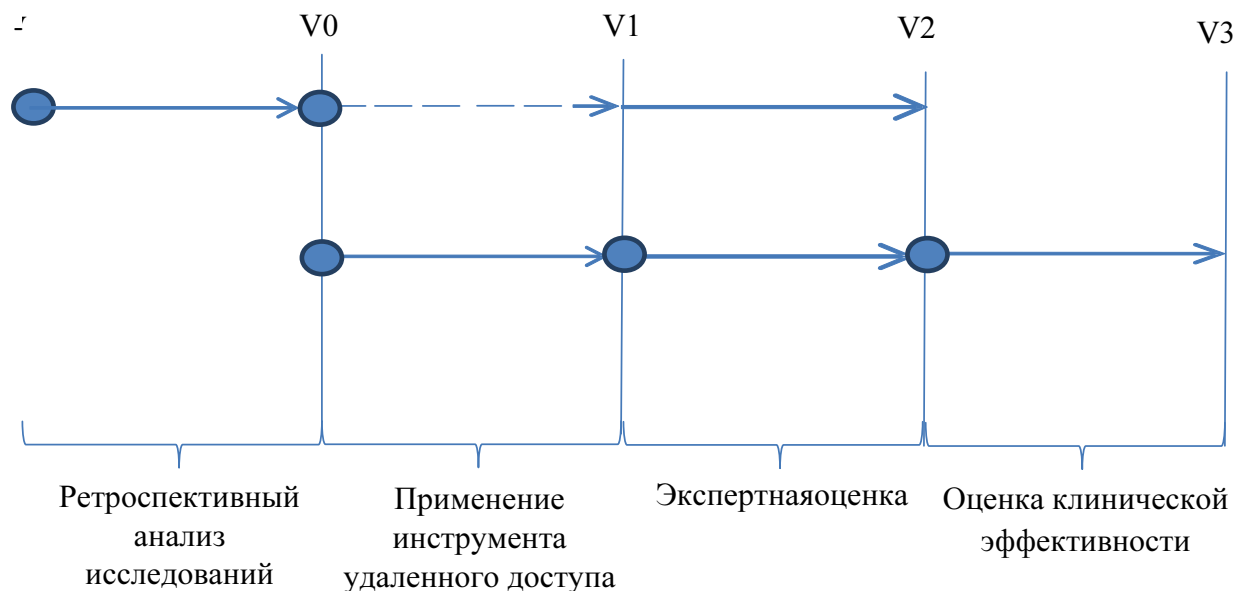


Рисунок 1 – Дизайн исследования

На первом этапе одномоментного слепого исследования был проведен ретроспективный анализ результатов 169 рентгенологических исследований, выполненных и проанализированных специалистами рентген-диагностической службы на базе Областного государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Асиновская районная больница» (ОГБУЗ «Асиновская РБ», Томская обл.). Ретроспективный анализ проведен с использованием технологии цифровой рентгенографии, которая позволяет передавать изображения в электронном виде на любые расстояния без потери качества данных.

На втором этапе работы проведена оценка эффективности диагностических заключений, выполненных рентгенологами телемедицинской системы компании ООО «Аб Ово Мед» (г. Томск), которая является многопрофильным медицинским центром, оказывает телемедицинские услуги по обработке и передаче медицинских данных, имеет большой опыт дистанционного консультирования, активно функционирует в более чем 10 регионах России. Проведен анализ 332 цифровых рентгенологических исследований, выполненных в ОГБУЗ «Асиновская РБ» и переданных дистанционно посредством сети Интернет для описания рентгенологам в ООО «Аб Ово Мед». Проведена оценка методики исследований, качества полученных рентгенограмм. Сформирована база данных, включающая демографические переменные и ряд независимых переменных, характеризующих данные рентгенологического исследования. Все исследования, описанные врачом районной больницы (РБ) и специалистами дистанционного медицинского обслуживания, были повторно проанализированы двумя экспертами с применением удаленного доступа, методом коллективной экспертизы. Для всех проведенных рентгенологических исследований указывались направительный диагноз и цель исследования, при назначении исследований для дистанционного анализа в ООО «Аб Ово Мед» дополнительно указывалась сложность исследования согласно требуемой квалификации специалистов. Проведен анализ частоты и характера расхождений в диагностических решениях районного врача и врача телемедицинской диагностики с заключениями экспертов. Полученные в ходе исследования результаты подвергались статистической обработке.

Третий этап исследования включал анализ 249 синхронных и асинхронных телемедицинских консультаций (216 исследований, не содержащих графические рентгенологические изображения, и 33 – содержащих в виде приложений визуальную информацию), проведенных кабинетом телемедицины и дистанционного консультирования с использованием телекоммуникационных технологий на базе клиник Федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России, г. Томск). Исследованы основные задачи дистанционной визуальной диагностики, определена клиническая эффективность телемедицины.

Положения, выносимые на защиту

1. Синдромный подход в процессе экспертных оценок рентгенологических заключений позволяет выполнить анализ эффективности диагностических исследований в условиях низкой плотности населения и оценку эффективности телерентгенологического метода диагностики.
2. Распределение частоты положительных и отрицательных результатов диагностического исследования на местах и при удаленном доступе определяется анатомической локализацией патологического процесса.
3. Применение цифровых радиологических изображений в общем объеме материала для телемедицинских консультаций повышает информативность данного вида услуг и ассоциировано с низким значением коэффициента конкордации экспертных оценок.

Степень достоверности результатов

Достоверность полученных результатов подтверждают достаточный объем выборки (750 исследований), использование современных инструментальных исследований, непосредственное участие автора в сборе данных и их анализе, а также использование адекватных поставленным задачам методов статистического анализа.

Апробация материалов диссертации

Материалы диссертации представлены и доложены на III Конгрессе «Здравоохранение России. Технологии опережающего развития» (Томск, 2017); Областном обществе лучевых диагностов (Томск, 2017); Конгрессе Российского общества рентгенологов и радиологов (Москва, 2017).

Внедрение результатов исследования в практику

Научные положения и практические рекомендации, сформулированные в диссертации, внедрены в учебный процесс кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России, применяются кабинетом телемедицины и дистанционного консультирования клиник ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России.

Публикации

По теме диссертации опубликованы 3 научные работы в рецензируемых журналах, включенных в Перечень ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации для публикации основных результатов диссертационных работ на соискание ученой степени кандидата наук. Публикация в сборнике тезисов конгресса Российского общества рентгенологов и радиологов.

Личное участие автора

Разработка дизайна исследования, анализ данных литературы по теме диссертации, постановка цели и задач, сбор первичного материала, определение методологии научного исследования выполнены автором лично. Весь материал научной работы получен, обработан, проанализирован и представлен самостоятельно, включая статистическую обработку и изложение в виде научных публикаций и диссертационного материала.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 125 страницах машинописного текста. Состоит из введения, 5 глав, включающих обзор литературы, описание материала и методов исследования, результаты собственных исследований и их обсуждение, содержит выводы, практические рекомендации, список сокращений и условных обозначений, список литературы. Библиографический указатель включает 160 источников, из них 76 отечественных и 84 зарубежных. Иллюстрационный материал представлен 29 рисунками и 15 таблицами.

Глава 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Определение телемедицины, история развития телемедицинских технологий

Термин «телемедицина», введенный Т. Бердом и Р. Марком в 1970-х гг., объединяет множество телекоммуникационных и информационных технологий, применяемых в здравоохранении, а также их разнообразные клинические приложения [6, 45].

В рамках политики ВОЗ принято определение телемедицины, которое включает в себя как клинические, так и образовательные направления [30, 144].

В области терминологического определения телемедицины используется большое количество определений, отличающихся по степени детализации характеристик телемедицины и по содержанию включаемых в нее технологий и направлений.

В монографии А. В. Владзимирского «Телемедицина: *Curatio Sine Tempora et Distantia*», телемедицина определяется как инструмент здравоохранения, использующий телекоммуникационные и электронные информационные (компьютерные) технологии для предоставления медицинской помощи и услуг в точке необходимости (в тех случаях, когда географическое расстояние между медицинским работником и пациентом является критическим фактором) [20].

Б. А. Кобринский в книге «Телемедицина в системе практического здравоохранения» приводит следующее определение: телемедицина – это способ дистанционного обмена данными в реальном (или условно реальном времени), встраиваемый в практическое здравоохранение, образование и медицинскую науку, это высокоспециализированная помощь в любой точке, прямое управление в экстремальных ситуациях и дистанционное повышение квалификации [34, 129].

Согласно определению Американской Ассоциации телемедицины (American Telemedicine Association), телемедицина подразумевает использование телекоммуникаций для связи медицинских специалистов с клиниками,

больницами, врачами, оказывающими первичную помощь, пациентами, находящимися на расстоянии, с целью диагностики, лечения, консультации и непрерывного обучения [82, 120].

Анализируя имеющиеся определения, можно отметить сходство основных элементов существующих понятий, которые отражают возможность оказания медицинской помощи на расстоянии путем передачи медицинской информации по телекоммуникационным каналам связи. Главной целью телемедицины является создание условий, при которых помощь высококвалифицированных специалистов станет более доступной для жителей отдаленных и труднодоступных регионов [11].

В каждый исторический период для телемедицинских целей применяются наиболее современные и передовые информационные, телекоммуникационные и медицинские технологии. Телемедицина считается относительно новой дисциплиной, развитие которой осуществляется за счет прогресса телекоммуникационных средств. Первые попытки передать на расстояние медицинскую информацию по телефонной линии были предприняты еще в 1903 г. изобретателем электрокардиографии В. Эйтховеном [52, 134, 137]. В Швеции с 1922 г. специалисты университетского госпиталя Гуттенберга давали медицинские консультации морякам, находившимся в плавании, с помощью радио. Эти примеры можно считать первыми предпосылками в развитии современной телемедицины [58].

В конце 1950-х гг. американский ученый Ц. Виттсон впервые использовал технологию видеоконференцсвязи в области медицины. В 1959 г. в США впервые была реализована передача изображения флюорограммы легких [100]. В 1965 г. американский кардиохирург М. Дебейки, находясь на своей родине, по каналам спутниковой связи комментировал с целью обучения ход операции на сердце, которую в этот момент проводили в Европе [112]. В 1970-х гг. американские ученые ввели понятие коммуникационных технологий в медицине, и впервые появился термин «телемедицина» [100]. Необходимость развития телемедицины признана в большинстве стран, как инструмент повышения

клинической и экономической эффективности деятельности медицинских учреждений. Эти факторы определили высокую значимость развития телемедицинских технологий во многих странах мира. Особенно широко такие технологии применяются в США, Греции, Великобритании и Норвегии [140, 143].

В России развитие телемедицины тесно связано с освоением космического пространства. С помощью новых технологий осуществлялась запись физиологических показателей космонавтов и передача им на орбиту медицинских рекомендаций. Успешный опыт космических медиков позволил начать планомерные работы по телемедицине в различных направлениях. В 1970-х гг. во многих крупных городах России была создана сеть центров дистанционной кардиологической диагностики «ЭКГ по телефону», которые можно считать прямым прообразом телемедицинских центров [39].

Первым крупномасштабным проектом в области телемедицины стала организация телевизионного моста между СССР и США для консультации пострадавших во время землетрясения в Армении в 1988 г. и взрыва газа под Уфой в 1989 г. В телеконсультациях и видеоконференциях принимали участие специалисты московских клиник и медицинских центров США. Они консультировали пациентов с ожогами, психическими и некоторыми другими заболеваниями [1].

В настоящее время во многих странах и в международных организациях разрабатываются телемедицинские проекты [61, 78, 900]. Для России с ее сложными климатогеографическими условиями телемедицина имеет важное социально-экономическое значение, особенно при оказании помощи в чрезвычайных ситуациях. В нашей стране телемедицинские разработки по медицинской помощи и телеобучению выполняются в Научном центре сердечно-сосудистой хирургии имени А. Н. Бакулева (г. Москва), на факультете фундаментальной медицины Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, в Военно-медицинской академии имени С. М. Кирова (г. Санкт-Петербург). Телемедицина в рамках медицинских консультаций

получила развитие в ряде регионов и городов России: Северо-Западном (Архангельск), Центральном (Воронеж, Самара, Нижний Новгород), Сибирском (Новосибирск), Дальневосточном и ряде других [10, 13].

Телемедицина, появившись в середине XX в., претерпела значительные изменения. Стало возможным создавать и редактировать изображения высокого разрешения, хранить их в виде архивных файлов. В настоящее время ведущей идеей в области телемедицины является информационное обеспечение здравоохранения и науки, создание единого информационного пространства, в котором все участники системы взаимодействуют между собой и свободно обмениваются необходимой для работы информацией [19, 68, 159]. На сегодняшний день в России вступил в силу закон о телемедицине, который предусматривает возможность оказания медицинской помощи через телеконсультации и предполагает создание Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения. Внедрение телемедицинских технологий позволит повысить качество медицинских услуг и доступность медицинской помощи, в том числе путем решения наиболее острых проблем доступа к медицинским услугам и инфраструктуре системы здравоохранения в целом [74].

Современное здравоохранение отводит большую роль внедрению электронного медицинского обслуживания для повышения доступности и качества медицинской помощи [152]. Современные достижения в области телемедицины, связанные с развитием телекоммуникаций, вводом новых технологий и стандартов, позволили улучшить доступ к медицинской помощи, диагностике, оценке и мониторингу состояния пациентов и получить положительные результаты в отношении их здоровья. Вместе с тем, нерешенными остаются еще множество информационных, методологических, организационных, технических, финансово-экономических, биоэтических проблем в области телемедицины [1, 60].

1.2 Основные виды и направления телемедицины

Телемедицина на сегодняшний день охватывает все диагностические службы здравоохранения (функциональную, лучевую, морфологическую, лабораторную диагностику) и большинство клинических направлений. В зависимости от участников телеконсультаций и используемых средств обеспечения взаимодействия, выделяют основные виды телемедицины. Первый вид – это врачебные телемедицинские консультации, наиболее известный и распространенный вид телемедицинских услуг. По системе телемедицинского консультирования «врач – врач» проводятся операции, предполагающие дополнительные консультации от других специалистов на расстоянии, а также лекции, консилиумы для врачей. Применение современных информационных и телекоммуникационных технологий позволяет обеспечить новые формы дистанционного взаимодействия между консультируемым врачом и консультантом. С помощью видеоконференцсвязи телеконсультации могут проводиться в режиме реального времени. Объектом телемедицинской консультации может являться клинический случай конкретного пациента либо отдельные данные клинического обследования. Врач использует систему консультируемого врача, чтобы с помощью телекоммуникационной сети и систем получить консультацию у одного или нескольких коллег, отдаленных от него расстоянием и временем [52].

Система медицинского консультирования «врач – пациент» предполагает проведение удаленных консультаций между врачом и пациентом, позволяет осуществлять диагностику, профилактику и дистанционное наблюдение за пациентом.

По способу проведения и срокам передачи информации телеконсультации можно разделить на синхронные и асинхронные.

Синхронные телеконсультации (очные, on-line) основаны на обмене медицинскими данными в режиме реального времени, при помощи средств видеоконференцсвязи. Они обеспечивают непосредственное общение между

консультантом и лечащим врачом, позволяют параллельно вести двухсторонний обмен визуальной, голосовой информацией и графическими данными.

Исследования применения телемедицины в режиме реального времени для пациентов с острым инсультом показали, что телемедицина дает возможность проводить оптимальное лечение таких больных даже в районах с ограниченным доступом к специализированной помощи. Телемедицинские системы позволяют назначить лечение, за ходом которого можно проследить удаленно и при необходимости перевести пациентов со сложными клиническими случаями (которые нуждаются в интенсивной терапии или нейрохирургическом вмешательстве) в специализированные инсультные центры. Исследования, проведенные в США, показали экономическую эффективность применения телемедицины в лечении больных с острым инсультом. Применение данного метода ограничивалось необходимостью государственного лицензирования и аттестации врачей. Использование телемедицины на догоспитальном уровне было затруднено в связи с ограниченной доступностью телекоммуникационных технологий в отдаленных районах [111, 156].

К интересным выводам пришли исследователи из японской антарктической научной экспедиции (JARE), которая проводилась на станции Сёва в 15000 км от Японии в период с 1956 по 2003 г. Эвакуация больных была невозможна в течение зимних месяцев. За весь период были проведены в общей сложности 4932 синхронные телемедицинские консультации, 45% консультаций – хирургические или ортопедические случаи, 23% приходились на заболевания внутренних органов, 12% были направлены на решение стоматологических проблем. Таким образом, телемедицина в режиме реального времени оказалась эффективным инструментом в диагностике различных заболеваний [128].

Асинхронные телеконсультации (заочные, off-line) – телемедицинские консультации, при которых осуществляется обмен предварительно записанными данными между двумя или более лицами в разное время, предназначены для оказания плановой медицинской помощи и требуют значительно меньше

аппаратных сетевых ресурсов в сравнении с телеконсультациями в режиме реального времени [20].

Еще одним вариантом применения телемедицинских технологий в телемедицинских сетях является дистанционное образование. На основе созданных телекоммуникационных сетей можно успешно осуществлять: тематические циклы усовершенствования врачей и телелекции, семинары по обмену опытом, доступ к специализированным медицинским базам данных, распространение методических и учебных материалов [38]. Проведение телеконсультаций и телеконференций врачей позволяет повысить эффективность оказания медицинской помощи путем совместного обсуждения конкретных клинических случаев с привлечением высококвалифицированных специалистов в узкой проблемной области, а также будет способствовать повышению квалификации врачей [114].

В зависимости от того, по какой медицинской специальности проводится удаленное медицинское консультирование, выделяют различные направления телемедицины, которые базируются на своих принципах хранения и передачи медицинской информации [88].

Одним из наиболее развитых и востребованных направлений телемедицины является телерадиология, которая позволяет передавать в электронном виде радиологические изображения ультразвуковых, компьютерно-томографических, магнитно-резонансных и других исследований между различными организациями для целей консультации, получения экспертного мнения и клинической оценки [22, 147]. Телерадиология позволяет оптимизировать работу диагностической службы, решая вопрос дефицита врачей-рентгенологов в отдаленных и малонаселенных районах с малым штатом врачебного персонала. Использование телерадиологии дает возможность расширить доступ к информативным высокотехнологичным методам лучевой диагностики для жителей территорий с низкой плотностью населения [64, 139].

В настоящее время активно развивается новое направление телемедицины – теледерматология. Теледерматологические консультации могут проводиться

как в режиме видеоконференции, так и с помощью отсроченных консультаций, когда изображение кожи больного фиксируется медицинской сестрой или врачом общего профиля, а затем передается по компьютерным сетям консультанту-дерматологу вместе с текстовыми данными истории болезни. Теледерматологические консультации в режиме реального времени (с помощью видеоконференций) занимают значительно меньше времени и обходятся дешевле, чем непосредственные визиты к врачу-дерматологу [96, 133, 153].

Телемедицина в системе охраны психического здоровья обозначается термином «телепсихиатрия». Телепсихиатрия была использована в качестве частичного решения проблемы ограничения психиатрических служб для клиник и больниц в отдаленных районах с недостатком психиатров и других специалистов в области охраны психического здоровья. В Соединенных Штатах программа телепсихиатрии «Rodeo Net» (Восточный Орегон) и программа в области телемедицины Медицинского центра Канзасского университета, который имеет психиатрическую направленность, показали экономическую эффективность применения телемедицины в психиатрии [29, 86].

К основным направлениям современной телемедицины можно отнести телеофтальмологию, которая представляет собой сочетание различных телемедицинских процедур (телемедицинский скрининг и мониторинг, телеконсультации, дистанционное обучение), реализуемых с помощью разнообразных телекоммуникационных средств. Основная задача телеофтальмологии заключается в содействии передаче офтальмологических навыков медицинским работникам (врачам общей практики) на местах [118, 141].

Перспективным направлением является телехирургия, которая развивается в направлении проведения хирургических операций, основываясь на использовании дистанционно управляемой робототехники. Данное направление предъявляет высокие требования к качеству и надежности телекоммуникаций [32, 33, 62].

С помощью телемедицинских технологий может быть реализован большой спектр взаимодействия врачей с пациентами:

- консультации больных в целях диагностики, лечения, восстановительной терапии (в том числе на постгоспитальном этапе) или решения вопросов перевода (направления) в другие лечебные учреждения;
- мониторинг и анализ данных функциональных, инструментальных и лабораторных исследований [49];
- теленаставничество при проведении сложных исследований и операций [35];
- предварительный анализ контингентов при планировании работы выездных медицинских бригад для формирования их определенными специалистами (данное направление находится пока в периоде становления);
- медико-генетическое консультирование по прогнозу потомства (при угрозе рождения детей с наследственными заболеваниями) [94, 135];
- обучение и повышение квалификации врачей, включая освоение новых методов диагностики и лечения [34].

Основной задачей всех видов и направлений телемедицины является обеспечение консультаций и постановки правильного диагноза на расстоянии.

1.3 Телемедицина в рентгенологии

Телерадиология, как наиболее перспективная и существенная отрасль не только телемедицины, но медицины в целом, получила широкое распространение во многих странах и в международных организациях.

В США и ряде европейских и азиатских стран возможно отсутствие врача-рентгенолога во время исследования в клинике. После проведения исследования данные передаются через сеть Интернет на компьютер врача, который в данный момент может работать в другой клинике или в домашних условиях. После описания заключение отправляют обратно в клинику [57, 98, 150].

Ограниченный доступ к рентгенологическим услугам в отдаленных регионах с низкой плотностью населения является главным препятствием оказанию медицинской помощи пациентам. Телерадиология позволяет решать

проблему дефицита высококвалифицированных специалистов в области лучевой диагностики в районных и поселковых больницах и расширить возможности постановки правильного диагноза [1, 44, 148].

Одна из особенностей телерадиологии – необходимость передачи больших объемов информации. Для решения этой задачи используют телекоммуникационные сети с наибольшей пропускной способностью. Использование web-технологий предоставляет большие возможности для проведения дистанционных, особенно телерадиологических консультаций в отсроченном режиме. Когда медицинские изображения для удаленных консультаций рентгенологов выкладываются на сайт учреждения, консультант через компьютерную сеть получает к нему доступ, а затем выдает заключение [65, 71, 77].

В настоящее время большинство систем для передачи радиологических изображений используют формат Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM-формат), как основной формат хранения данных после их получения при исследовании [57]. Современные технологии позволяют передавать информацию на любые расстояния очень быстро, без потери данных. При этом врачи лучевой диагностики имеют возможность осуществлять интерпретацию результатов рентгенологических исследований в удаленном режиме [54, 119].

В настоящее время районные больницы все чаще оснащаются новейшими цифровыми рентгеновскими установками, а также компьютерными рентгеновскими томографами. Однако дефицит квалифицированных рентгенологов и невозможность содержать специалистов узкого профиля диктуют необходимость удаленных консультаций. Передача цифровых снимков по информационной сети высококвалифицированному рентгенологу способствует обеспечению более точной постановки диагноза. В настоящее время использование цифровых технологий является решающим фактором повышения эффективности лучевой диагностики [8, 117, 124].

1.4 Оценка эффективности телемедицины

В настоящее время еще остается актуальной проблема оценки эффективности использования телемедицины, ключевым вопросом является создание стандартизированной системы исследования эффективности телемедицинских процедур. Известен ряд научных исследований в области телемедицины, направленных на оценку экономических, технических и организационных аспектов телемедицинской деятельности [18, 27, 52].

Оценка экономической эффективности направлена на выражение финансовой целесообразности использования телемедицинских технологий в условиях различных моделей организации здравоохранения. Экономическая эффективность может определяться через снижение расходов, получение прибыли, окупаемость, рентабельность и целесообразность затрат на телемедицинскую деятельность. Вопросам оценки экономической эффективности применения телемедицины посвящено большое количество научных исследований. По мнению многих авторов, использование телемедицинских технологий в области здравоохранения является экономически выгодным [92, 110, 122]. Техническая эффективность телемедицины основана на определении информативности и эксплуатационного качества различных телемедицинских систем, оценка эффективности проводится по техническим характеристикам и параметрам телемедицинского оборудования. Исследования в этой области направлены на изучение компьютерных сетей и современных технических средств связи. Организационная эффективность телемедицинской деятельности подразумевает определение характеристик ресурсов, которые необходимо задействовать для внедрения новой технологии, выявление возможных рисков и изменений в результате применения телемедицины в учреждениях здравоохранения. Существующий опыт в изучении этого вопроса принадлежит зарубежным исследователям в области организации здравоохранения [79, 102, 106].

А. В. Владзимирский в книге «Оценка эффективности телемедицины» показывает, что эффективность телемедицины может быть выражена в виде

объективных показателей продуктивности использования информационно-коммуникационных инструментов для оказания дистанционной медицинской помощи и услуг, организации здравоохранения. Автор выделяет клинические, неклинические и эксплуатационные методы оценки эффективности телемедицины, которые заключаются в объективизации изменений, наступающих в результате практического использования определенного телемедицинского инструмента.

В качестве клинического метода оценки эффективности предложен метод оценки деятельности медицинской организации, в том числе на основании изучения удельного веса дефектов, выявляемых в процессе экспертных мероприятий [3, 16, 89]. Под дефектом оказания медицинской помощи понимают ненадлежащее осуществление диагностики, лечения пациента, организационных аспектов, приводящее к неблагоприятному исходу медицинского вмешательства [4, 74, 75].

Еще один клинический метод оценки эффективности телемедицины – метод оценки диагностической ценности – предполагает сравнительный анализ качества диагностических решений, принимаемых в различных условиях работы диагностической службы. Изучаемые параметры диагностической ценности содержат показатели информативности диагностических методов, такие как чувствительность, специфичность, точность, предсказательная значимость, площадь под характеристической кривой, конкордантность классификаций.

Неклинические методы оценки эффективности телемедицины позволяют объективизировать экономическую, организационную и техническую целесообразность применения телемедицинских технологий в области здравоохранения. В отдельную группу выделены эксплуатационные методы эффективности телемедицины, направленные на оценку состояния технического качества, функциональности и рациональности самой телемедицинской системы. Предложены различные статистические методики определения качества телемедицины, методы оценки релевантности (соответствия телемедицинских консультаций информационно-медицинским потребностям со стороны заявителя).

Не менее важной задачей остается объективизация процесса использования телемедицины, разработка критериев качества телемедицинских услуг [15, 116].

1.5 Возможности и ограничения телемедицины

Использование информационно-коммуникационных технологий позволяет преодолеть территориальный барьер и расширить доступ к медицинским услугам. Это особенно актуально для жителей территорий с низкой плотностью населения, к которым относятся малые и средние города, а также сельские районы Российской Федерации, в связи с характерной для отдаленных районов низкой доступностью медицинских услуг и нехваткой персонала [105]. Применение телемедицинской технологии повышает доступность высококвалифицированной медицинской помощи пациентам независимо от места их нахождения. Проведение телемедицинских консультаций с привлечением высококвалифицированных специалистов ведущих медицинских центров позволяет качественно реализовать мероприятия по диагностике и лечению пациентов, тем самым решая вопрос дефицита врачей-специалистов в лечебных учреждениях сельской местности [26, 83, 93].

Несмотря на все положительные стороны внедрения телемедицины, существует ряд проблем, которые сдерживают ее развитие. А. И. Бурсов и В. П. Еричев (2011) выделяют следующие вопросы, связанные с юридической ответственностью врача перед пациентом: требуется ли дополнительная сертификация специалистов, этические приемы защиты передаваемой по сетям конфиденциальной информации о пациенте. Необходимо сделать наибольший акцент на качество подготовки и постоянное повышение квалификации врачей [5, 10, 25].

В США до сих пор не решен вопрос, совершенствуют ли телемедицинские технологии способы оказания специализированной помощи или просто технически расширяют доступы к ним. В отличие от большинства технических медицинских достижений, телемедицина не предлагает ничего сверх того, что

может сделать врач на своем рабочем месте, а лишь повышает доступность к медицинской помощи на расстоянии [10, 131, 136]

В. Е. Сеницын (2014), занимаясь реализацией пилотного проекта по созданию системы дистанционной лучевой диагностики, выделил ряд актуальных проблем телерадиологии. Так, возникает необходимость установления видов патологий, для диагностики которых возможно применение метода дистанционного описания рентгенологических снимков [67]. Соответственно, следует определить, в каких случаях данный метод неприемлем, какая патология может быть описана непосредственно в лечебном учреждении, проводящем исследование, и когда необходимо привлекать специалистов из региональных клинических центров [66, 67].

Таким образом, отсутствие законодательных аспектов регулирования телемедицинской деятельности, определенные технические сложности и недостаток финансирования сдерживают развитие телемедицины. И если технические сложности в большинстве своем были преодолены, остаются нерешенными ряд проблем, связанных с различными темпами внедрения и квалификацией врачей в региональных лечебных учреждениях [46, 104, 125].

Резюме

Проведенный обзор литературы о возможностях использования телекоммуникационных технологий в системе здравоохранения, и рентгенологии в частности, позволяет сделать следующие выводы:

1. Термин «телемедицина», введенный 1974 г. объединяет множество телекоммуникационных и информационных методов, применяемых в здравоохранении, а также их разнообразные клинические приложения.

2. Телемедицина может эффективно обеспечивать консультации и медицинскую помощь в отдаленных районах пациентам, для которых своевременность вмешательства является решающим фактором. Применение телемедицины значительно расширяет возможности по реализации прав человека на получение медицинской помощи и снижает затраты на оказание медицинских услуг там, где расстояние является критическим фактором.

3. Телемедицина дает возможность существенного повышения профессионального уровня специалистов за счет интенсивного обмена информацией и оперативного доступа к опыту и знаниям профессионалов. Телемедицинские технологии позволяют врачам практически в любой местной больнице перенимать опыт специалистов ведущих федеральных медицинских центров.

4. Для успешного развития телемедицинских сетей необходимо функционирование системы обеспечения телемедицинской деятельности, включающей нормативно-правовые, экономические, технологические, методологические, организационные аспекты. Передача медицинских данных пациентов и их обсуждение в открытом для всех режиме являются с правовой и биоэтической точки зрения недопустимыми. Введение строгой защиты медицинской информации связано с необходимостью соблюдения биоэтического правила конфиденциальности. Необходимыми условиями также являются разработка, внедрение и соблюдение стандартов получения и предоставления медицинских изображений.

Глава 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Характеристика диагностических исследований на первом этапе

На первом этапе работы в исследование были включены результаты 169 цифровых рентгенологических исследований у 160 пациентов, которые находились на лечении или обследовании в ОГБУЗ «Асиновская РБ». Для обследования пациентов на базе районной больницы использовалось цифровое рентгенологическое оборудование – рентгенодиагностический комплекс «Ренекс-Р-Амико», который обеспечивает получение цифровых рентгеновских изображений с возможностью их визуализации, дальнейшей математической обработки для получения дополнительной диагностической информации, архивации, передачи по компьютерным сетям. Проведена дистанционная экспертная оценка рентгенологических исследований и заключений, выполненных в Асиновской районной больнице.

Асиновский район относится к районам Томской области, удаленность которых от областного центра города Томска составляет более 100 километров. Прикрепленное к лечебно-профилактическому учреждению обслуживаемое население района составляет около 34 тыс. человек. Плотность населения Асиновского района Томской области составляет 5,8 человек на 1 км². Актуальной проблемой для района является низкий уровень доступности высококвалифицированной медицинской помощи населению.

Представлены результаты анализа данных рентгенографии органов грудной клетки, брюшной полости и забрюшинного пространства, костно-суставной системы. В Таблице 1 отражено распределение пациентов по полу и возрасту соответственно изучаемой анатомической области.

Таблица 1 – Характеристика по полу и возрасту пациентов, включенных в исследование на первом этапе работы

Область исследования	Мужчины		Женщины		Всего
	n	средний возраст, лет	n	средний возраст, лет	
Костно-суставной аппарат	23**	31 (25;55)*	49	47 (21;63)	72
Органы грудной клетки	33**	48 (35;63)*	36	50,5 (27,5;75,5)	69
Брюшная полость и забрюшинное пространство	8**	61,5 (57,5;63)*	11	58 (37;67)	19
Всего	64**	47,5 (30;61)*	96	51 (27,5;66,5)	160

Примечание: * – нет статистически значимых различий по возрасту ($p > 0,05$), ** – нет статистически значимых различий по полу ($p > 0,05$)

2.2 Характеристика диагностических исследований на втором этапе

На втором этапе работы проведен анализ цифровых рентгенологических исследований, выполненных в Асиновской РБ и переданных дистанционно посредством Интернета для описания рентгенологам телемедицинской системы в компанию ООО «Аб Ово Мед». Анализировались исследования, полученные за период продолжительностью один месяц, всего 332 исследования у 131 мужчины, 201 женщины. Проведена оценка 266 рентгенологических исследований костно-суставной системы, 58 – органов грудной клетки, 8 – органов брюшной полости и забрюшинного пространства.

Средний возраст мужчин составил 34 (16; 53) года, женщин – 55 (37; 63) года.

Распределение пациентов по полу и возрасту соответственно изучаемой локализации представлено в Таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика по полу и возрасту пациентов, включенных в исследование на втором этапе работы

Область исследования	Мужчины		Женщины		Всего
	n	средний возраст, лет	n	средний возраст, лет	
Костно-суставной аппарат	98**	32 (5; 80)*	168	54(1; 84)	266
Органы грудной клетки	28**	35,5 (8,5; 60,5)*	30	60,5 (50; 66)	58
Брюшная полость и забрюшинное пространство	5**	37 (33; 79)*	3	70 (27; 90)	8
Всего	131**	34 (16; 53)*	201	55 (37; 63)	332

Примечание: * – нет статистически значимых различий по возрасту ($p > 0,05$), ** – нет статистически значимых различий по полу ($p > 0,05$)

Все рентгенологические исследования, полученные на первом и на втором этапах исследования, были повторно проанализированы двумя экспертами с применением удаленного доступа. Заключение рентгенологов районной больницы и дистанционные заключения врачей-рентгенологов сопоставлялись с заключениями экспертов. Анализ точности рентгенологических заключений включал количественную оценку распределения пациентов в зависимости от наличия у них рентгенологических синдромов заболевания по результатам экспертной оценки. Экспертами выступили опытные врачи-рентгенологи ведущих медицинских учреждений г. Томска, кандидаты и доктора медицинских наук, имеющие высшую квалификационную категорию, опыт практической деятельности более 10 лет, анализирующие не менее 15 тыс. рентгенограмм в год. В работе использовали метод коллективной экспертной оценки, основанный на получении обобщенной оценки экспертов.

2.3 Характеристика диагностических исследований на третьем этапе

На третьем этапе в исследуемую группу было включено 249 телемедицинских консультаций, выполненных кабинетом телемедицины и дистанционного консультирования клиник ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России. Из них 216 (86,7%) консультаций были проведены без использования визуальных изображений лучевой диагностики и 33 (13,3%) консультации – с использованием медицинских изображений лучевой диагностики. Для клинического анализа эффективности телемедицинских технологий проведено сравнение предоставленного для консультирования материала без визуальной графической информации и данных с использованием цифровых диагностических изображений. Для телемедицинских консультаций, выполненных кабинетом телемедицины и дистанционного консультирования клиник ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России, консультантами были руководители профильных клиник, отделений, сотрудники вуза (в том числе профессора), врачи высшей категории.

2.4 Средства научного исследования

Для дистанционного анализа снимков экспертами и врачами-рентгенологами телемедицинской системы использовался облачный сервис удаленных консультаций, который позволяет осуществлять доступ к архиву рентгенологических исследований с любого устройства по сети Интернет через сайт сервиса ttd.abovomed.com. Сайт принадлежит компании «Аб Ово Мед», которая оказывает амбулаторно-поликлиническую помощь жителям г. Томска и Томской области. Специалисты имели возможность просматривать DICOM-изображения непосредственно через веб-интерфейс, без установки дополнительного программного обеспечения осуществлять анализ рентгенологических исследований и формировать описания и заключения. Пример просмотра диагностического изображения при проведении телерадиологической консультации представлен на Рисунке 2.



Рисунок 2 – Просмотр рентгенограммы органов грудной клетки в ходе телерадиологической консультации

Для удобства анализа рентгенограмм сетевой интерфейс содержит инструменты манипуляции с изображениями (яркость, контраст, инверсия цвета, масштабирование) и измерения различных элементов изображения (линейка, измеритель углов, измеритель объема).

2.5 Статистическая обработка результатов

Статистическую обработку материала и анализ данных проводили с помощью программы Statistica 10.0 for Windows и «Статистического пакета для социальных наук» Statistical Package for Social Science (SPSS). Для описания количественных признаков использовались как параметрические, так и непараметрические статистики: средние значения M , стандартные отклонения σ , медианы Me и межквартильный интервал ($Q_{25\%}$; $Q_{75\%}$). Перед использованием методов описательной статистики определяли тип распределения количественных признаков с использованием критериев Шапиро-Уилка и Колмогорова-Смирнова. В случае отсутствия нормального закона распределения для сравнения средних значений показателей использовали непараметрические

критерии Крускала-Уоллиса и критерий Манна-Уитни. При сравнении качественных показателей использовали непараметрический критерий хи-квадрат Пирсона. Для оценки корреляционной связи между показателями использовали коэффициент конкордации (согласованности) Кендалла. Диагностическую эффективность дистанционного описания рентгенологических снимков оценивали с помощью показателей чувствительности и специфичности диагностики, анализа характеристической кривой. Разницу значений считали статистически значимой при уровне $p < 0,05$.

Глава 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Экспертная оценка качества описания рентгенологических исследований районным специалистом

Оценка качества описания рентгенологических исследований врачом-рентгенологом районной больницы непосредственно на своем рабочем месте проведена путем анализа частоты совпадений и расхождений диагностических заключений при описании рентгенологических снимков врачом на месте и экспертами удаленно.

Определение эффективности рентгенологических исследований было выполнено путем количественной оценки распределения пациентов в зависимости от наличия у них заболевания по результатам экспертной оценки, согласно следующим категориям:

- 1) отсутствие рентгенологических синдромов патологии (совпадение заключения врача районной больницы и экспертов об отсутствии патологических изменений);
- 2) наличие рентгенологических синдромов патологии (совпадение заключения врача районной больницы и экспертов о наличии патологических изменений);
- 3) вероятное отсутствие патологии, по мнению экспертов (заключение врача районной больницы о наличии рентгенологических синдромов патологии и заключение экспертов об отсутствии синдромов патологии);
- 4) вероятное наличие патологии, по мнению экспертов (заключение врача районной больницы об отсутствии рентгенологических синдромов патологии и заключение экспертов о наличии патологических синдромов).

Распределение рентгенологических исследований в категориях диагностических решений представлено в Таблице 3.

Таблица 3 – Распределение исследований в категориях диагностических решений

Категории диагностических решений				
Результаты	I	II	III	IV
	Отсутствие патологических синдромов, истинно отрицательные случаи	Наличие синдромов патологии, истинно положительные случаи	Вероятное отсутствие синдромов патологии, по мнению экспертов, ложноположительные случаи	Вероятное наличие синдромов патологии, по мнению экспертов, ложноотрицательные примеры
	n = 45*	n = 68*	n = 8	n = 48

Примечание: * – различия по категориям решений статистически значимы ($p < 0,05$).

В I категорию были включены все исследования, по которым заключения экспертов и заключение врача районной больницы совпали в отношении отсутствия патологического субстрата на снимке (45 случаев; 26,6%). В категорию II вошли случаи совпадения заключений по наличию синдромов патологии на снимке (68 случаев; 40,3%). Категория III включала случаи расхождения диагнозов, когда врач районной больницы устанавливает наличие патологических признаков на снимке, а экспертами данная рентгенологическая картина расценивается как нормальная (8 случаев; 4,7%). Категория IV содержала случаи расхождения диагнозов, когда врач районной больницы не обнаружил патологических изменений и синдромов, а экспертами были выявлены рентгенологические признаки патологии (48 случаев; 28,4%).

В Таблице 4 показано соотношение классификаций диагностических заключений рентгенолога районной больницы и экспертов.

По данным Таблицы 4 определено значение коэффициента согласованности Cohen kappa. Значение kappa составляет $k = 0,36$, $p = 0,001$. В соответствии со шкалой Landis и Koch, полученное значение интерпретируется как удовлетворительная степень согласованности, свидетельствует о том, что

достаточно часто заключения экспертов не совпадали с заключениями врача-рентгенолога районной больницы.

Таблица 4 – Соотношение классификаций рентгенолога районной больницы и экспертов

Заключение специалистов ОГБУЗ «Асиновская РБ»	Заключение экспертов		
	Наличие синдромов патологии	Отсутствие синдромов патологии	Всего
Наличие синдромов патологии	68	8	76
Отсутствие синдромов патологии	48	45	93
Всего	116	53	169

В результате проведенного исследования было выявлено, что совпадения диагнозов (113 случаев, 66,9%) преобладали над расхождениями (56 случаев, 33,1%). Вместе с тем, уровень показателя конкордации ($k = 0,36$, $p = 0,001$) указывает на то, что несовпадения заключений встречаются достаточно часто. Данный факт свидетельствует о том, что эксперты нередко пересматривают описания рентгенологических снимков, выполненных в районной больнице, в результате чего корректируются ошибки диагностического процесса.

На Рисунке 3 приведена характеристическая кривая (ROC-кривая) метода диагностики при использовании инструмента телемедицинского контроля качества описания рентгенологических снимков районным специалистом.

Установлено, что для описания рентгенологических снимков районным специалистом чувствительность метода составляет 58,6%, специфичность – 84,9%. Значение чувствительности в данном исследовании (чувствительность – 58,6%) говорит о том, что вероятность определения правильного диагноза при описании рентгенологических снимков районным специалистом выше среднего значения и составляет около 60%. Полученное значение специфичности метода

(специфичность – 84,9%) свидетельствует о том, что вероятность правильного толкования врачом районной больницы рентгенологической картины при отсутствии патологических изменений на снимке высока и составляет практически 85%.

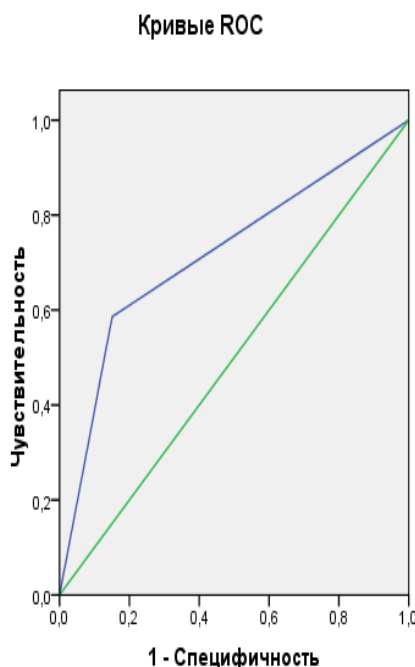


Рисунок 3 – ROC-кривая диагностики при оценке качества описания рентгенологических исследований районным специалистом

Площадь под характеристической кривой (area under the ROC curve – AUC) составляет 0,718, значения 95%-го доверительного интервала (ДИ) 0,637–0,798 при стандартной ошибке 0,041 и $p = 0,0001$.

По Таблице 5 определены меры риска и отношение шансов наступления неблагоприятного события, пропуск патологии.

Таблица 5 – Сопряженность заключений специалистов

Специалист	Rn-признаки патологии	
	Наличие	Отсутствие
Эксперт	48	8
Врач-рентгенолог РБ	68	45
Всего	116	53

Получены следующие значения: отношение шансов $OR = 3,971$, значение 95%-го ДИ в пределах 1,718–9,178. Полученные значения свидетельствуют о том, что риск пропуска патологии для врача-рентгенолога районной больницы статистически значимо выше (в 3,97 раза), чем для экспертов.

Осуществлен анализ результатов рентгенологических исследований соответственно изучаемой анатомической области. Установлены основные виды патологий в зависимости от исследуемой анатомической локализации.

3.2 Оценка качества рентгенологических исследований органов грудной клетки

Выполнен анализ частоты и характера расхождений в диагностических решениях при исследовании рентгеновских снимков органов грудной клетки. Изучены протоколы заключений и рентгенограммы органов грудной клетки 69 пациентов. Для объективизации совпадений диагнозов использовали классификацию по категориям синдромного подхода. Распределение диагностических заключений, исследований органов грудной клетки, между категориями решений представлено в Таблице 6.

Таблица 6 – Распределение исследований органов грудной клетки по категориям

Категории решений		n	%
I	Отсутствие рентгенологических синдромов патологии	18	26,1
II	Наличие рентгенологических синдромов патологии	28	40,6
III	Вероятное отсутствие патологии, по мнению экспертов	4	5,8
IV	Вероятное наличие патологии, по мнению экспертов	19	27,5

В результате проведенного исследования было обнаружено, что совпадения заключений рентгенологов районной больницы и экспертов (46 случаев; 66,7%) преобладали над расхождениями (23 случая; 33,3%). Результаты анализа согласованности заключений районного врача и экспертов показали

удовлетворительный уровень согласия ($k = 0,35$; $p = 0,001$). Данное обстоятельство свидетельствует о том, что в процессе дистанционного описания рентгенологических снимков заключения экспертов достаточно часто расходятся с заключениями районного врача-рентгенолога.

Установлены основные виды патологических изменений органов грудной клетки в категориях диагностических заключений (Рисунок 4).

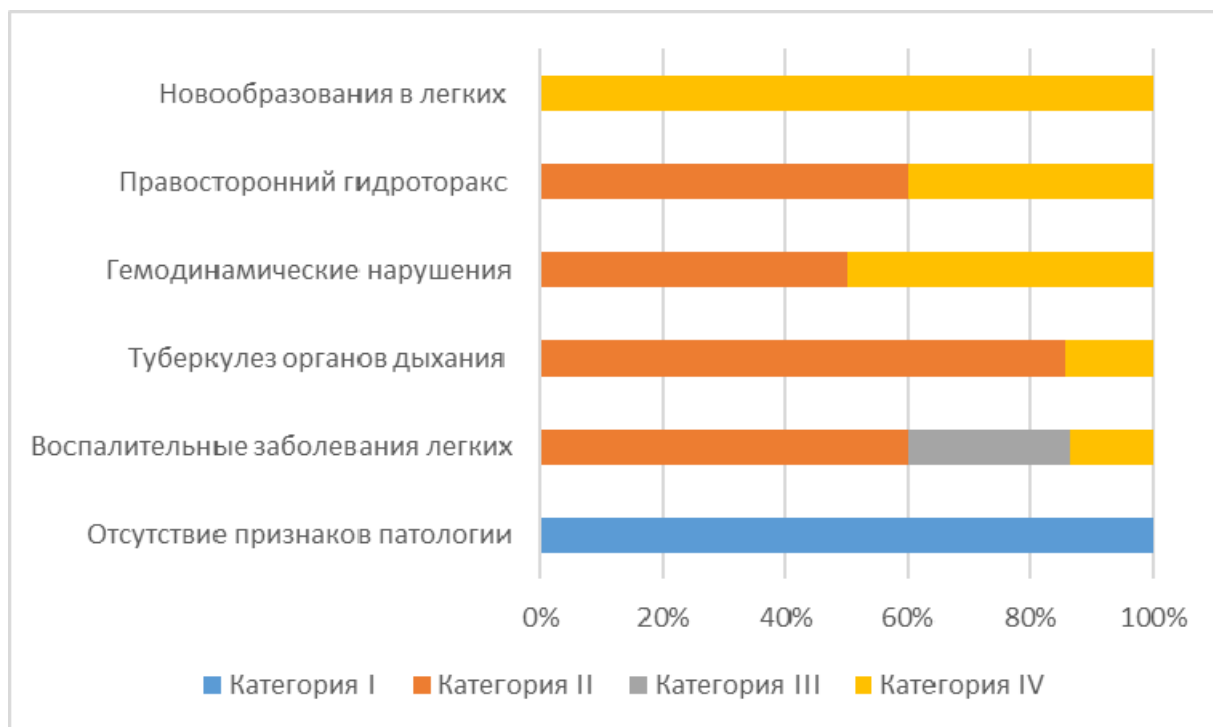


Рисунок 4 – Распределение основных видов патологии легких по категориям

Основная доля совпадений заключений в категории II была представлена воспалительными заболеваниями легких и плевры (15 случаев), включая туберкулез органов дыхания (6 случаев). Все выявленные пневмонии (7) представляли собой плевропневмонии (5) и очаговые пневмонии (2) с поражением верхней (2), средней (3) и нижней (2) доли. Туберкулез органов дыхания был представлен на рентгенограммах распространенной (2 случая) и субтотальной (4 случая) диссеминацией. Рентгенологические признаки хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) в виде эмфиземы легких, перибронхиального и периваскулярного фиброза имели место в двух наблюдениях.

Второй по частоте совпадений заключений патологией было нарушение гемодинамики (10 случаев). Высокая степень гемодинамических нарушений – легочная венозная гипертензия 3–4-й степени (ЛВГ 3–4 ст.) встречалась в 8 случаях, легочная венозная гипертензия 2-й степени (ЛВГ 2 ст.) – в 2 наблюдениях.

Гидроторакс, диагностированный в 3 наблюдениях, характеризовался достаточно большим количеством жидкости, которая выходила за пределы синуса и локализовалась на уровне передних отрезков 3–4-го ребер.

Согласно III категории, зарегистрированы расхождения интерпретации теневой картины воспалительных заболеваний легких, включая признаки бронхита ($n = 2$) и рассасывание инфильтрации после перенесенной пневмонии ($n = 2$). Данный результат может быть обусловлен тем, что рентгенологические признаки бронхита в виде утолщения стенок крупных бронхов, перибронхиальных муфт можно заподозрить только с учетом клинических проявлений и анамнеза пациента, так как на рентгеновском снимке бронхит не имеет прямых, специфических признаков. Стадия разрешения пневмонии на рентгенограмме в виде деформации легочного рисунка, фибринозных наслоений может быть установлена исключительно при динамическом наблюдении за пациентом с учетом предыдущих исследований.

Большую часть расхождений об отсутствии патологии в категории IV составили начальные признаки гемодинамических нарушений (8 случаев), легочная венозная гипертензия 1-й степени (ЛВГ 1 ст.) в виде инверсии легочного кровотока, увеличения калибра и количества сосудов в ортогональной проекции в прикорневых зонах. В двух наблюдениях экспертами было высказано предположение о возможности тромбоэмболии мелких ветвей легочной артерии на основании изменения диаметра сосудов в корнях легких и наличия дисковидных ателектазов. Рентгенологические признаки новообразований органов грудной клетки были выявлены экспертами в 4 случаях, из которых в 2 наблюдениях визуализировалось расширение тени переднего средостения, что может быть обусловлено наличием объемного образований в средостении.

Нарушения бронхиальной проходимости в виде гиповентиляции сегмента легкого, компенсаторной эмфиземы, лимфаденопатии корней легких были выявлены в двух наблюдениях, что может свидетельствовать о наличии центрального рака легкого. Воспалительные заболевания легких были представлены очаговой пневмонией (2 случая) и инфильтративным туберкулезом (1 случай). Небольшое количество жидкости в плевральной полости было выявлено экспертами в 2 наблюдениях.

3.3 Оценка качества рентгенологических исследований костно-суставной системы

Проведена оценка качества результатов рентгенологических исследований костно-суставного аппарата 72 пациентов (76 исследований). Соответственно изучаемой анатомической области, рентгенологические исследования костей скелета включали рентгенограммы аксиального (29 случаев; 38,2%) и периферического (47 случаев; 61,8%) скелета. В свою очередь аксиальный скелет был представлен скелетом головы (17 случаев; 22,4%) и позвоночного столба (12 случаев; 15,8%). Периферический скелет включал скелет верхних (плечевой пояс, скелет свободных верхних конечностей) (21 случай; 27,6%) и нижних (тазовый пояс, скелет свободных нижних конечностей) конечностей (26 случаев; 34,2%). На Рисунке 5 представлено распределение исследований костно-суставной системы в зависимости от локализации.

Среди всех исследований костно-суставной системы преобладали дегенеративно-дистрофические заболевания (24 случая), существенную часть представляли заключения об отсутствии рентгенологических синдромов патологии костно-суставной системы (16 случаев). В меньшем количестве были представлены костно-травматические изменения (15) и изменения воспалительного характера (13), редко встречались аномалии развития (6 случаев) и опухолевые поражения костей скелета (2 наблюдения).

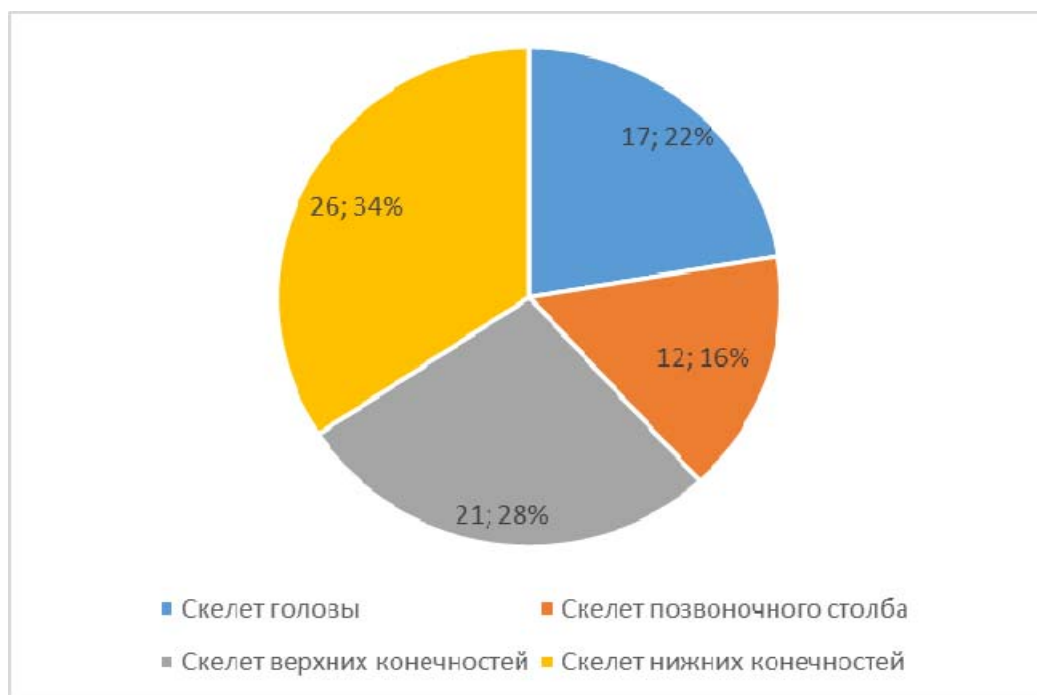


Рисунок 5 – Распределение исследований костно-суставного аппарата по локализации

В ходе экспертного исследования получено распределение наиболее частых видов патологических изменений костно-суставной системы в зависимости от локализации (Рисунок 6).

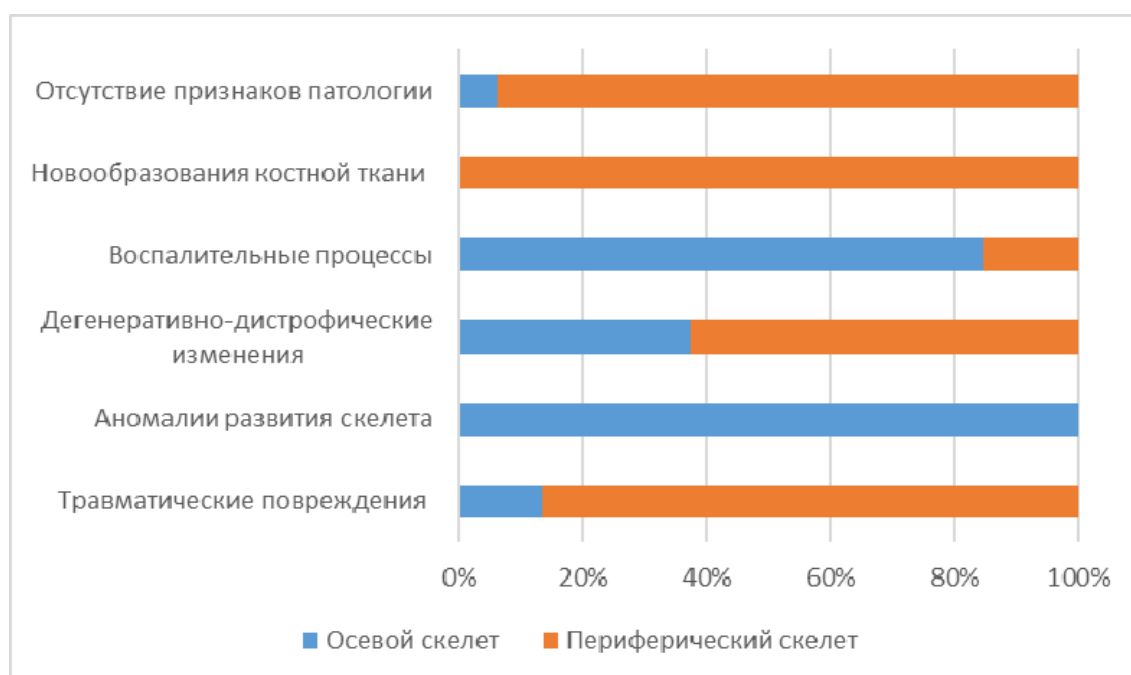


Рисунок 6 – Распределение диагностических заключений в зависимости от локализации

Первое место среди патологий осевого скелета занимают воспалительные заболевания челюстно-лицевой области (11 случаев), на втором месте – дегенеративно-дистрофические изменения позвоночного столба (9), на третьем – аномалии развития осевого скелета (6), редко – костно-травматическая патология (2 случая). Среди патологий периферического скелета преобладали дегенеративно-дистрофические заболевания суставов (15 наблюдений), травматические изменения заняли второе место по частоте встречаемости патологии костно-суставной системы (13), воспалительные изменения и опухоли костей периферического скелета расположились на третьем месте (2 случая).

Распределение исследований костно-суставной системы в категориях диагностических решений представлено в Таблице 7.

Таблица 7 – Распределение исследований костно-суставного аппарата в категориях решений

Категории решений		n	%
I	Отсутствие рентгенологических синдромов патологии	16	21,1
II	Наличие рентгенологических синдромов патологии	35	46,1
III	Вероятное отсутствие патологии, по мнению экспертов	3	3,9
IV	Вероятное наличие патологии, по мнению экспертов	22	28,9

По данным Таблицы 7 определено значение коэффициента согласованности Cohen карра. Значение карра составило 0,56, $p = 0,001$. Данное значение интерпретируется как умеренное согласие (среднее) и свидетельствует о том, что достаточно часто заключения экспертов не совпадали с заключениями врача-рентгенолога районной больницы.

По результатам проведенного исследования рентгенологических снимков костно-суставной системы представлено распределение основных заболеваний костной ткани в категориях диагностических решений (Рисунок 7).

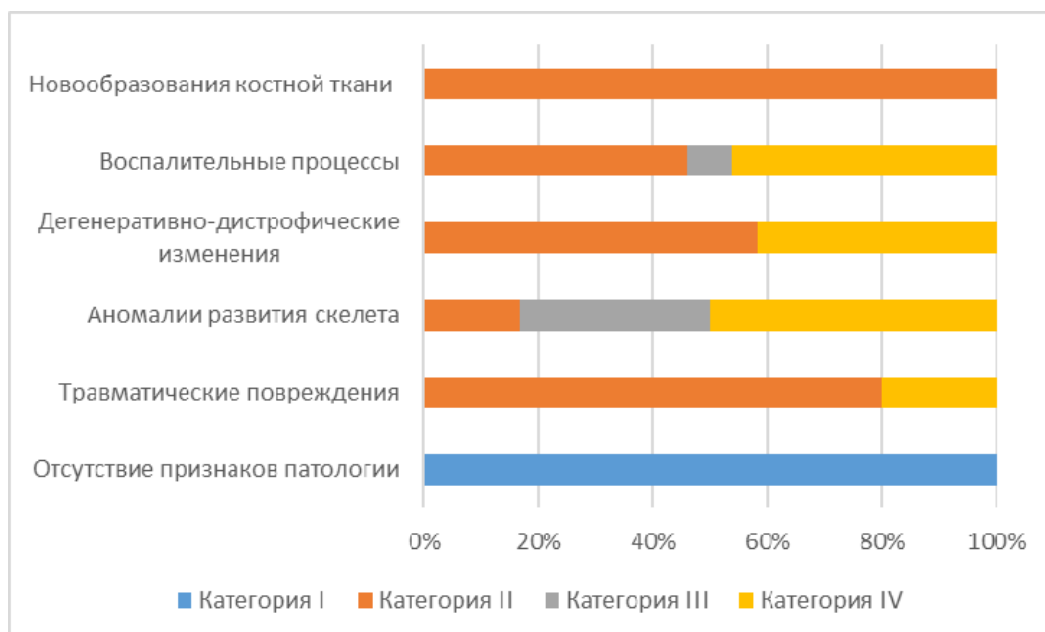


Рисунок 7 – Распределение патологических состояний скелета по категориям

Детальный анализ основных патологических изменений в категории II показал, что совпадения заключений в отношении периферического скелета верхних конечностей в большинстве случаев ($n = 4$) представлены простыми переломами с небольшим диастазом отломков. На втором месте совпадения о наличии 3-й стадии остеоартроза суставов кистей (2 случая). Единичные случаи составили заключения следующего характера: подозрение на наличие деструкции костной ткани (1), косная киста (1), подвывих головки левой плечевой кости (1) и гематома мягких тканей (1).

Среди исследований скелета нижних конечностей чаще встречались диагностические заключения о начальной стадии остеоартроза 1-й и 2-й степени (5 случаев), в меньшем количестве – о наличии переломов (4). В одном случае имело место совпадение заключений о наличии продольного плоскостопия.

В отношении осевого скелета, патологический субстрат на снимках скелета головы чаще был обусловлен такими видами патологии, как двусторонний гайморит (4 случая), сложный перелом нижней челюсти (2), гипертрофия глоточной миндалины 1-й степени (1 случай). Совпадения по снимкам костей скелета позвоночного столба составили заключения об остеохондрозе грудного или поясничного отделов позвоночника 2–3-го периода

(6 случаев), сколиоз грудного отдела позвоночника 2-й степени (1), неполная аномалия Киммерле (1 случай).

В категории III (отсутствие патологии, по мнению экспертов) периферический скелет нижних конечностей представлен диагнозами следующего характера: наружный подвывих стопы (1 случай), подозрение на наличие литической деструкции правой лонной кости (1 случай). В отношении аксиального скелета головы, по мнению врача районной больницы, было выявлено неполное обызвествление атлanto-окципитальной связки (1 случай).

В категории IV (расхождения заключений о наличии патологии, по мнению экспертов) при рентгенографии костей черепа чаще встречались синдромы следующих патологических процессов: полисинуситы (6 случаев), аплазия лобной пазухи (2), гипертрофия глоточной миндалины 3-й степени (1 случай). Скелет нижних конечностей представлен наличием на рентгенограммах признаков остеоартроза коленных, голеностопных суставов 1-й стадии (4 случая), пяточной шпоры (2). Экспертами были установлены: асептический некроз головок бедренных костей (1 случай), вторичный остеоартроз 4-й стадии (1), консолидированный перелом нижней трети левой бедренной кости, остеоартроз коленных суставов 3–4-й стадии (1), множественные переломы костей стопы (1 случай). На основании анализа рентгенограмм поясничного и грудного отделов позвоночника выявлен остеохондроз 3–4-го периода (3 случая). Рентгенограммы скелета верхних конечностей содержат один случай расхождения заключений о наличии перелома головки лучевой кости без смещения.

3.4 Оценка качества рентгенологических исследований органов брюшной полости и забрюшинного пространства

Проведен анализ рентгенологических исследований органов брюшной полости и забрюшинного пространства 19 пациентов (24 исследования), среди которых обзорные рентгенограммы брюшной полости и забрюшинного пространства представлены в 3 исследованиях, обзорная урография – в 2, экскреторная урография – в 5, рентгеноскопия пищевода, желудка,

двенадцатиперстной кишки (ДПК) – в 4, пассаж бариевой взвеси по толстому и тонкому кишечнику – в 3, ирригоскопия – в 7 исследованиях. Распределение анализируемого материала по видам рентгенологических исследований представлено на Рисунке 8.

Распределение рентгенологических исследований органов брюшной полости и забрюшинного пространства по категориям диагностических решений представлено в Таблице 8.

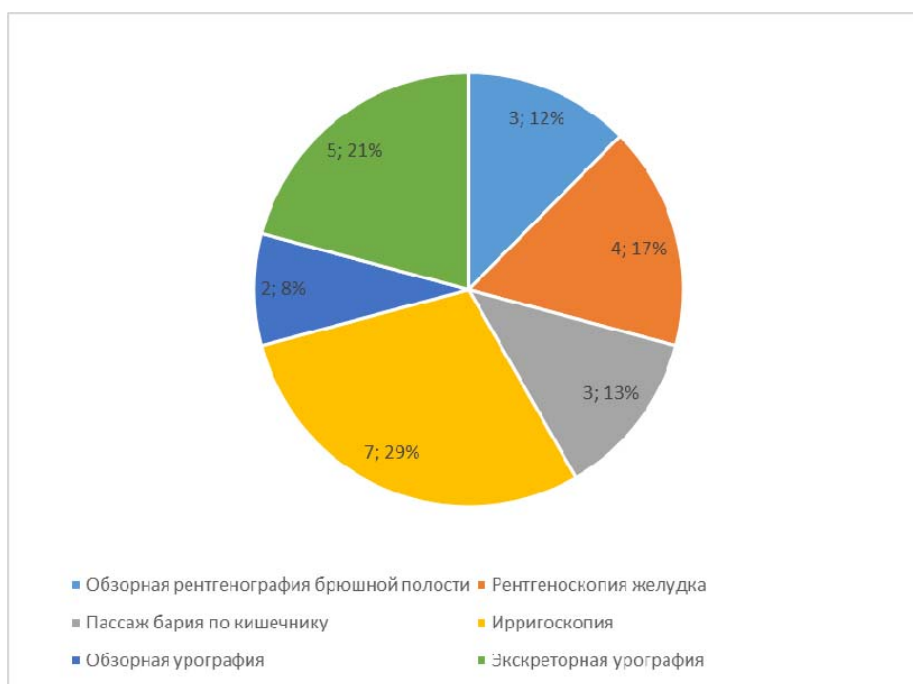


Рисунок 8 – Распределение исследований органов брюшной полости и забрюшинного пространства

Таблица 8 – Распределение исследований органов брюшной полости и забрюшинного пространства по категориям решений

Категории решений		n	%
I	Отсутствие рентгенологических синдромов патологии	11	45,8
II	Наличие рентгенологических синдромов патологии	5	20,8
III	Вероятное отсутствие патологии, по мнению экспертов	1	4,2
IV	Вероятное наличие патологии, по мнению экспертов	7	29,2

Анализ согласованности заключений показал средний (ближе к низкому) уровень согласия ($k = 0,21$; $p = 0,001$), заключения врача-рентгенолога районной больницы и экспертов часто расходятся.

Проведен анализ основных видов патологических изменений органов брюшной полости и забрюшинного пространства в категориях диагностических заключений (Рисунок 9).

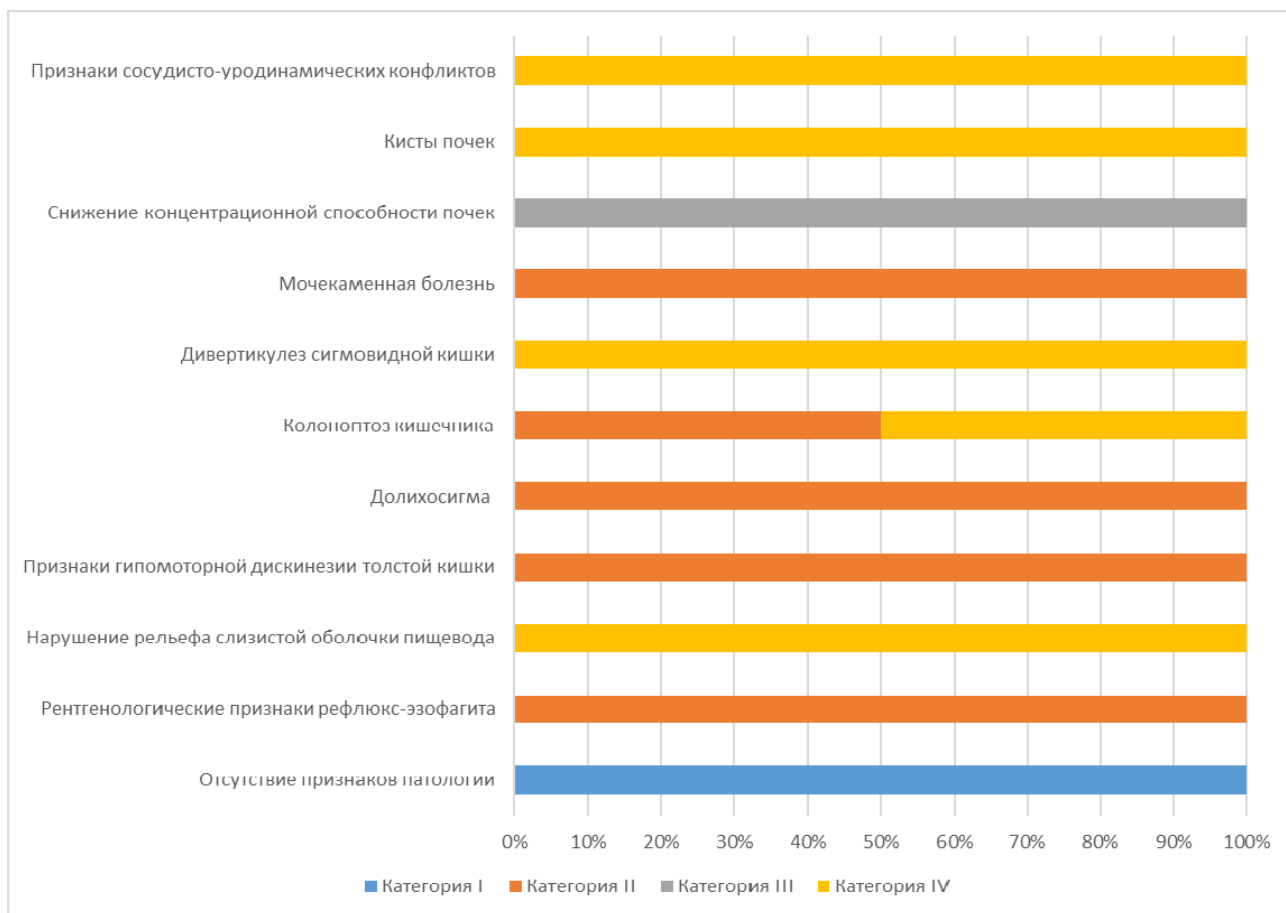


Рисунок 9 – Распределение патологических изменений органов брюшной полости и забрюшинного пространства по категориям

Категорию I (совпадения заключений об отсутствии рентгенологических синдромов патологии) составили 11 случаев (45,8%). Заключения врачей-рентгенологов совпали относительно отсутствия патологических изменений в структуре толстой кишки при описании рентгенологического исследования с ретроградным введением контрастного препарата (ирригоскопии) (4 случая). На обзорных рентгенограммах органов брюшной полости и забрюшинного пространства (3 случая) установлены совпадения заключений об отсутствии

рентгенологических признаков кишечной непроходимости, перфорации полого органа. Совпадения по результатам рентгенологического исследования желудка наблюдались в 2 случаях, получены отрицательные заключения об отсутствии на снимках рентгенологических синдромов заболеваний органов пищеварения. При исследовании пассажа бариевой взвеси по петлям кишечника (1 случай) заключения специалистов совпали относительно отсутствия нарушений двигательной функции кишечника. По данным экскреторной урографии (1 случай) мнения экспертов и районного рентгенолога совпали о том, что по ходу мочевых путей контрастных конкрементов не определяется.

В категории II (совпадения о наличии рентгенологических синдромов патологии) по данным рентгенологического исследования пищевода, желудка, ДПК с бариевой взвесью, заключение экспертов совпало с заключением врача районной больницы о наличии рентгенологических признаков рефлюкс-эзофagита (1 случай). По данным рентгенологического исследования толстой кишки, и экспертами, и районным врачом были установлены признаки опущения правых отделов толстого кишечника, колоноптоз (1 случай), патологическое удлинение сигмовидной кишки, долихосигма (1 случай). На серии обзорных рентгенограмм органов брюшной полости с пассажем бариевого контраста по кишечнику установлено совпадение заключений в отношении гипомоторной функции толстого кишечника, пассаж по толстой кишке замедлен (1 случай). По данным экскреторной урографии заключения врачей совпали в отношении мочекаменной болезни (1 случай), выявлены конкременты верхней группы чашечек, нижней трети мочеточника правой почки.

Категория III (гипердиагностика) представлена одним случаем расхождения при исследовании экскреторной функции почек. Экспертами было рекомендовано дифференцировать снижение концентрационной способности почек или плохое качество контраста, тогда как врач районной больницы отметил выраженное снижение выделительной функции почек с обеих сторон. В некоторых случаях при выполнении внутривенной урографии не удается достичь желаемой контрастности рентгеновских снимков, что может зависеть не только

от патологических процессов, нарушающих почечную функцию, но и от технических погрешностей, например, недостаточного количества введенного контрастного вещества или низкого качества контрастного препарата.

В категории IV (гиподиагностика) экспертами по данным экскреторной урографии было заподозрено наличие кистозного заболевания почек (2 случая), уретеровазальный конфликт (1 случай), в одном случае по данным обзорной урографии экспертами было отмечено наличие аномалии развития позвоночника – незаращение дужек позвонков (*spina bifida*). Такая форма патологии у части пациентов может давать болевой синдром в поясничной области, который необходимо дифференцировать от болей дистрофического, воспалительного или неопластического происхождения. По рентгенологическим методам обследования кишечника экспертами установлены одиночные мелкие дивертикулы сигмовидной кишки (1 случай), частичный птоз поперечной ободочной кишки (1 случай). На серии рентгенограмм желудка, пищевода и ДПК экспертами было выявлено нарушение рельефа слизистой оболочки нижней трети пищевода, что является характерным рентгенологическим признаком опухоли пищевода.

3.5 Экспертная оценка качества описания рентгенологических исследований врачом-рентгенологом телемедицинской системы

Оценка качества описания рентгенологических исследований врачом-рентгенологом телемедицинской системы выполнена с помощью анализа частоты совпадений и расхождений телемедицинских рентгенологических заключений с заключениями экспертов. Для объективизации совпадений диагнозов использовали классификацию согласно категориям (Таблица 9).

В I категорию включено 101 исследование, в том числе 59 исследований костно-суставной системы, 38 – органов дыхания, 4 исследования органов брюшной полости и забрюшинного пространства.

В категорию II вошли 200 исследований, из которых исследования костно-суставной системы составили 189 случаев, рентгенография органов

грудной полости – 10 исследований и одно исследование органов брюшной полости.

К категории III отнесены 10 рентгенологических исследований, согласно анатомической локализации 7 исследований костно-суставного аппарата и 3 – органов дыхания.

Категорию IV составили данные 21 рентгенологического исследования, 11 из которых – исследования костно-суставного аппарата, 7 – органов грудной полости и 3 – органов брюшной полости и забрюшинного пространства.

Таблица 9 – Распределение исследований в категориях диагностических решений, Абс. (%)

Категории диагностических решений				
Пояснение	I	II	III	IV
	Отсутствие рентгенологических синдромов патологии	Наличие рентгенологических синдромов патологии	Вероятное отсутствие патологии, по мнению экспертов	Вероятное наличие патологии, по мнению экспертов
Результаты	Костно-суставной аппарат			
	59 (17,8%) *	189 (56,9%) *	7 (2,1%)	11 (3,3%)
	Органы грудной клетки			
	38 (11,4%) *	10 (3,0%) *	3 (0,9%)	7 (2,1%)
	Брюшная полость и забрюшинное пространство			
	4 (1,2%) *	1 (0,4%) *	0	3 (0,9%)
Всего	101 (30,4%) *	200 (60,3%) *	10 (3,0%)	21 (6,3%)

Примечание: * – различия по категориям решений статистически значимы ($p < 0,05$).

Установлено, что совпадений в заключениях специалистов согласно категорий I и II больше (301; 90,7%) чем расхождений в категориях III и IV (30; 9,3%). В Таблице 10 приведено соотношение классификаций диагностических

заклучений специалистов компании «Ab Ovo Med» и экспертов, по данным которой определено значение согласованности между исследователями.

Таблица 10 – Соотношение классификаций специалистов компании «Ab Ovo Med» и экспертов

Специалист, наличие патологии		Заклучение экспертов		
		Наличие патологии	Отсутствие патологии	Всего
Заклучение специалистов «Ab Ovo Med»	Наличие патологии	200	10	210
	Отсутствие патологии	21	101	122
Всего		221	111	332

Показатель степени согласованности ($k = 0,78$, $p = 0,001$) при проведении экспертной оценки телемедицинской интерпретации рентгенологических снимков указывает на хорошее согласие мнений исследователей. Проведенный нами анализ показал наибольшую согласованность при интерпретации исследований костно-суставной системы, для которых установлена хорошая степень согласия ($k = 0,80$; $p = 0,001$). Кроме того, была отмечена умеренная степень согласованности для исследований органов грудной клетки ($k = 0,55$; $p = 0,001$), при интерпретации рентгенологических исследований органов брюшной полости и забрюшинного пространства получена удовлетворительная степень согласованности ($k = 0,25$, $p = 0,001$).

Показана характеристическая кривая (ROC-кривая) телемедицинской технологии дистанционного описания рентгенограмм (Рисунок 10).

Установлено, что для телемедицинских консультаций рентгенологических изображений чувствительность метода составляет 90,5%, специфичность – 91%. Данные значения свидетельствуют о том, что вероятность определения врачом телемедицинской диагностики правильного диагноза весьма высока. Показатель AUC составляет 0,907, значения 95%-го ДИ – 0,869–0,946 при стандартной

ошибке 0,019 и $p = 0,001$, что позволяет говорить о высоком качестве метода телемедицинской диагностики.

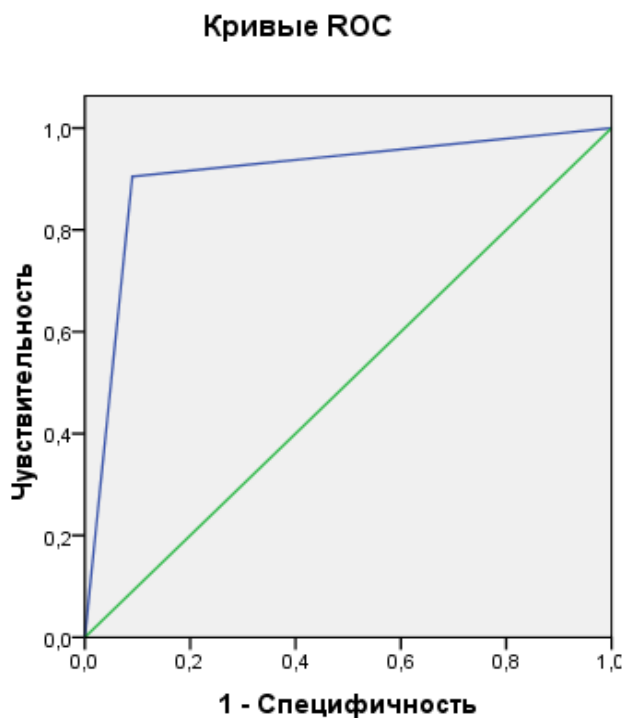


Рисунок 10 – ROC-кривая диагностики для телемедицинской технологии дистанционного описания рентгенограмм

Определены меры риска и отношение шансов наступления неблагоприятного события, пропуск патологии, с использованием таблицы сопряженности (Таблица 11).

Таблица 11 – Сопряженность заключений специалистов

Специалист	Rn-признаки патологии	
	Наличие	Отсутствие
Эксперт	21	10
Врач телемедицины	200	101
Всего	221	111

Получены следующие значения: отношение шансов $OR = 1,061$, значение 95%-го ДИ 0,481–2,337. Полученные значения свидетельствуют о том, что риск

пропуска патологии для врача телемедицинской диагностики в 1,061 раза выше, чем для экспертов. Оценка статистической значимости отношения шансов исходя из значений 95%-го ДИ (0,481–2,337) позволяет сделать вывод об отсутствии статистической значимости частоты случаев выявления рентгеновской симптоматики заболеваний между специалистами.

3.6 Оценка качества рентгенологических исследований органов грудной клетки с использованием телерадиологии

Проведен анализ рентгенологических исследований органов грудной клетки, установлены частота и характер расхождений в диагностических решениях врачей-рентгенологов телемедицинской службы и экспертов. Распределение диагностических заключений при исследовании органов грудной клетки по категориям решений представлено в Таблице 12.

Таблица 12 – Распределение между категориями диагностических решений исследований органов грудной клетки с использованием телерадиологии

Категории решений		n	%
I	Отсутствие рентгенологических синдромов патологии	38	65,5
II	Определено наличие рентгенологических синдромов патологии	10	17,2
III	Вероятное отсутствие патологии, по мнению экспертов	3	5,2
IV	Вероятное наличие патологии, по мнению экспертов	7	12,1

Из Таблицы 12 видно, что при сопоставлении заключений специалистов наблюдалось преобладание совпадений в категориях I и II (48 случаев; 82,7%) над расхождениями в категориях III и IV (10 случаев; 17,3 %). Среди совпадений большую часть составила категория I, совпадения об отсутствии рентгенологических синдромов патологии (38 случаев; 65,5%), меньше совпадений наблюдалось в категории II, совпадения о наличии рентгенологических синдромов патологии (10 случаев; 17,2%). В группе

расхождений преобладала категория IV, расхождения диагнозов о наличии патологических изменений, по мнению экспертов (7 случаев; 12,1%), категория III, расхождения диагнозов об отсутствии патологических изменений, по мнению экспертов, представлена в меньшем количестве (3 случая; 5,2%).

По результатам анализа согласованности заключений экспертов и врача-диагноста в области телемедицины относительно исследований органов грудной клетки обнаружена умеренная степень согласованности мнений ($k = 0,55$; $p < 0,001$). На этом основании можно сделать вывод о том, что специалисты расходятся во мнениях относительно часто.

Установлен характер основных видов патологических изменений при описании рентгенограмм органов грудной клетки в категориях решений (Рисунок 11).



Рисунок 11 – Основные виды патологических изменений органов грудной клетки в категориях решений

В категории I врачом-рентгенологом телемедицинской системы и экспертами установлено отсутствие синдромов патологических изменений легких (38 случаев; 65,5%).

Патологические изменения, по которым заключения специалистов совпали в категории II, были представлены следующими процессами: расширение тени средостения – 1 случай (10%), лимфаденопатия корней легких – 2 случая (20%), рентгеновская картина обструктивных изменений при ХОБЛ – 2 случая (20%), нарушения гемодинамики малого круга кровообращения 1-й и 2-й степени – 5 случаев (50%).

Категория III (отсутствие патологии, по мнению экспертов) в двух случаях расхождений (66,7%) представлена заключениями экспертов об отсутствии рентгенологических признаков воспаления легких, тогда как врач-рентгенолог телемедицины предположил наличие рентгенологических признаков острой пневмонии. В одном случае (33,3%) мнения специалистов разошлись в отношении фокусного образования легкого, наличие которого предположил врач-рентгенолог по телемедицине при исследовании легких, выполненном только в передней прямой проекции. В данном случае расхождение может быть обусловлено нарушением правила выполнения снимков в двух взаимно перпендикулярных проекциях.

Согласно категории IV, экспертами было установлено наличие жидкости в базальных отделах плевральной полости в пределах синусов (2 случая; 28,57%), сегментарное воспаление неспецифического характера одного легкого (2 случая; 28,57%), рентгенологические признаки туберкулеза легких разной степени выраженности (2 случая; 28,57%). В одном случае (14,29%) экспертами выявлены рентгенологические признаки объемного образования в легком, которые проявлялись симптомом круглой тени и гиповентиляцией участка легкого.

3.7 Оценка качества рентгенологических исследований костно-суставной системы

Проведен анализ частоты, локализации и характера рентгенологических изменений костно-суставной системы. В соответствии с анатомической классификацией скелета рентгенологические исследования подразделены на две группы: осевой скелет (104; 39%) и периферический (162; 61%). Исследования

осевого скелета представлены скелетом головы (лицевой и мозговой отдел черепа) (27; 10%) и туловища (позвоночник, грудная клетка) (77; 29%). Периферический скелет представлен скелетом верхних (плечевой пояс, скелет свободных верхних конечностей) (44; 17%) и нижних конечностей (тазовый пояс, скелет свободных нижних конечностей) (118; 44%). На Рисунке 12 представлено распределение локализации исследований костно-суставной системы.



Рисунок 12 – Распределение локализации исследований костно-суставной системы

Распределение исследований костно-суставной системы по категориям диагностических решений при сопоставлении телемедицинских рентгенологических заключений с заключениями экспертов представлено в Таблице 13.

По данным Таблицы 13 видно, что совпадения в категориях I и II (248; 93,3%) превалируют над расхождениями в категориях III и IV (18; 6,7%). В группе совпадений преобладают заключения о наличии рентгенологических синдромов патологии в категории II (189; 71,1%), по сравнению с заключениями об отсутствии рентгенологических признаков патологии в категории I (59; 22,2%). Расхождений по наличию патологии согласно категории IV (11; 4,1%), больше чем расхождений об отсутствии патологии в категории III (7; 2,6%).

Установлена хорошая степень согласия для исследований костно-суставной системы, значение коэффициента конкордации составляет $k = 0,80$, $p = 0,001$.

Таблица 13 – Распределение исследований костно-суставного аппарата в категориях решений

Категории решений		n	%
I	Отсутствие рентгенологических синдромов патологии	59	22,2
II	Наличие рентгенологических синдромов патологии	189	71,1
III	Вероятное отсутствие патологии, по мнению экспертов	7	2,6
IV	Вероятное наличие патологии, по мнению экспертов	11	4,1

В результате экспертной оценки рентгенологических исследований костно-суставной системы получено распределение наиболее частых патологий в зависимости от локализации (Рисунок 13).

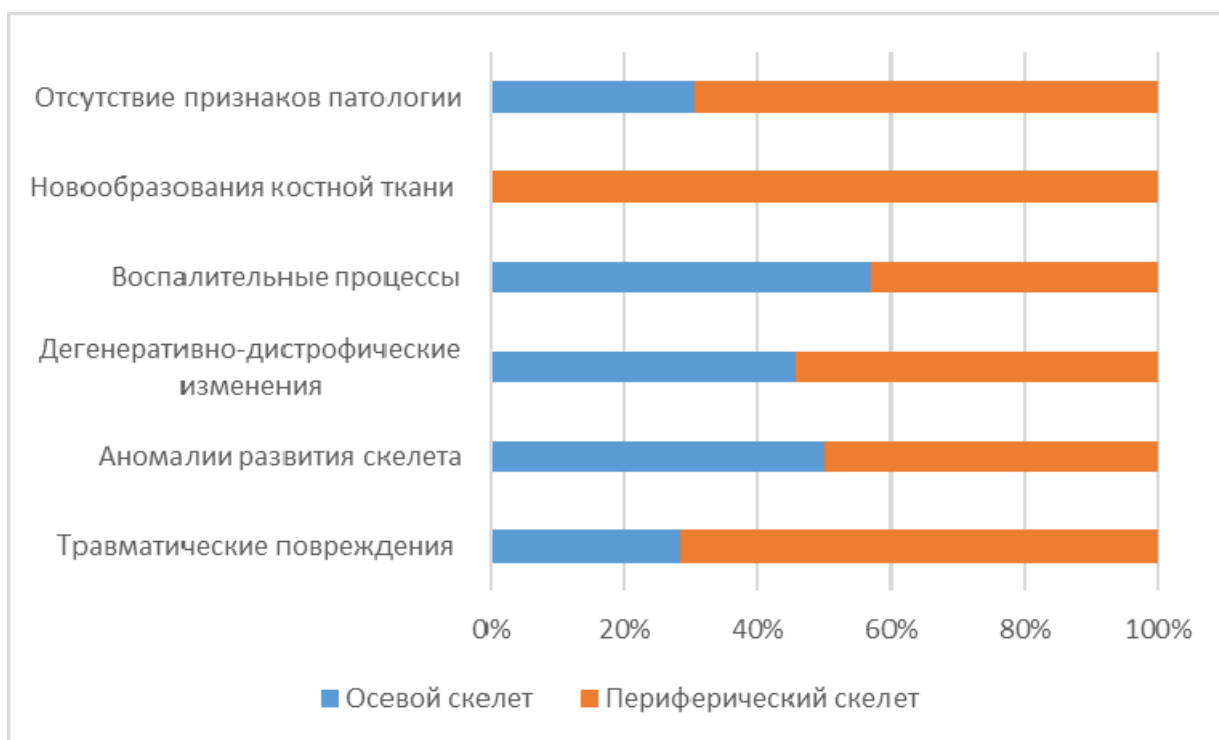


Рисунок 13 – Распределение диагностических заключений экспертов по локализации

Заключения об отсутствии рентгенологических признаков патологии чаще встречались при исследовании периферического скелета – 41 случай (19 – скелет верхних конечностей, 22 – скелет нижних конечностей), чем при исследовании осевого скелета – 18 случаев (14 – скелет головы (череп), 4 – шейный отдел позвоночника).

Среди заболеваний осевого скелета по частоте встречаемости в заключениях экспертов первое место заняли дегенеративные заболевания позвоночника (67 случаев), на втором месте – костно-травматическая патология (12 случаев), на третьем месте – воспалительные процессы носовых пазух (4 случая), редко встречались аномалии развития скелета (2 случая). Заболевания периферического скелета представлены преимущественно дегенеративно-дистрофическими заболеваниями суставов (80 случаев) и костно-травматическими повреждениями (30 случаев), достаточно часто встречались опухоли костей периферического скелета (7 случаев), в редких случаях имели место аномалии развития скелета (2 случая).

Распределение основных патологических изменений по результатам проведенного анализа рентгенологических исследований костно-суставной системы представлено на Рисунке 14.

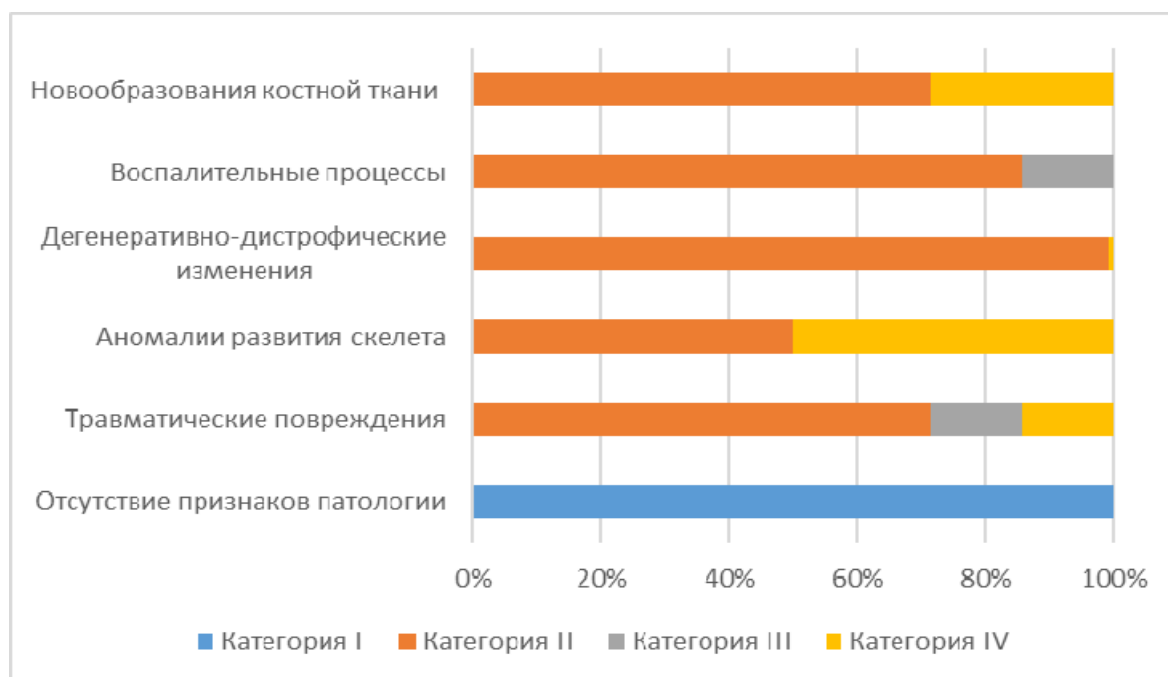


Рисунок 14 – Распределение патологических состояний по категориям

Согласно I категории, по мнению специалистов телемедицинской диагностики и экспертов, костно-деструктивных и костно-травматических изменений на снимках не наблюдалось в 59 случаях (22,2%). Следует отметить, что в двух наблюдениях по данной категории заключения специалистов совпали относительно необходимости выполнения снимков в дополнительных проекциях. Такая рекомендация была дана при исследовании рентгенограмм шейного отдела позвоночника и при описании снимков стопы. Снимки шейного отдела позвоночника по совету специалистов необходимо было выполнить в условиях функциональных проб для исключения нестабильности позвонков. При описании снимков стоп рекомендовано выполнение рентгенограммы в двух взаимно перпендикулярных проекциях.

Совпадения по наличию патологических изменений на снимках в категории II выявлены относительно дегенеративно-дистрофических изменений (146 случаев; 54,8%), травматических повреждений (30 случаев; 11,2%), воспалительных процессов (6 случаев; 2,2%), новообразований костной ткани (5 случаев; 1,8%), аномалии развития скелета (2 случая; 1,1%). Дегенеративно-дистрофические изменения суставов нижних конечностей представлены остеоартрозом коленных суставов (34 случая), суставов стоп (19 случаев), тазобедренных суставов (15 случаев), голеностопных суставов (5 случаев). Остеоартроз коленных суставов 1-й стадии выявлен в 14 исследованиях, остеоартроз коленных суставов 2–3-й стадии – в 18, в двух исследованиях определялось состояние после эндопротезирования коленного сустава при тяжелой стадии заболевания. Дегенеративные изменения суставов стоп характеризовались наличием остеоартроза 2-й стадии в 4 исследованиях, рентгенологических признаков плоскостопия 2–3-й степени – в 4 исследованиях, обызвествление сухожилий подошвенных мышц – в 11 исследованиях.

По данным 6 рентгенологических исследований тазобедренных суставов установлено наличие признаков остеоартроза 1-й степени, в 8 заключениях обнаружены признаки остеоартроза тазобедренных суставов 2–3-й степени,

состояние после эндопротезирования тазобедренного сустава выявлено в 1 исследовании.

При рентгенологическом исследовании голеностопных суставов выявлены патологические изменения следующего характера: остеоартроз 1-й стадии (3 случая), посттравматический артроз голеностопного сустава 3-й стадии (2 случая).

Дегенеративно-дистрофические заболевания суставов верхних конечностей представлены изменениями следующего характера: остеоартроз суставов кистей 1–2-й стадии – в 4 наблюдениях, остеоартроз акромиально-ключичного сочленения (1 случай), рентгенологические признаки остеоартроза локтевого сустава 2-й стадии (1 наблюдение).

Дегенеративно-дистрофические процессы позвоночного столба в 30 исследованиях представлены изменениями шейного отдела позвоночника, чаще всего остеохондрозом 2–3-го периода (21 наблюдение), реже – остеохондрозом 1–2-го периода (9 случаев).

В 9 исследованиях грудного отдела позвоночника установлены следующие заболевания дегенеративно-дистрофического характера: сколиоз грудного отдела позвоночника 1–2-й степени (7 случаев), 2-й период остеохондроза (2 случая). При анализе патологии поясничного отдела позвоночника по данным 28 рентгенологических исследований установлено наличие остеохондроза 1–2-го периода в 13 исследованиях, 2–3-го периода – в 11 исследованиях, 4-й период остеохондроза имел место в 4 исследованиях.

Среди 30 случаев травматических повреждений костно-суставной системы в категории II наблюдались повреждения верхних конечностей (12 наблюдений), костей нижних конечностей (10), травматические повреждения костей черепа (5), повреждения структур, образующих позвоночный столб (3 наблюдения). Костно-травматические повреждения верхних конечностей включали переломы хирургической шейки плечевой кости (2 случая), переломы костей предплечья (6 случаев, в том числе 1 изолированный перелом локтевой кости, 4 перелома лучевой кости и 1 сочетанный перелом локтевой и лучевой костей). В 4

исследованиях выявлены повреждения костей кисти руки, которые представлены переломом ногтевой фаланги (3 случая) и травматическими повреждениями мягких тканей кисти (1 случай). Травматические повреждения нижних конечностей представлены переломами костей голени (5 наблюдений, включая 3 перелома дистальной части малой берцовой кости, 1 перелом дистальной части большой берцовой кости и 1 двухлодыжечный перелом). Повреждения костей стопы представлены в 4 исследованиях, среди которых обнаружены переломы фаланг пальцев стопы (2 случая), костей плюсны и предплюсны (2 случая). На основании данных рентгенографии голеностопного сустава установлено наличие рентгенологических признаков пронационного подвывиха в 1 исследовании. Среди травматических повреждений костей черепа наблюдались переломы нижней челюсти (2 случая) и костей носа (3 случая). Травмы, связанные с повреждениями позвоночного столба, представлены признаками ротационного подвывиха атланта (2 наблюдения), наличием перелома поперечного отростка V поясничного позвонка (1).

Воспалительные процессы в категории II выявлены при исследовании околоносовых пазух и носоглотки, установлено наличие воспалительного процесса гайморовых пазух (3 случая), гипертрофия глоточной миндалины (1 случай). Воспалительные поражения костной ткани при исследовании костей стопы представлены остеомиелитом головки проксимальной фаланги 1-го пальца стопы (1 наблюдение); при исследовании кисти руки – развитием посттравматического хронического остеомиелита средней фаланги 4-го пальца кисти (1 случай).

Новообразования костной ткани согласно категории II встречались в костях нижних конечностей (4 случая), заподозрена опухоль в области дистального метафиза бедренной кости (2), образование мягких тканей в области коленного сустава (1), признаки энхондромы фаланги пальца стопы (1 случай). При исследовании верхних конечностей в одном случае обнаружены рентгенологические признаки дисплазии плечевой кости. Аномалии и пороки развития скелета по данным категории II установлены в двух случаях, согласно которым выявлены признаки отставания по костному возрасту при исследовании

кистей с захватом лучезапястных суставов (1 случай) и аномалия развития пояснично-крестцового отдела позвоночника (*Spina bifida*) (1 случай).

В категории III (гипердиагностика) несовпадения в заключениях специалистов наблюдались в отношении травматических повреждений в исследованиях костей черепа (2 случая), по данным которых экспертами исключен перелом носовой кости (1 случай) и перелом основания чешуи правой височной кости (1 случай). По данным 4 рентгенологических исследований нижних конечностей, экспертами исключен перелом краниальных отделов медиального мыщелка бедренной кости (1 случай), перелом крыши вертлужной впадины тазобедренного сустава (1), перелом основания II плюсневой кости (1) и перелом головки проксимальной фаланги 3-го пальца стопы (1 случай). В одном случае заключения специалистов не совпали в отношении воспалительного заболевания при внутреннем эпикондилите локтевого сустава. Необходимо отметить, что в группе расхождения диагнозов заключения рентгенологов при телеконсультации содержали рекомендации проведения дополнительных обследований для подтверждения предварительного диагноза из-за неудовлетворительного качества снимков или выполнения только одной проекции.

Несовпадения по наличию патологии в категории IV обусловлены следующими патологическими процессами: травматическими изменениями (6 наблюдений), новообразованиями костной ткани (2), аномалиями костной системы (2), дегенеративно-дистрофическим поражением суставов (1 наблюдение). Травматические повреждения костей верхней конечности в категории IV выявлены в 4 исследованиях, экспертами определено наличие травматического повреждения мягких тканей кисти (1 случай), перелома диафиза пястной кости (1), эпифизеолиза дистального метаэпифиза лучевой кости (1), перелома верхнего внутреннего угла лопатки (1 случай). В двух исследованиях осевого скелета позвоночника установлены травматические изменения в шейном отделе позвоночника, определен перелом дужки III шейного позвонка. При анализе рентгенограммы поясничного отдела позвоночника экспертами

выявлен патологический перелом II поясничного позвонка (1 случай). Костные новообразования были заподозрены экспертами в 2 исследованиях костей нижней конечности, в области дистальной суставной поверхности большеберцовой кости. В двух наблюдениях IV категории эксперты установили наличие аномалий костной системы, среди которых диспластический тип развития тазобедренных суставов (1 наблюдение) и наличие аномалии Киммерле (1 случай). Согласно IV категории в одном случае было обнаружено тяжелое заболевание суставов дегенеративно-дистрофического характера, наличие участка остеонекроза в мышелке бедренной кости.

3.8 Оценка качества рентгенологических исследований органов брюшной полости и забрюшинного пространства с использованием телерадиологии

Проведен анализ качества диагностики с использованием телерадиологии по данным 8 рентгенологических исследований органов брюшной полости и забрюшинного пространства по категориям диагностических решений (Таблица 14).

Таблица 14 – Распределение исследований органов брюшной полости и забрюшинного пространства по категориям решений

Категории решений		n	%
I	Отсутствие рентгенологических синдромов патологии	4	50
II	Наличие рентгенологических синдромов патологии	1	12,5
III	Вероятное отсутствие патологии, по мнению экспертов	0	0
IV	Вероятное наличие патологии, по мнению экспертов	3	37,5

Как видно из Таблицы 14, в 5 случаях имело место совпадение диагнозов по исследованиям органов брюшной полости и забрюшинного пространства в категориях I и II, расхождения представлены только в категории IV и составляют 3 случая гиподиагностики. По данным Таблицы 14 было определено значение

коэффициента согласованности специалистов при интерпретации рентгенологических исследований органов брюшной полости и забрюшинного пространства, получена удовлетворительная степень согласия $k = 0,25$, $p = 0,001$, что свидетельствует о низкой согласованности мнений.

Определены патологические изменения органов брюшной полости и забрюшинного пространства в категориях диагностических заключений (Рисунок 15).

Все четыре исследования в категории I содержали совпадения врачей-рентгенологов телемедицины и экспертов об отсутствии рентгенологических признаков острой патологии брюшной полости и забрюшинного пространства. В категории II, совпадения по наличию патологии, в одном случае были обнаружены признаки толстокишечной непроходимости.

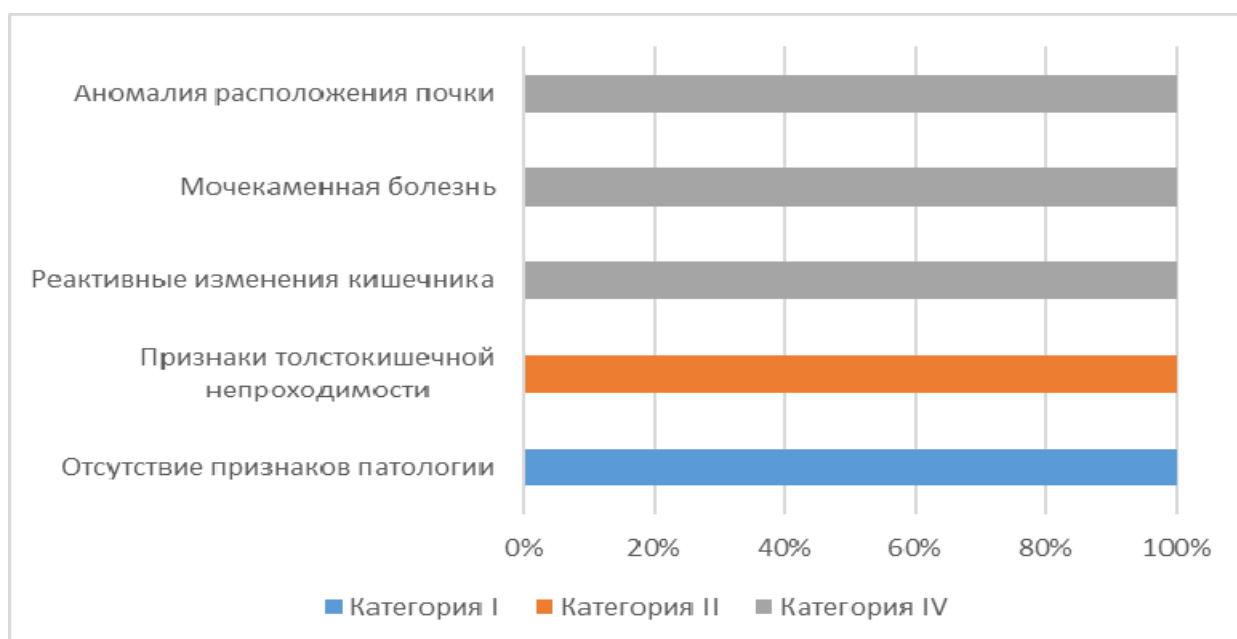


Рисунок 15– Распределение патологических изменений органов брюшной полости и забрюшинного пространства по категориям

Категория IV включала три исследования, по которым заключения врачей не совпали: в двух случаях при исследовании мочевыделительной системы (по данным обзорной рентгенографии мочевыводящих путей и экскреторной урографии) и в одном – при описании обзорной рентгенограммы органов брюшной полости и забрюшинного пространства. На обзорной урограмме

эксперты предположили наличие конкремента в проекции чашечно-лоханочной системы. По данным экскреторной урографии, экспертами была установлена аномалия расположения почки, разворот почечной лоханки кпереди. По обзорному снимку брюшной полости экспертами были выявлены реактивные изменения кишечника, которые выражались в релаксации диафрагмы и вздутии петель кишечника.

Глава 4 КЛИНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ

4.1 Алгоритм дистанционного консультирования пациентов кабинетом телемедицины и дистанционного консультирования клиник СибГМУ

Настоящее исследование выполнено на базе клиник ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России (г. Томск). Сеансы телемедицинских консультаций проводились кабинетом телемедицины и дистанционного консультирования клиник СибГМУ с районными больницами Томской области и медицинскими учреждениями других регионов. Данное исследование основывалось на проведении систематизации и анализа результатов заочных (консультирование по присланным по электронной почте медицинским документам) и очных (в режиме телеконференции) телемедицинских консультаций. Схема проведения телемедицинских консультаций, согласно утвержденному регламенту, представлена на Рисунке 16.

Телеконсультации проводились как для стационарных, так и для амбулаторных пациентов. Показания для проведения телемедицинской консультации пациенту определялись лечащим врачом медицинской организации, в которой находился пациент. Для организации телемедицинской консультации лечащий врач ЛПУ-заявителя формировал заявку на проведение такой консультации со всей необходимой медицинской информацией и направлял её по электронному адресу telemed@ssmu.ru. Для телеконсультаций медицинская информация о пациентах предоставлялась строго анонимно в виде совокупности компьютерных файлов (заявка на телемедицинскую консультацию, диагностическая визуализация). Для предоставления медицинской информации с целью телемедицинского консультирования использовались графические файлы формата JPEG и DICOM.

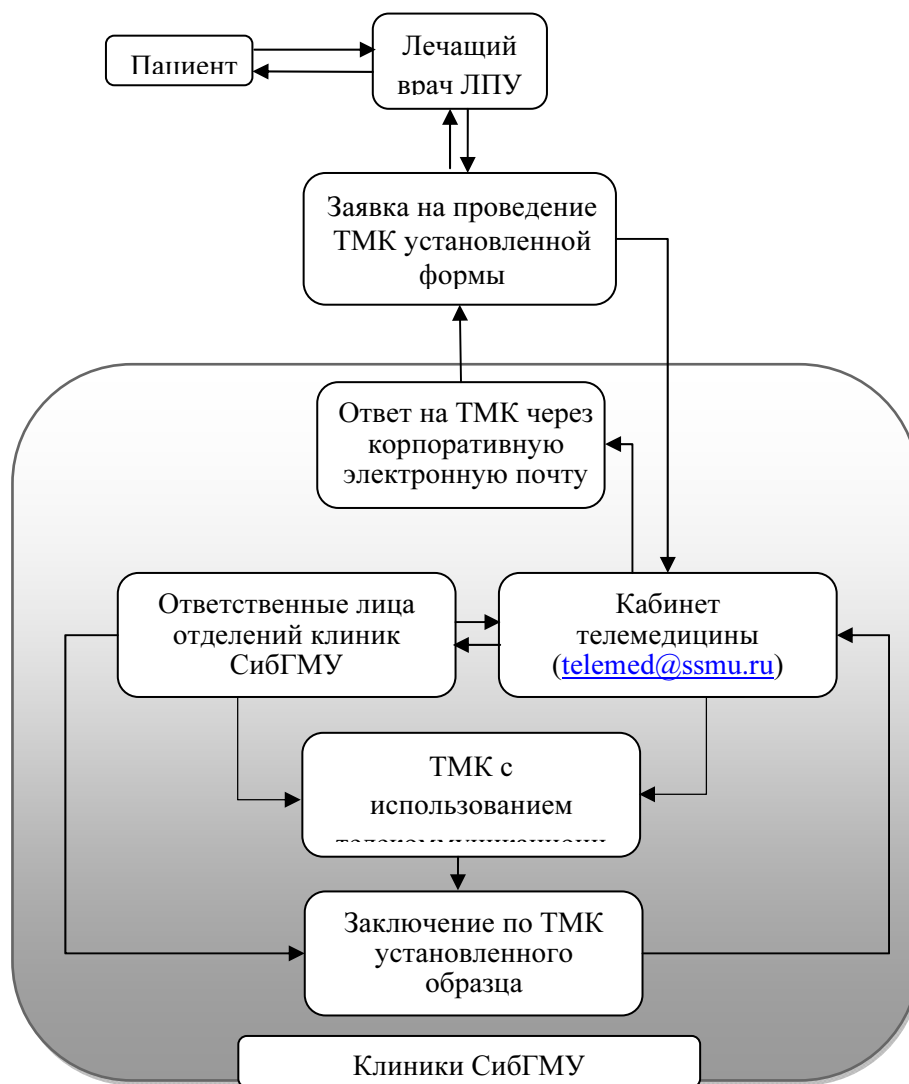


Рисунок 16 – Схема проведения телемедицинских консультаций

Для заочного и очного телеконсультирования использовалась телемедицинская рабочая станция оптимальной комплектации согласно моделям лучшей практики, International Society for Telemedicine and eHealth [104]. В качестве линии связи использовался выделенный, гарантированный, защищенный канал связи. Скорость Интернет-канала – не менее 10 Мбит/с. Консультантами были руководители профильных клиник, отделений, сотрудники вуза (в том числе профессора), врачи высшей категории. Каждый клинический случай рассматривали от одного до четырех консультантов одновременно.

Телемедицинские сеансы проводились в соответствии с действующим законодательством и принципами врачебной деонтологии. В качестве примера

организации синхронной консультации на Рисунке 17 представлен фрагмент телемедицинской консультации с использованием видеоконференцсвязи.

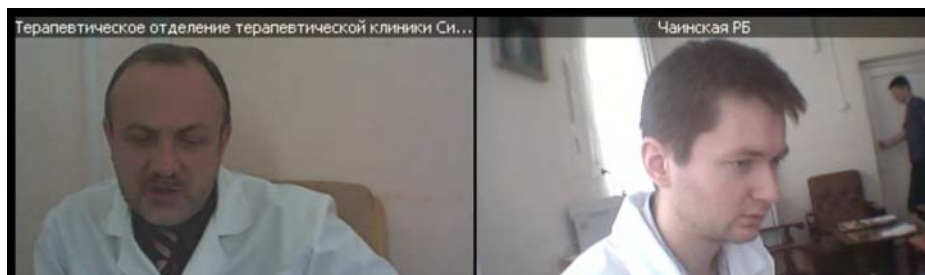


Рисунок 17 – Скриншот очной видеоконсультации: заведующий терапевтическим отделением терапевтической клиники СибГМУ проводит телеконсультацию с врачом-терапевтом Чайнской РБ

На Рисунке 18 представлены примеры диагностических изображений, передаваемых во время телемедицинских консультаций.

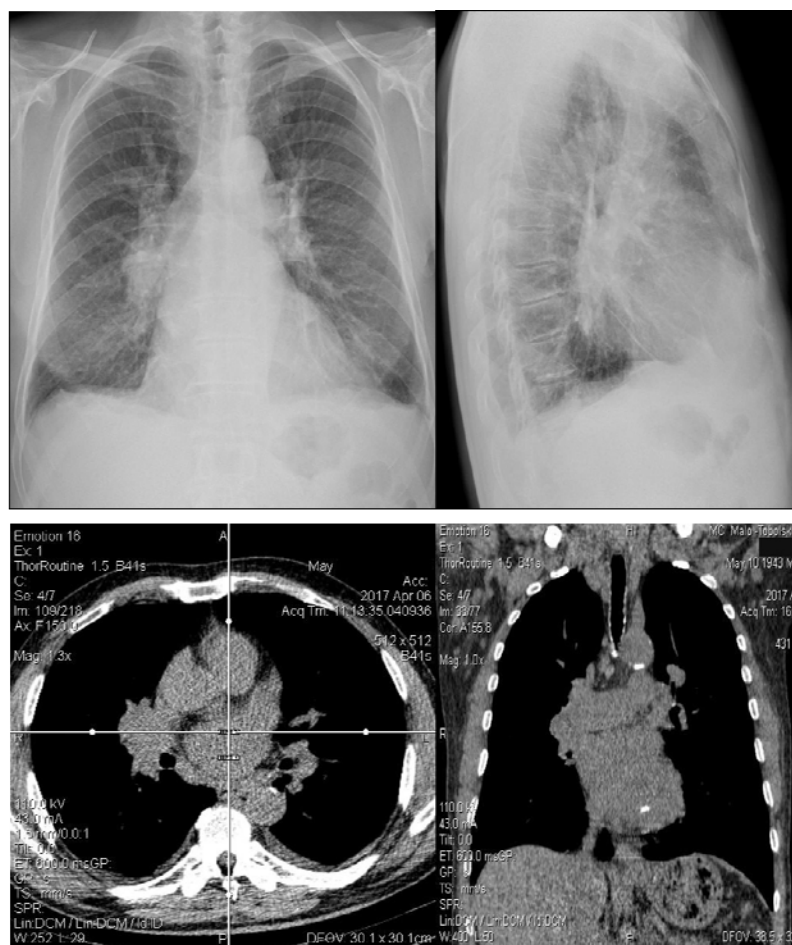


Рисунок 18 – Пример диагностических изображений, передаваемых для клинической оценки в процессе телеконсультирования

4.2. Клиническая эффективность телемедицинских консультаций без визуальных изображений лучевой диагностики

В исследуемую группу включены результаты 216 телемедицинских консультаций, выполненных кабинетом телемедицины и дистанционного консультирования клиник СибГМУ. Из них 206 (95,4%) – заочные телеконсультации с целью решения вопроса о возможности (необходимости) госпитализации в клиники СибГМУ и 10 (4,6%) – очные консультации с целью уточнения диагноза или выбора тактики лечения.

Дистанционно проконсультировано 50 мужчин и 166 женщин. Средний возраст мужчин составил 52,5 (41,0; 63,0) года, женщин – 46,0 (35,0; 59,0) года. Распределение телемедицинских консультаций по клиническим профилям представлено на Рисунке 19.

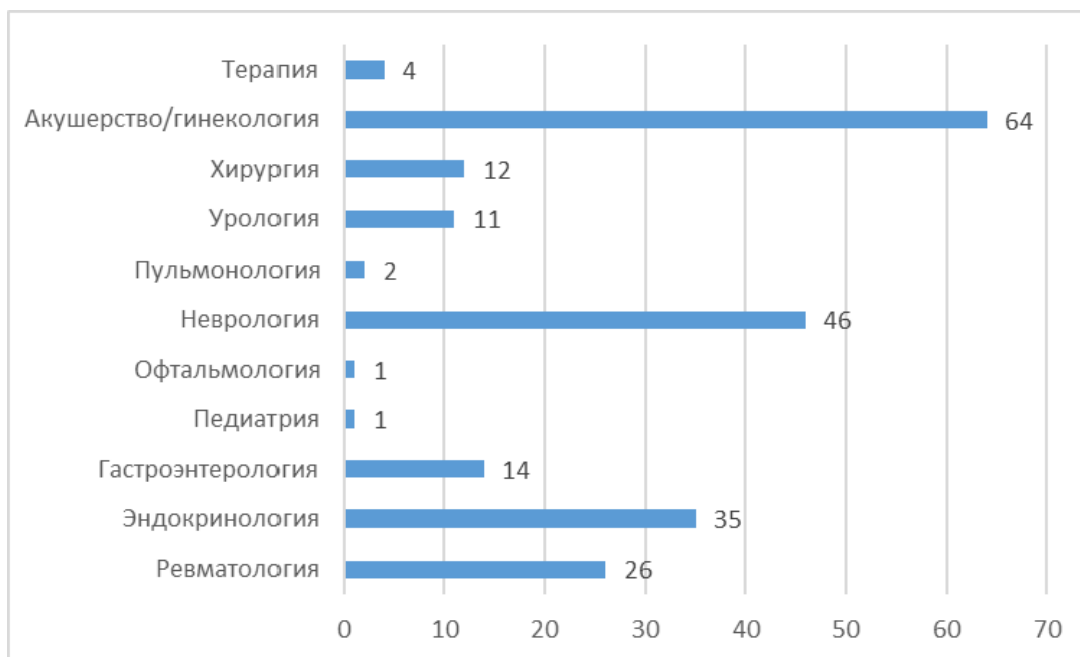


Рисунок 19 – Структура медицинских профилей телемедицинских консультаций

Как видно из Рисунка 19, в большинстве случаев телеконсультации осуществлялись по профилям «акушерство/гинекология» (64; 29,6%), «неврология» (46; 21,3%), «эндокринология» (35; 16,2%), «ревматология» (26; 12,0%), «гастроэнтерология» (14; 6,5%), «хирургия» (12; 5,6%), «урология» (11; 5,1%). Ниже уровень обращений за телемедицинскими консультациями к

специалистам по следующим профилям: «терапия» (4; 1,9%), «пульмонология» (2; 0,9%), «педиатрия» (1; 0,5%), «офтальмология» (1; 0,5%).

Выполнен анализ структуры заболеваемости по нозологическим формам в процессе проведения телемедицинских консультаций. Нозологическая характеристика пациентов по классам Международной классификации болезней 10-го пересмотра представлена на Рисунке 20.

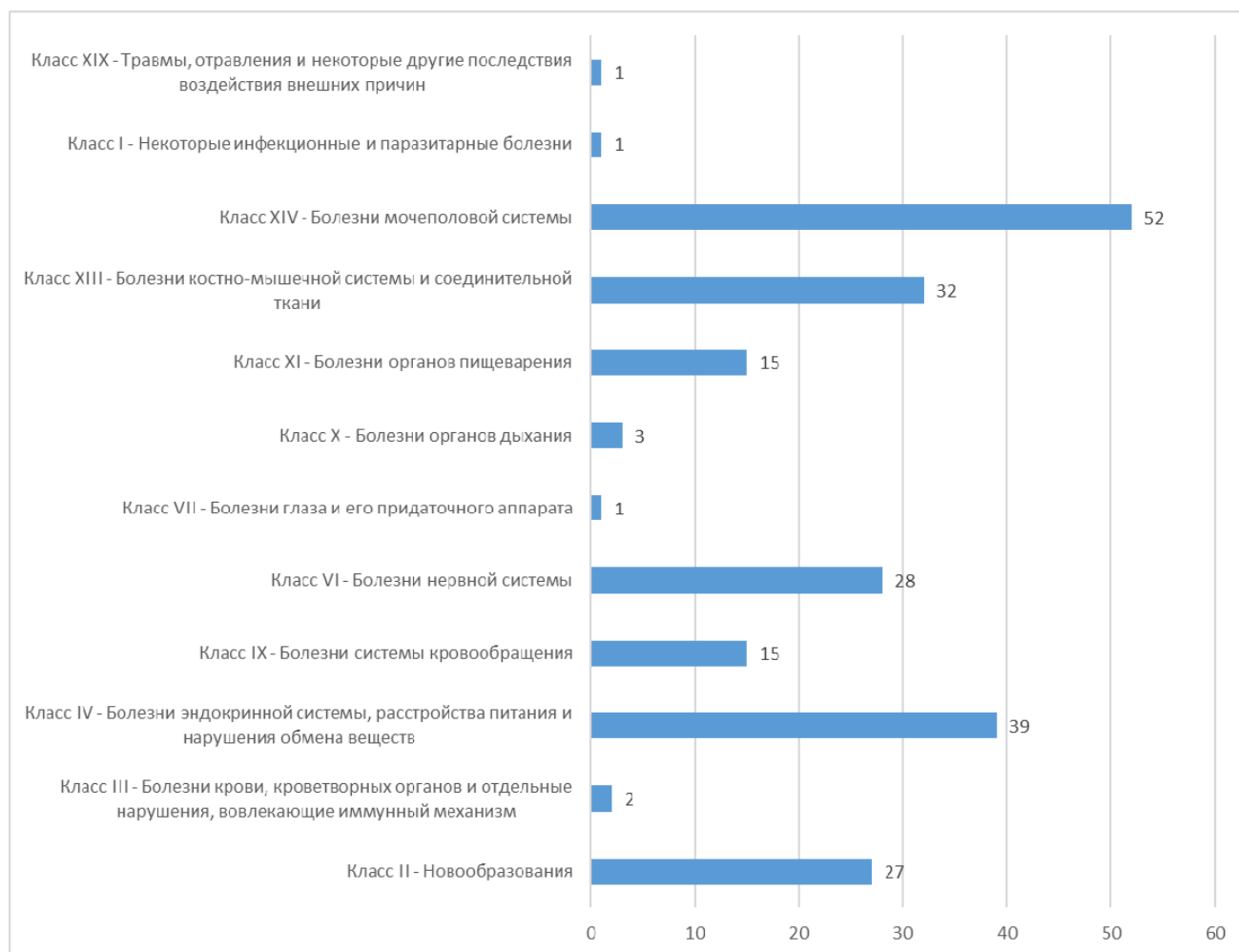


Рисунок 20 – Количество пациентов, направленных на телемедицинские консультации по нозологиям

Большинство пациентов, направленных на телемедицинские консультации, имели нозологии, относящиеся к классам XIV (Болезни мочеполовой системы) (52; 24,1%), IV (Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ) (39; 18,1%), XIII (Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани) (32; 14,8%), VI (Болезни нервной системы)

(28; 13,0%), классу II (Новообразования) (27; 12,5%), XI (Болезни органов пищеварения) (15; 6,9%), IX (Болезни системы кровообращения) (15; 6,9%). Редко консультирование проводилось по нозологиям, относящимся к классам X (Болезни органов дыхания) (3; 1,4%), III (Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм) (2; 0,9%), VII (Болезни глаза и его придаточного аппарата) (1; 0,5%), I (Некоторые инфекционные и паразитарные болезни) (1; 0,5%), XIX (Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин) (1; 0,5%).

Выполнен подробный анализ нозологических единиц в пределах вышеуказанных классов. Установлено, что среди заболеваний мочеполовой системы лидируют обращения по поводу женского бесплодия (35 обращений; 67,3%), не воспалительных болезней женских половых органов (10; 19,2%), в меньшем количестве представлены воспалительные болезни женских тазовых органов (2; 3,8%) и мочекаменная болезнь (2 обращения; 3,8%). Небольшое число обращений составили другие болезни мочевой системы, включая посттравматическую стриктуру мембранозного отдела уретры (1; 1,9%), пузырный свищ (1; 1,9%), недержание мочи (1 обращение; 1,9%).

В группе болезней эндокринной системы преобладали обращения по поводу сахарного диабета (33 обращения; 84,6%), редко встречались болезни щитовидной железы (3; 7,7%), нарушения гипофиза (2; 5,1%), ожирение (1 обращение; 2,6%).

В группе болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани первое место занимали артропатии (18 обращений; 56,3%), на втором месте дорсопатии (10; 31,3%), на третьем месте – системные поражения соединительной ткани (4 обращения; 12,5%).

Группу заболеваний нервной системы составили демиелинизирующие болезни центральной нервной системы (ЦНС) (10 обращений; 35,7%), поражения головного мозга (4; 14,3%), экстрапирамидные и другие двигательные нарушения (4; 14,3%), эпизодические и пароксизмальные расстройства (3; 10,7%), поражение лучевого нерва (2; 7,1%), дегенеративные болезни ЦНС (2;

7,1%), другие уточненные поражения ЦНС (1; 3,6%), другие уточненные полиневропатии (1; 3,6%), токсическая энцефалопатия (1 обращение; 3,6%).

У большинства пациентов с новообразованиями, направленных на телемедицинские консультации, преобладали доброкачественные новообразования (24 случая; 88,9%), среди которых наблюдались доброкачественные новообразования матки (15; 55,6%), доброкачественное новообразование яичника (7; 25,9%), доброкачественное новообразование рта и глотки (1; 3,7%) и доброкачественное новообразование органов дыхания (1 случай; 3,7%). Злокачественные новообразования представлены в меньшем отношении (3 случая; 11,1%), в данной группе зафиксированы злокачественные новообразования мочевого пузыря (1; 3,7%), надпочечника (1; 3,7%) и сигмовидной кишки (1 случай; 3,7%).

Среди болезней органов пищеварения превалировали болезни печени (7 случаев; 46,7%); реже отмечались неинфекционные энтериты и колиты (3; 20,0%), другие болезни кишечника (2; 13,3%); в единичных случаях встречались такие заболевания, как ахалазия кардиальной части пищевода (1 случай; 6,7%), грыжа передней брюшной стенки без непроходимости или гангрены (1; 6,7%), диафрагмальная грыжа без непроходимости или гангрены (1 случай; 6,7%).

В группе, относящейся к классу болезней системы кровообращения, зарегистрированы цереброваскулярные болезни (11 наблюдений; 73,3%), сердечная недостаточность (3; 20,0%), флебит и тромбофлебит глубоких сосудов нижних конечностей (1 случай; 6,7%).

Среди болезней органов дыхания встречались внебольничная пневмония неосложненная (1 случай; 33,3%), бронхоэктатическая болезнь легких (1; 33,3%), бронхиальная астма (1 случай; 33,3%).

В группе болезней крови, кроветворных органов и отдельных нарушений, вовлекающих иммунный механизм, отмечена витамин В12-дефицитная анемия (1 случай; 50%), железодефицитная анемия (1 случай; 50%).

В группе болезней глаза и его придаточного аппарата проведена консультация пациентки с кровоизлиянием в стекловидное тело глаза (1 случай).

В группе инфекционных и паразитарных болезней зафиксирован хронический вирусный гепатит С (1 случай).

В группе травм, отравлений и некоторых других последствий воздействия внешних причин наблюдались последствия других уточненных травм головы (1 случай).

По результатам рассмотрения направленных материалов эксперты оформляли заключения, в которых формулировали свои выводы и рекомендации. Распределение медицинских заключений консультантов по результатам телемедицинских консультаций представлено на Рисунке 21.

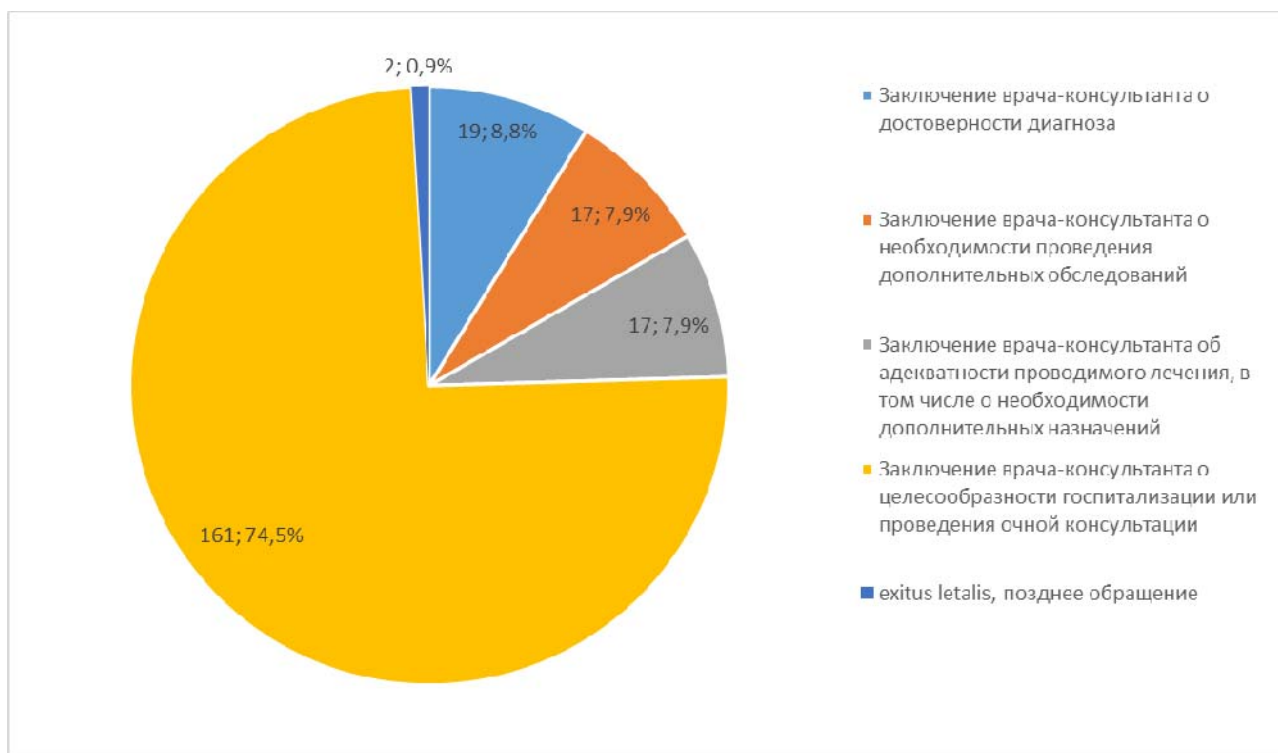


Рисунок 21 – Распределение медицинских заключений консультантов по результатам телемедицинских консультаций

Как показано на Рисунке 21, наиболее часто (161 случай (74,5%)) встречались заключения экспертов о целесообразности госпитализации или проведения очной консультации. В меньшем количестве были представлены заключения экспертов о необходимости дополнительных назначений (17 случаев; 7,9%) или проведения дополнительных обследований (17; 7,9%). В остальных случаях имели место заключения о достоверности диагноза,

установленного по месту первичного обращения – 19 (8,8%). У двух пациентов (0,9%) зафиксирован летальный исход. На основе указанных выше данных нами установлена умеренная степень согласия мнения специалистов относительно диагноза, значение коэффициента карра для телемедицинской диагностики составляет $k = 0,45$ при $p = 0,001$, что свидетельствует о достаточно высокой частоте случаев уточнения диагноза и коррекции лечебной тактики в ходе дистанционного консультирования (15,8%).

Таким образом, в результате применения телемедицины обеспечивается возможность устранения неточностей диагностического процесса, коррекции лечебной тактики, определения показаний к госпитализации для выполнения специализированного или высокотехнологичного вида медицинской помощи.

4.3 Клиническая эффективность телемедицинских консультаций с использованием медицинских изображений лучевой диагностики

Проведен анализ 33 телемедицинских консультаций с использованием цифровых радиологических изображений, которые составили 13,3% от общего количества выполненных телеконсультаций. Исследуемую группу составили 24 женщины (72,7%) и 9 мужчин (27,3%). Средний возраст мужчин составил $(50,7 \pm 5,6)$ года, женщин $(45,2 \pm 3,2)$ года.

Очные телеконсультации (в режиме видеоконференции) выполнены в 7 клинических ситуациях (21,2%), остальные 26 консультаций (78,8%) проведены в режиме заочного телеконсультирования по присланным по электронной почте медицинским документам. При этом были переданы результаты рентгенологических (21 случай; 63,6%), магнитно-резонансных (6; 18,2%) и компьютерно-томографических исследований (6 случаев; 18,2%).

Распределение видов радиологических изображений, использованных в телемедицинских консультациях, представлено на Рисунке 22.

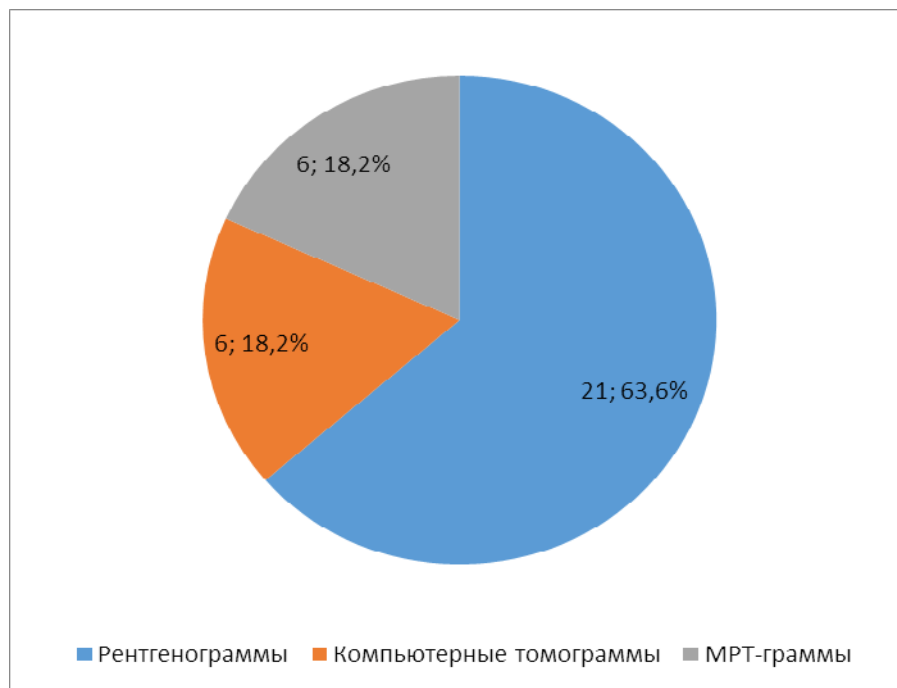


Рисунок 22 – Соотношение различных видов радиологических изображений, переданных во время телемедицинских консультаций

Цифровые рентгеновские снимки чаще передавались при патологии органов мочевыделительной системы (10 случаев; 47,6%), на втором месте исследования костно-суставного аппарата при ревматических заболеваниях (5; 23,8%), на третьем – исследования органов дыхательной системы (4 случая; 19,0), редко предоставлялись данные рентгенологического исследования органов желудочно-кишечного тракта (2 случая; 9,5%). Прилагались данные магнитно-резонансной томографии головного мозга (3 случая; 50,0%) и позвоночного столба (3; 50%). Компьютерные томограммы чаще использовались для диагностики патологии органов грудной клетки (4 случая; 66,7%), в диагностике травматических повреждений костей черепа (2; 33,3%).

Определен клинический профиль телемедицинских консультаций с использованием медицинской визуализации. Распределение консультаций по профилю представлено на гистограмме (Рисунок 23).

Установлено, что в большинстве случаев (10; 30,3%) дистанционное консультирование проводилось для пациентов неврологического профиля, на втором месте – ревматологический профиль дистанционных консультаций

(9; 27,3%), на третьем – консультирование пациентов при заболеваниях гастроэнтерологического профиля (6 случаев; 18,2%).

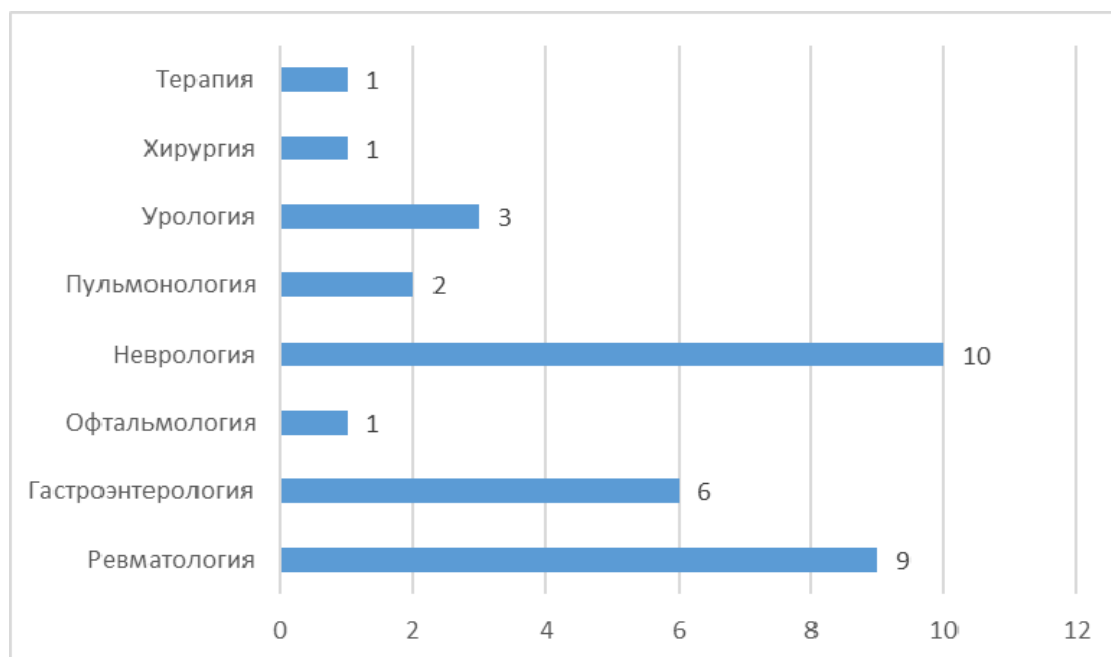


Рисунок 23 – Распределение профиля консультаций с передачей графической информации

Меньшей была доля консультаций по урологическому и пульмонологическому профилю (3 (9,1%) и 2 (6,1%) случая соответственно). Редко осуществлялась передача графической информации при дистанционном консультировании пациентов офтальмологического (1 случай; 3,0%), терапевтического (1; 3,0%) и хирургического профиля (1; 3,0%).

Проведен анализ данных лучевой диагностики по нозологическим диагнозам. На Рисунке 24 представлено распределение пациентов по нозологиям (основное заболевание) в соответствии с Международной классификацией болезней 10-го пересмотра.

Большинство пациентов, направленных на телемедицинские консультации с графической информацией, имели нозологии, относящиеся к классам XIII (болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани) (9 случаев; 27,3%), VI (болезни нервной системы) (8; 24,2%) и XI (болезни органов пищеварения) (7 случаев; 21,2%).

Меньший удельный вес составили классы XIV (болезни мочеполовой системы) (3 случая; 9,1%), IX (болезни системы кровообращения) (2; 6,1%) и X (болезни органов дыхания) (2 случая; 6,1%). Редко проводились консультации по нозологиям, относящимся к классам XIX (травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин) (1 случай; 3,0%) и III (болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм) (1; 3,0%).

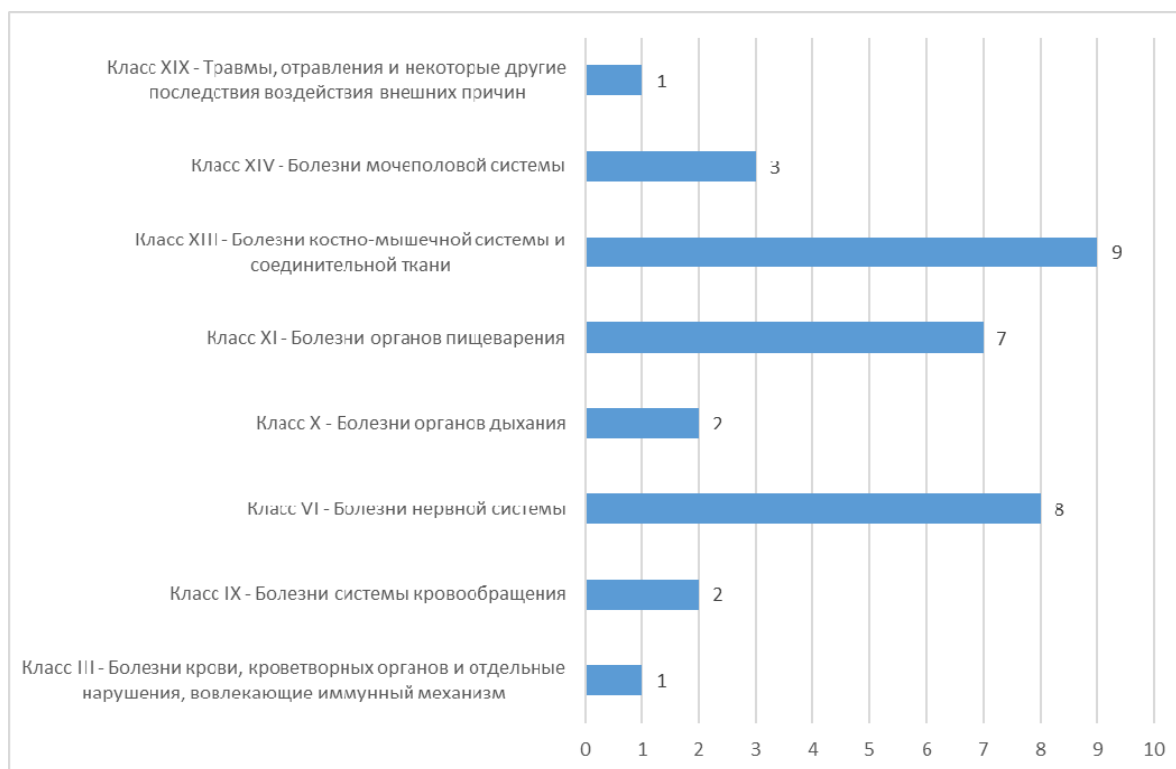


Рисунок 24 – Распределение телемедицинских консультаций с использованием рентгенологических данных по нозологиям

Проведен детальный анализ нозологических форм в пределах классов болезней у пациентов, направленных на телемедицинские консультации с использованием цифровых радиологических изображений.

В группе болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани фигурировали диагнозы следующего характера: не уточненный спондилоартрит (2 случая), полиостеоартроз с поражением мелких суставов (3), вероятный анкилозирующий спондилит (4 случая).

Класс болезней нервной системы представлен следующими нозологиями: экстрапирамидные и другие двигательные нарушения (3 случая), эпизодические и пароксизмальные расстройства (2), демиелинизирующие болезни ЦНС (1), тетраплегия неуточненная (1) и поражения лицевого нерва (1 случай). Болезни органов пищеварения включали: неинфекционный гастроэнтерит (3 случая), воспалительные болезни печени (2), острый калькулезный холецистит (1) хронический псевдотуморозный панкреатит (1 случай).

Среди заболеваний мочеполовой системы в двух случаях имела место мочекаменная болезнь, в одном случае проведено консультирование по поводу пациента с диагнозом «артифициальный свищ мочевого пузыря».

В группе болезней системы кровообращения пациенты наблюдались со следующими заболеваниями: инфаркт мозга, вызванный стенозом мозговых артерий (1 случай) и ишемическая болезнь сердца (1 случай).

В группе болезней органов дыхания зарегистрирована внебольничная двухсторонняя полисегментарная пневмония (1 случай), саркоидоз неуточненный (1 случай).

В группе болезней крови, кроветворных органов и отдельных нарушений, вовлекающих иммунный механизм, проведена консультация одной пациентки с диагнозом «железодефицитная анемия».

Дистанционная консультация в группе травм, отравлений и некоторых других последствий воздействия внешних причин включала один случай консультирования пациентки с диагнозом «травматическая компрессия костным отломком верхней прямой мышцы правого глаза».

Проведен анализ полученных в результате консультирования заключений экспертов. На Рисунке 25 приведены заключения консультантов по результатам телемедицинских консультаций с использованием цифровых изображений.

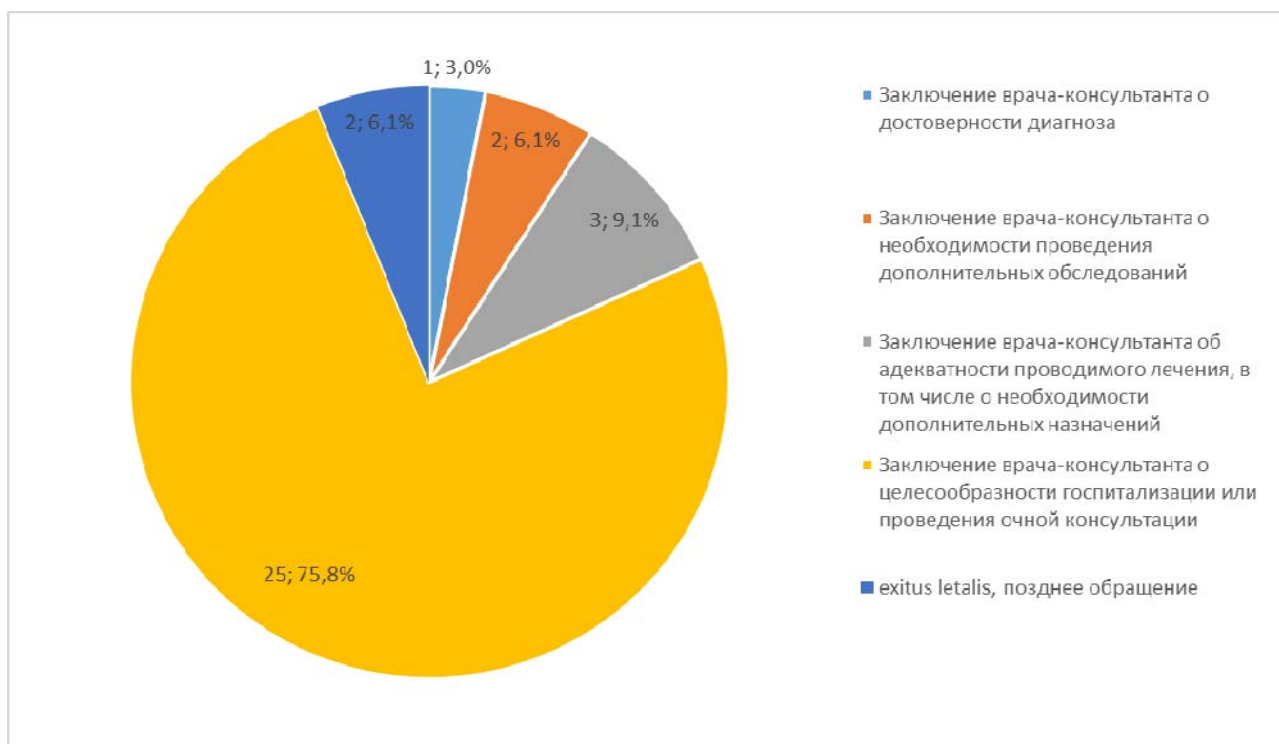


Рисунок 25 – Распределение заключений консультантов по результатам телемедицинских консультаций с использованием цифровых изображений

Основная часть заключений экспертов (25 случаев; 75,8%) состояла в уточнении показаний для госпитализации и целесообразности проведения очной консультации. Небольшой была доля заключений о необходимости дополнительных назначений (3 случая; 9,1%) и проведения дополнительных обследований (2; 6,1%). В двух клинических обращениях (6,1%) был зафиксирован *exitus letalis*, проведение телеконсультирования нецелесообразно в виду позднего обращения. В одном случае (3,0%) принято заключение экспертов о достоверности диагноза и рекомендовано продолжить лечение основного диагноза по месту первичного обращения.

Проведен анализ согласованности заключений врачей-абонентов и врачей-консультантов, мера согласия Каппа имеет значение $k = 0,19$. Данное значение интерпретируется как низкая степень согласованности и свидетельствует о том, что часто в результате телемедицинских консультаций с радиологическими изображениями диагноз уточняется либо изменяется.

4.4 Сравнительный анализ эффективности телемедицинских консультаций в зависимости от вида анализируемой информации

На основании результатов проведенного исследования установлено, что наиболее часто эксперты делали заключение о целесообразности госпитализации или проведения очной консультации при ТМК без использования дополнительной графической информации (161 случай; 74,5%), так и при телемедицинских консультациях с использованием диагностической визуализации (25 случаев; 75,8%). Без использования лучевых методов, количество заключений о достоверности диагноза составило 19 (8,8%), заключения о достоверности диагноза редко встречались при телеконсультировании по данным радиологических исследований (1 случай; 3,0%), что свидетельствует о более частом уточнении или изменении диагноза в случае дополнительного анализа радиологических обследований, что подтверждает низкое значение согласованности kappa 0,19.

Получено одинаковое процентное соотношение заключений о необходимости проведения дополнительных обследований и дополнительных назначений по итогам анализа медицинской документации (по 17 случаев; 7,9%). При использовании данных методов визуализации в процессе телеконсультирования чаще встречались заключения о необходимости дополнительных назначений (3 случая; 9,1%), реже – о необходимости дополнительных обследований (2 случая; 6,1%). Летальные исходы зафиксированы у двоих пациентов при запоздалом обращении за телемедицинскими консультациями с дополнительными текстовыми и графическими данными.

На основании полученных результатов нами разработана схема проведения телемедицинских консультаций с использованием цифровых рентгеновских снимков (Рисунок 26).

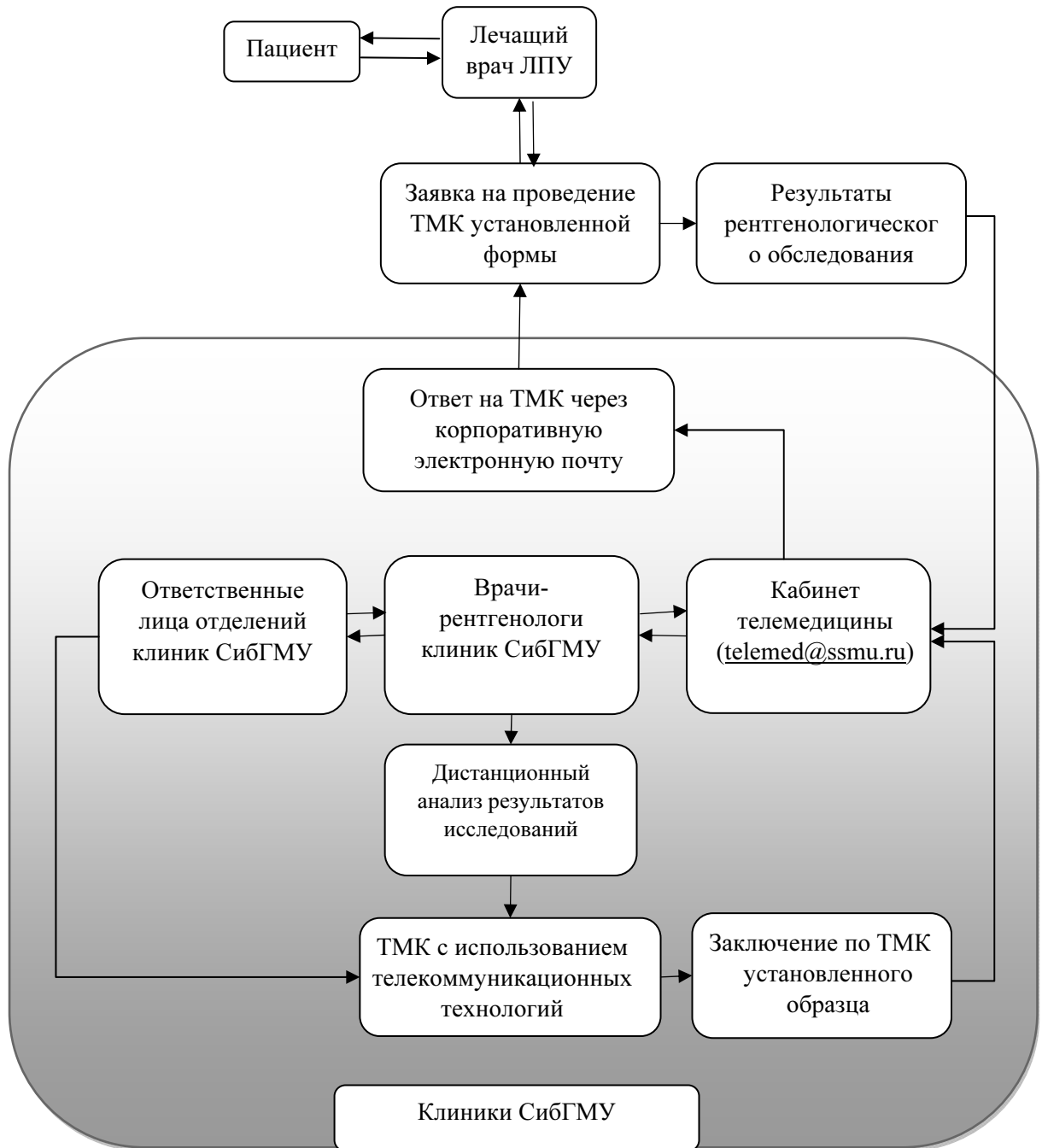


Рисунок 26 – Схема телемедицинских консультаций с использованием цифровых диагностических изображений

Особенностью данной схемы является участие экспертов-рентгенологов в определении диагноза в процессе телеконсультирования, дистанционный анализ результатов диагностических исследований с возможностью проведения консилиумов с лечащим врачом. Кроме того, данная схема предполагает

повторный анализ диагностических исследований врачами экспертного уровня с целью уточнения диагноза. Эта система позволяет значительно повысить качество диагностики, помогает уточнить диагноз и свести к минимуму риск врачебной ошибки.

4.5 Клинические примеры

Клинический пример 1

Асинхронная телеконсультация. Абонент – Областное государственное автономное учреждение здравоохранения «Стрежевская городская больница» (ОГАУЗ «Стрежевская ГБ»).

Пациентка Б., 46 лет, направлена на дистанционную консультацию врача-пульмонолога с использованием web-технологий. На Рисунке 27 представлены рентгенологические исследования, предоставленные для телеконсультации. КТ органов грудной клетки выполнена на амбулаторном этапе, для консультирования изображения компьютерной томографии не направлялись.

Цель консультации: уточнение диагноза, проведение дифференциальной диагностики.

Анамнез болезни. На фоне относительно полного здоровья появился сухой кашель и незначительная одышка, обратилась на прием к участковому терапевту. Поставлен диагноз «острый трахеит», назначено лечение (отвары, полоскание, теплое питье, суприма-лор наружно). Улучшение самочувствия не наступало, стала нарастать одышка. Обратилась в частный медицинский центр, назначены макропен, цефтриаксон, горячие уколы. После этого наступило незначительное улучшение самочувствия, стала отходить мокрота. Наблюдалось повышение температуры до 39,0°C. Обратилась к участковому терапевту, сделана флюорография, затем рентген органов грудной клетки, по результатам обследования необходимо дифференцировать бронхопневмонию, саркоидоз, туберкулез.

По месту первичного обращения проконсультирована фтизиатром, сделан диаскин-тест, трижды сдана мокрота на бак посев. Рекомендованы выполнение

КТ легких, консультация пульмонолога, назначена повторная явка с результатами анализов. Взята под наблюдение с подозрением на туберкулез легких. Направлена на КТ органов грудной клетки, заключение: КТ-картина интерстициального заболевания легких.

Ухудшение самочувствия, повышение температуры тела утром до 39,5°C, нарастание одышки. Вызвана бригада скорой медицинской помощи, женщина доставлена в приемное отделение ОГАУЗ «Стрежевская ГБ», госпитализирована в терапевтическое отделение с диагнозом «внебольничная пневмония».

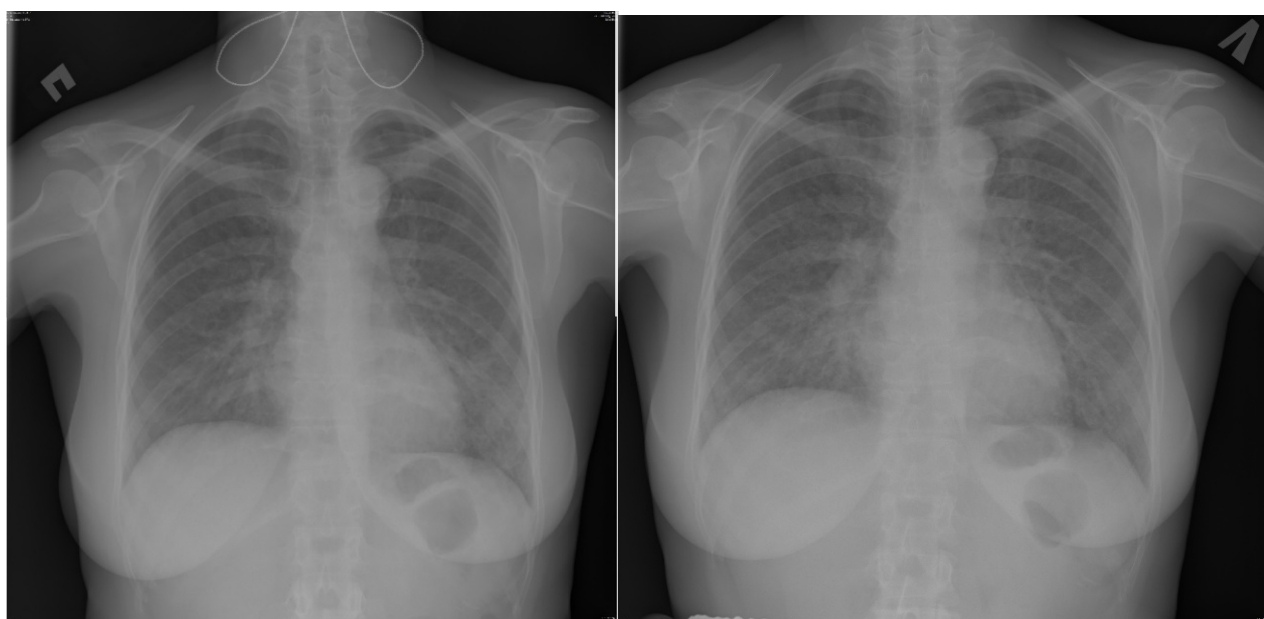
*а**б*

Рисунок 27 – Рентгенограмма грудной клетки пациентки Б., 46 лет:

а – при поступлении; *б* – через 6 дней (контроль)

Описание рентгенологов районной больницы: на рентгенограмме органов грудной клетки (при поступлении) с обеих сторон по всем легочным полям определяется очаговоподобная инфильтрация легочной ткани. Корни не структурны, расширены, легочный рисунок усилен с обеих сторон. Срединная тень не смещена. Синусы свободны.

Заключение: диссеминированное поражение легких. Дифференцировать бронхопневмонию, саркоидоз, диссеминированный туберкулез.

На контрольной рентгенограмме органов грудной клетки отмечается отрицательная динамика, с обеих сторон по всем легочным полям очаговоподобная инфильтрация легочной ткани увеличилась. Корни не структурны, расширены. Легочной рисунок усилен с обеих сторон. Срединная тень не смещена. Синусы свободны. Заключение: саркоидоз легких.

У пациентки зафиксирован клинический исход *exitus letalis*. Диагноз посмертный: Пневмония, вызванная другими уточненными инфекционными агентами. Внебольничная двусторонняя полисегментарная пневмония смешанной этиологии, вызванная В-стрептококком, вирусом гриппа А (H3N2), дрожжевыми грибами на фоне вируса иммунодефицита человека стадия 4 Б, прогрессирующая на фоне антиретровирусной терапии.

Клинический пример 2

Асинхронная телеконсультация. Абонент – ОГБУЗ «Колпашевская РБ»

Пациент Г., 64 года, направлен на дистанционную консультацию врача-ревматолога с использованием web-технологий. Рентгенограммы, переданные для данного клинического случая представлены на Рисунке 28.

Цель консультации: уточнение диагноза, рекомендации по обследованию.

При поступлении пациент предъявлял жалобы на нарушение речи и боли во всех суставах верхних и нижних конечностей. Заболел остро, внезапно нарушилась речь. При поступлении было проведена КТ головного мозга, где выявлен ишемический очаг в бассейне средней мозговой артерии слева в подострой фазе, размером 2,2 × 2,3 см.

Из анамнеза: страдает гипертонической болезнью в течение 10 лет, гипотензивную терапию не принимал. В течение трех лет страдает ревматоидным артритом, проходил лечение и обследование в ревматологическом отделении два года назад, где ему проводилось гормональное лечение. В течение двух лет за медицинской помощью не обращался, лечение по поводу ревматоидного артрита не получал. Умеренная болезненность при пальпации мелких, средних и крупных суставов верхних и нижних конечностей, движения в суставах умеренно болезненные, в полном объеме, скованность в движениях.

Госпитализирован в неврологическое отделение ОГБУЗ «Колпашевская РБ».

Основной диагноз: Инфаркт мозга, вызванный неуточненной закупоркой или стенозом мозговых артерий. Ишемический инсульт в бассейне средней мозговой артерии слева, неуточненный подтип от 10.06.17., легкий правосторонний гемипарез, дизартрия. Фон: Гипертоническая болезнь 3-й стадии, риск 4. Дислипидемия. Гипертрофия левого желудочка. Хроническая сердечная недостаточность, 1-я стадия, функциональный класс 2 по классификации NYHA (New York Heart Association – Нью-Йоркская ассоциация кардиологов).

Сопутствующий диагноз: Ревматоидный артрит, преимущественно суставная форма, медленно прогрессирующее течение, ремиссия. Нарушение функции сустава 0–1-й степени.

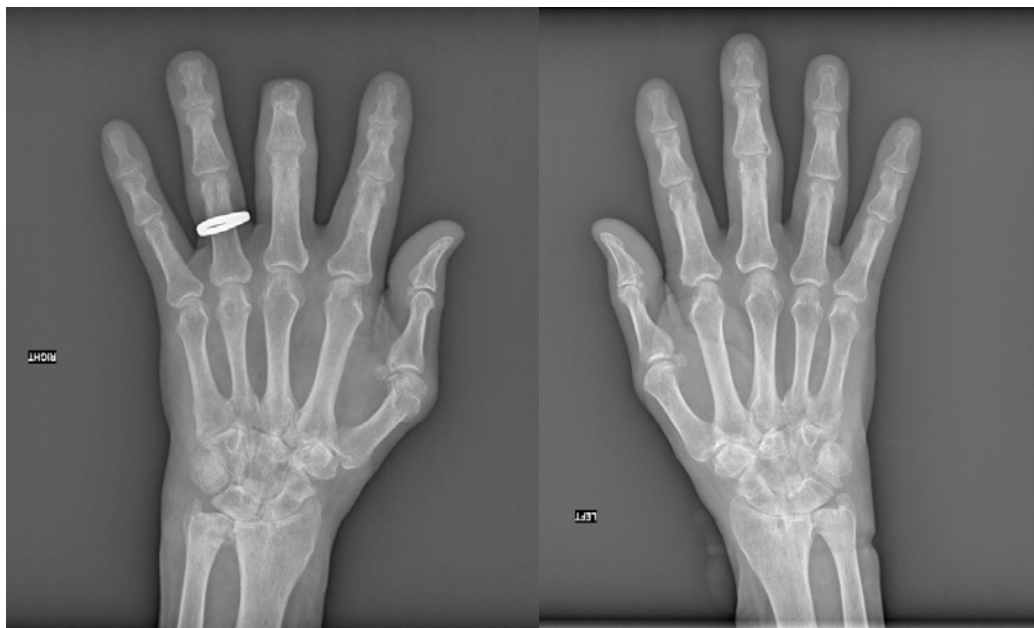


Рисунок 28 – Рентгенография кистей пациента Г.

Заключение рентгенологов районной больницы: Атрофии мягких тканей и костей не выявляется. Умеренно выраженный остеопороз эпиметафизов. Равномерное сужение всех суставных щелей, процесс больше всего выражен в лучезапястных суставах. Мелкие кистовидные просветления (5–7 мм) в субхондральных отделах суставных концов. Отчетливого эрозирования суставных поверхностей не выявляется. Костных анкилозов нет. Ампутационная культя третьего пальца справа на уровне дистального межфалангового сустава.

Заключение: Артрозо-артрит с поражением лучезапястных суставов и мелких суставов кистей.

В результате телемедицинской консультации установлен диагноз «ревматоидный артрит», определена тактика медикаментозного лечения. Рекомендовано продолжить лечение по месту первичного обращения.

Клинический пример 3

Асинхронная телеконсультация. Абонент – Турочакская РБ (г. Горно-Алтайск).

Пациентка Я., 27 лет, направлена на дистанционную консультацию врача-уролога с использованием web-технологий. В процессе телеконсультирования были переданы изображения исследования, представленные на Рисунке 29.

Цель консультации: уточнение диагноза, выбор тактики лечения.

Анамнез болезни. Жалобы на периодические ноющие боли в поясничной области с обеих сторон. Со слов пациентки, вышеуказанные жалобы беспокоят в течение восьми лет, в виде почечной колики. Приступы купировала спазмолитиками. В последние несколько месяцев приступы почечной колики часто повторяются.

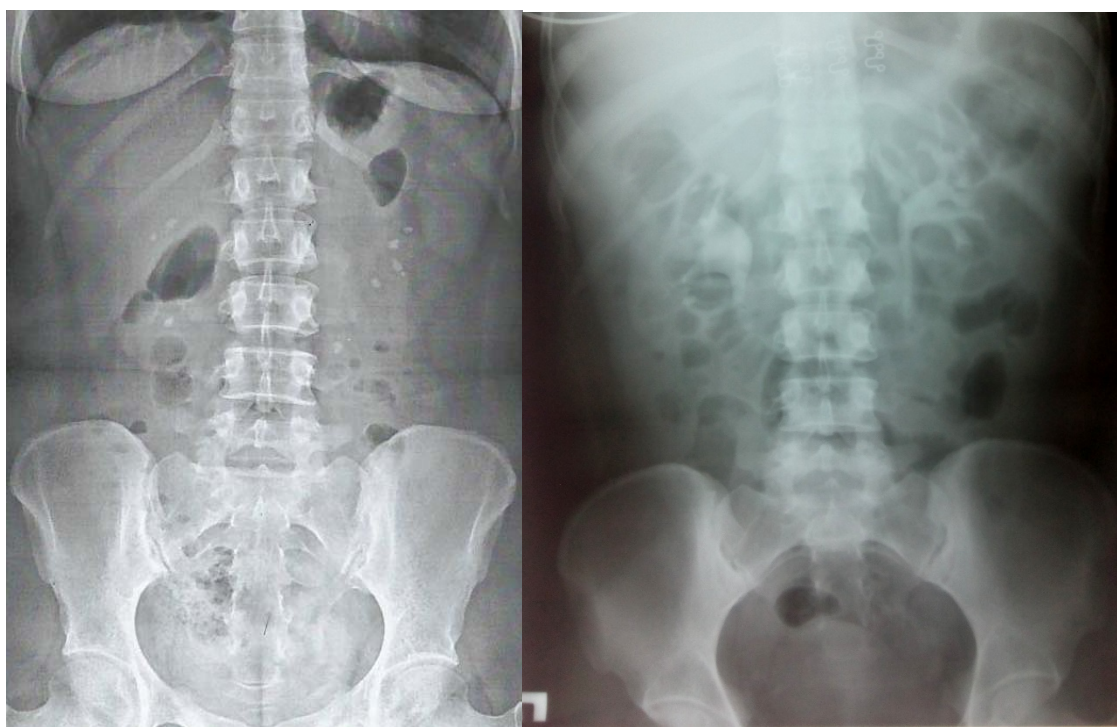


Рисунок 29 – Внутривенная урография пациентки Я.

Протокол рентгенологического исследования: правая почка расположена на уровне L1 до L4, контуры ровные, четкие, размеры $12,6 \times 5,57$ см, в чашечно-лоханочных системах конкременты. Левая почка расположена на уровне Th12 до L3, контуры ровные, четкие, размеры $12,64 \times 5,81$ см. В чашечно-лоханочных системах и мочеточнике конкременты. Заключение: Мочекаменная болезнь, гидронефроз, гидрокаликоз.

В результате телемедицинской консультации отмечено низкое качество пересылаемых диагностических изображений, не исключена вероятность гидрокаликоза обеих почек. Рекомендован перевод в плановом порядке в урологическое отделение клиники СибГМУ для оперативного лечения.

На базе урологической клиники СибГМУ проведена операция: трансуретральная фибропиелокаликотрипсия слева, уретеролитоэкстракция. Катетеризация левой почки. Послеоперационный период протекал гладко. Выписана в удовлетворительном состоянии. Рекомендовано: наблюдение уролога поликлиники.

Глава 5 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящее время, благодаря совершенствованию компьютерной техники и достижениям в области программного обеспечения, телерадиология не представляет больших технических сложностей. Во многих развитых странах метод дистанционного консультирования и описания цифровых рентгеновских изображений успешно введен в повседневную практику оказания медицинских услуг и признан экономически эффективным. Вместе с тем, опыт внедрения телерадиологии в зарубежных странах показал необходимость оценки диагностической точности телерадиологических консультаций. Большая часть исследований, проводившихся в данной области, была направлена на оценку социальной и экономической эффективности дистанционной диагностики без анализа применимости в зависимости от вида патологии и анатомической области [60, 92, 101]. Поэтому важно проводить оценку качества описания рентгенограмм с использованием экспертного мнения в зависимости от исследуемой анатомической области и характера патологических изменений.

Целью данной исследовательской работы было установить диагностическую и клиническую эффективность использования телемедицинских технологий в рентгенологии на территории с низкой плотностью населения.

Для реализации цели исследования проведен анализ рентгенологических заключений, полученных рентгенологом в районной больнице без удаленного доступа и двумя экспертами в дистанционном режиме. Сопоставление результатов интерпретации рентгенологических данных врачом на месте и экспертами удаленно проводили с использованием диагностических категорий, разработанных на основании мнения экспертов с целью последующего принятия решения.

Некоторые авторы предлагают проводить оценку обнаруженных изменений согласно категориям принятия взаимозависимых решений на основании обобщенного мнения специалистов [17]. Такой подход, по мнению

авторов, позволяет сравнить эффективность выявления патологического состояния организма при использовании различных альтернативных диагностических систем. В нашем исследовании были разработаны категории принятия диагностических решений на основании экспертных оценок для определения качества рентгенодиагностической службы в регионе с низкой плотностью населения. Разработанные категории решений позволили оценить диагностическую эффективность дистанционного метода на основе полученных значений согласованности мнений экспертов, численных значений характеристической кривой AUC.

Проведено сопоставление результатов экспертной оценки точности диагностических решений врачей-рентгенологов районной больницы и врачей-рентгенологов с использованием телерадиологии. Сопоставление результатов экспертной оценки представлено в Таблице 15.

Таблица 15 – Сопоставление результатов экспертной оценки

Характеристика диагностической эффективности	Эксперты	
	Рентгенолог ЛПУ	Рентгенолог ТМК
Степень согласованности	k = 0,36	k = 0,78
Степень согласованности ОГК	k = 0,35	k = 0,55
Степень согласованности КСС	k = 0,56	k = 0,80
Степень согласованности ОБП и ЗП	k = 0,21	k = 0,25
Чувствительность	58,6%	90,5%
Специфичность	84,9%	91%
AUC;	0,718	0,907
95%-й ДИ	0,637–0,798	0,869–0,946
Отношение шансов;	3,971	1,061
95%-й ДИ	1,718–9,178	0,481–2,337

Примечание. ОГК – органы грудной клетки; КСС – костно-суставная система; ОБП и ЗП – органы брюшной полости и забрюшинного пространства

На основании полученных значений согласованности мнений специалистов – удовлетворительная степень согласованности заключений экспертов с заключениями врачей-рентгенологов районной больницы ($k = 0,36$, $p = 0,001$) и значительная согласованность заключений экспертов с заключениями рентгенологов телемедицинского сервиса ($k = 0,78$; $p = 0,001$) – можно сделать вывод о том, что эксперты расходятся во мнениях с районными врачами-рентгенологами чаще, чем с врачами телемедицинской диагностики. Значение показателя чувствительности для метода телемедицинской диагностики (чувствительность метода дистанционной диагностики – 90,5%) выше, чем для метода диагностики на местах (чувствительность метода диагностики на местах – 58,6%), что свидетельствует о том, что вероятность определения правильного диагноза врачом-рентгенологом при телеконсультировании, значительно выше, чем рентгенологом районной больницы на своем рабочем месте. Полученные результаты могут быть связаны с рядом причин, влияющих на качество работы врача-рентгенолога, таких как медицинский стаж, регулярное обучение и повышение квалификации, квалификация среднего медицинского персонала.

Специфичность диагностики выше для метода с применением телемедицинской технологии дистанционной диагностики (специфичность – 91%), чем специфичность при оценке качества диагностики на местах (84,9%), то есть вероятность правильной интерпретации рентгенологической картины при отсутствии признаков патологии выше для телемедицинского метода дистанционной оценки результатов рентгенологических исследований. Показатель AUC метода телемедицинской диагностики составил 0,907 с 95%-м ДИ 0,869–0,946, что свидетельствует о его большей эффективности по сравнению с рутинным методом диагностики при использовании телемедицины в качестве инструмента для контроля качества работы на местах, для которого значение показателя AUC составило 0,718 значения 95%-го ДИ 0,637–0,798. Уровень статистически значимого показателя отношения шансов диагностики с применением инструмента телемедицинского контроля качества ($OR = 3,971$;

95%-й ДИ = 1,718–9,178) превышает значение отношения шансов телемедицинской диагностики (OR = 1,061; 0,481–2,337) и указывает на больший риск пропуска патологии в первом методе.

В нашем исследовании проведена оценка качества описания рентгенограмм в условиях низкой плотности населения, при помощи метода экспертных оценок, определены наиболее часто встречающиеся виды диагностических ошибок.

Анализ диагностических заключений врача районной больницы и заключений экспертов показал преобладание числа совпадений (113 случаев; 66,9%) (категории I и II) над расхождениями (56; 33,1%; (категории III и IV). Среди совпадений большая часть соответствовала категории II (совпадения заключений о наличии патологических изменений) (68 случаев; 40,2%), в меньшей степени – категории I (совпадения заключений об отсутствии рентгенологических признаков патологии) (45 случаев; 26,7%). Выявлен довольно большой процент расхождений в категориях III (расхождения заключений в отношении отсутствия патологических изменений) и IV (расхождения заключений о наличии патологии), который требует детального анализа причин несовпадения диагнозов. В группе расхождения заключений врача и экспертов преобладала категория IV (48 случаев; 28,4%) – недоучет визуальной картины при наличии на рентгенограмме патологического субстрата. Меньшая доля расхождений (8; 4,7%) была выявлена согласно категории III – интерпретация теневой картины в пользу патологических изменений при их отсутствии.

Согласно изучаемой анатомической области, проведена оценка исследований органов грудной клетки, костно-суставного аппарата и органов брюшной полости и забрюшинного пространства. Совпадения заключений преобладали при анализе рентгенограмм костно-суставной локализации (51 случай; 30,2%) и органов грудной клетки (46; 27,2%), меньший процент совпадений наблюдался при исследовании органов брюшной полости и забрюшинного пространства (16; 9,5%). При том что совпадения категории II

(совпадения по наличию патологии) преобладали в исследованиях костно-суставной системы (35 случаев; 46,1%) и органов грудной клетки (28; 40,6%), в исследовании органов брюшной полости и забрюшинного пространства эта категория встречалась в меньшем количестве случаев – 5 (20,8%). Категория I (совпадения об отсутствии патологии) выявлена в большем процентном соотношении в исследованиях органов брюшной полости и забрюшинного пространства (11 случаев; 45,8%) по сравнению с данными исследований органов грудной клетки (18; 26,1%) и костно-суставной системы (16 случаев; 21,1%). Это свидетельствует о том, что патологический субстрат на снимках чаще выявлялся по данным исследований органов дыхания и костно-суставного аппарата.

Наибольший процент расхождений диагностических заключений наблюдался в отношении заболеваний костно-суставной системы (14,8%, 25 случаев), на втором месте – расхождения по патологии органов дыхания (13,6%, 23 случая), меньший процент расхождений был выявлен в отношении патологических изменений органов брюшной полости и забрюшинного пространства (4,7%, 8 случаев). При том, что в исследованиях рентгенограмм костно-суставного аппарата установлено среднее значение коэффициента согласованности заключений ($k = 0,56$, $p = 0,001$), удовлетворительная степень согласованности определена для исследований органов грудной клетки ($k = 0,35$; $p = 0,001$) и брюшной полости и забрюшинного пространства ($k = 0,21$; $p = 0,001$). Это свидетельствует о том, что в процессе дистанционного анализа эксперты чаще определяли дефекты диагностического процесса, по данным исследований органов грудной и брюшной полости и забрюшинного пространства. Категория расхождений IV (вероятное наличие патологии, по мнению экспертов) преобладала над категорией III (вероятное отсутствие патологии, по мнению экспертов) в исследуемых анатомических областях, соответственно для патологии костно-суставной локализации категория IV составила 22 (28,9%), для органов грудной клетки – 19 (27,5%), для патологии органов брюшной полости и забрюшинного пространства – 7 (29,2%). Данный

результат подтверждает преобладание недоучета визуальной картины при наличии на рентгенограмме патологического субстрата.

Результаты рентгенологических исследований органов грудной клетки показали, что в процессе дистанционного описания рентгенограмм грудной клетки в стандартных проекциях совпадения заключений (46 случаев; 66,7%,) преобладают над расхождениями (23 случая; 33,3%). В то же время удовлетворительный, ближе к низкому, уровень показателя конкордации ($\kappa = 0,35$; $p = 0,001$) указывает на то, что несовпадения заключений встречаются достаточно часто. Среди заболеваний органов грудной клетки структуру основных патологических состояний в рамках данной работы составили изменения воспалительного характера, нарушения гемодинамики малого круга кровообращения, а также новообразования органов грудной клетки.

Совпадения заключений при анализе рентгенограмм органов дыхания в большинстве случаев имели место при наличии больших объемов и явных признаков патологического субстрата, в частности при плевропневмонии и высокой степени гемодинамических нарушений (фаза интерстициального или альвеолярного отека легких). Расхождения в заключениях имели место при очаговых пневмониях и начальных стадиях гемодинамических нарушений. Рак легкого чаще фигурировал в категории расхождения диагнозов при ошибочном заключении об отсутствии патологии при наличии признаков нарушения бронхиальной проходимости 1–2-й степени. На основании анализа данных, полученных в ходе нашего исследования органов грудной полости, были установлены следующие причины расхождений: отсутствие клинической истории болезни и доступа к предыдущим исследованиям при использовании телерадиологии, неточность в формулировке диагностических заключений и нарушения методики выполнения рентгенографии грудной клетки.

Результаты оценки качества описания рентгенологических снимков костно-суставной системы с использованием дистанционного метода показали, что совпадения заключений врача районной больницы и экспертов (51 случай; 67,1%) преобладают над расхождениями (25 случаев; 32,9%,). Средний уровень

показателя соответствия ($k = 0,56$; $p = 0,001$) указывает на то, что несовпадения заключений встречаются достаточно часто. В зависимости от анализируемой области в категориях совпадения (категории I и II) чаще фигурировал периферический скелет, в категориях расхождения (III и IV категории) имело место практически равное количество случаев патологии аксиального и периферического скелета.

В категории II (совпадения заключений о наличии патологии) определено равное количество совпадений в исследованиях периферического скелета верхних и нижних конечностей. Структуру основных патологических состояний скелета верхних конечностей составили костно-травматические повреждения, среди патологии скелета нижних конечностей – начальные дистрофические изменения. Среди диагностированных случаев патологии аксиального скелета чаще встречались изменения позвоночника, преобладали выраженные дегенеративно-дистрофические его изменения. Среди выявленной патологии скелета головы преобладало совпадение о наличии рентгенологических признаков воспаления придаточных пазух носа.

В категории III (отсутствие патологии, по мнению экспертов) один случай расхождения, в котором рентгенолог районной больницы установил неполное обызвествление атлanto-окципитальной связки, был обусловлен погрешностью в методике выполнения рентгенограмм шейного отдела позвоночника. Наружный подвывих стопы, установленный районным врачом на основании анализа рентгенограмм голеностопного сустава без сравнения здорового сустава, и подозрение на наличие литической деструкции правой лонной кости, высказанное рентгенологом районной больницы, без применения полипозиционного исследования, также были включены в категорию III (отсутствие патологии, по мнению экспертов).

В категории IV, наблюдалось преобладание расхождений заключений рентгенологов в отношении патологии скелета нижних конечностей, в частности начальной стадии остеоартроза. Основным видом патологии скелета головы в

категории расхождений заключений представлен воспалительными заболеваниями придаточных пазух носа.

Полученные в нашей работе данные совпадают с результатами ранее выполненных исследований, согласно которым основную долю патологии костно-суставного аппарата составляют дегенеративные, воспалительные заболевания и переломы костей [50, 55]. По данным нашего исследования, среди общего объема костной патологии преобладали дегенеративно-дистрофические изменения, тогда как, по мнению ряда авторов, первое место среди всех заболеваний костно-суставной системы занимает костно-травматическая патология [21, 32, 50, 127].

На основании анализа структуры основных патологических состояний костно-суставной системы выявлены следующие возможные причины расхождений диагностических заключений: несоблюдение стандартных положений и возможных вариантов проведения исследования в зависимости от клинической ситуации [130]. Рентгенограмма, выполненная только в одной проекции, как правило, дает недостаточное, а иногда и неверное представление о характере патологии, что обязательно должно учитываться при оценке рентгенограмм методом телерентгенологии. Немаловажную роль при дифференциальной диагностике патологии костно-суставной системы играет учет анамнеза и клинической картины заболевания [85, 99].

Средний уровень показателя конкордации, полученный в результате оценки качества описания рентгеновских снимков костно-суставной системы врачом районной больницы, указывает на то, что применение телемедицинской технологии дистанционного описания рентгенограмм целесообразно на отдаленных территориях, где существует проблема доступности высококвалифицированной медицинской помощи. В то же время следует учитывать, что большое значение для дистанционного анализа рентгенограмм скелета имеет правильность выполнения методики, обязательное выполнение снимков в двух взаимно перпендикулярных проекциях, наличие дополнительных (специальных) проекций.

В ходе анализа рентгенологических исследований органов брюшной полости и забрюшинного пространства выявлено преобладание совпадений над расхождениями в диагностических заключениях врача-рентгенолога РБ и экспертов. Совпадения заключений отмечены в 16 случаях (66,6%), расхождения – в 8 (33,4%). Анализ согласованности заключений показал средний (ближе к низкому) уровень согласия ($k = 0,21$; $p = 0,001$), что свидетельствует о том, что достаточно часто заключения врача-рентгенолога РБ не совпадали с заключениями экспертов. Среди совпадений заключений рентгенолога РБ и экспертов большая часть соответствовала категории I (11 случаев; 45,8%), меньшая – категории II (5 случаев; 20,8%). Расхождения представлены в большинстве случаев категорией IV (7; 29,2%), один случай (4,2%) вошел в категорию III.

В категориях совпадения диагностических заключений органов брюшной полости и забрюшинного пространства наблюдались следующие виды исследований: ирригоскопия (6 случаев; 24,8%), одинаковое количество совпадений по обзорной рентгенографии органов брюшной полости и рентгеноскопии желудка (по 3 случая; 12,5%), в меньшем количестве представлены исследования пассажа бария по кишечнику (2 случая; 8,4%), обзорная рентгенография и экскреторная урография (по 1 случаю; 4,2%). Среди расхождений преобладал вид исследования мочевыделительной системы, экскреторная урография (3 случая; 12,4%), на втором месте рентгеноскопия желудка (2 случая; 8,4%), равное количество исследований пассажа бария по кишечнику, ирригоскопия и обзорная урография (по 1 исследованию; 4,2%).

Оценка патологических состояний по данным рентгенологических исследований органов брюшной полости и забрюшинного пространства показала преобладание в группе совпадений заключений (категория II) рентгенологических признаков заболевания желудочно-кишечного тракта среди которых: рентгенологические признаки рефлюкс-эзофагита (1 случай), признаки гипомоторной дискинезии толстой кишки (1), долихосигма (1), правосторонний колоноптоз (1 случай). Наблюдалось совпадение в заключениях о наличии

мочекаменной болезни (1 случай). Среди расхождений так же отмечается превалирование патологии пищеварительного тракта, Нарушение рельефа слизистой оболочки нижней трети пищевода (1 случай), частичный птоз поперечной ободочной кишки (1), единичные, мелкие дивертикулы сигмовидной кишки (1), по сравнению с патологическими процессами органов мочевыделительной системы, среди которых рентгенологические признаки наличия кист почек (2 случая); Rn-признаки сосудистых конфликтов в проекции лоханочно-мочеточникового сегмента справа (1), снижение концентрационной способности почек, плохое качество контрастного препарата (1 случай). В одном случае, по данным обзорной урографии, экспертами была выявлена аномалия развития пояснично-крестцового отдела позвоночника, незаращение дужек позвонков, *Spina bifida*.

При сопоставлении рентгенологических заключений экспертов и врачей-рентгенологов по удаленному описанию исследований было установлено преобладание совпадений в заключениях (301 случай, категории I и II) над расхождениями (31 случай; категории III и IV). Данная тенденция наблюдалась и при сопоставлении заключений экспертов с заключениями рентгенологов районной больницы. Совпадения чаще наблюдались в категории II (совпадения по наличию рентгенологических признаков патологии) (200 случаев), меньшее число совпадений (101 случай) соответствовало категории I (отсутствие рентгенологических признаков патологии на снимках). Процент расхождений диагностических заключений в категориях III и IV при сравнении заключений дистанционного описания рентгенографических исследований с экспертными меньше (31 случай; 9,3%), чем при сравнении описаний врача РБ с заключениями экспертов (56 случай; 33,1%). Среди расхождений преобладала категория IV (наличие патологии, по мнению экспертов) по сравнению с категорией III (отсутствие патологии, по мнению экспертов) (21 и 10 случаев соответственно). При оценке соотношения рентгенологических исследований согласно анатомической локализации установлено, что совпадения (категории I и II) представлены в большинстве случаев исследованиями костно-суставной

системы (248 случаев; 74,7%), на втором месте исследования органов грудной клетки (48; 14,5%), на третьем месте – исследования органов брюшной полости и забрюшинного пространства (5 случаев; 1,5%), что также было характерно при сопоставлении заключений экспертов и районных специалистов. В категории I (совпадения об отсутствии патологии) выявлено преобладание совпадений в исследованиях костно-суставной системы (59 случаев), исследования органов дыхания составили в данной категории 38 случаев совпадений, исследования органов брюшной полости и забрюшинного пространства – 4 случаев. Данная тенденция сохранялась и в категории II (совпадения по наличию патологии), большая часть совпадений (189 случаев) представлена исследованиями костно-суставной системы, меньше исследований органов грудной и брюшной полости (10 и 1 случай соответственно). Таким образом, патологический субстрат на снимках чаще выявлялся по данным исследований костно-суставной системы, в меньшем количестве – в исследованиях органов грудной клетки, а также органов брюшной полости и забрюшинного пространства.

Исследования костно-суставной системы преобладали и среди расхождений в категориях III и IV, составили 18 (5,4%) наблюдений, 10 (3,0%) исследований органов дыхания, органов брюшной полости и забрюшинного пространства 3 (0,9%) случаев. Категория III (отсутствие патологии, по мнению экспертов) представлена исследованиями костно-суставной системы и органов грудной полости (7 и 3 случая соответственно), а категорию IV (наличие патологии, по мнению экспертов) составили 11 исследований костно-суставного аппарата, 7 исследований органов дыхания и 3 исследований органов брюшной полости и забрюшинного пространства. В результате выявлено преобладание недоучета визуальной картины при наличии на рентгенограмме патологического субстрата в исследованиях костно-суставного аппарата и органов грудной клетки, реже – в исследованиях органов брюшной полости и забрюшинного пространства, что подтверждают полученные значения коэффициентов конкордации, согласно которым получена низкая степень согласованности в исследованиях костно-суставного аппарата и органов грудной клетки,

удовлетворительная степень согласованности в исследованиях органов брюшной полости и забрюшинного пространства.

Проведен анализ патологических изменений при обследовании органов грудной клетки. Среди совпадений о наличии патологического субстрата по снимкам получены заключения о наличии рентгенологических признаков заболеваний сердечно-сосудистой системы (изменения размеров и формы сердечной тени, типичные рентгенологические признаки сердечно-легочной недостаточности), обнаружены рентгенологические признаки новообразований органов грудной клетки (изменение корней легких, расширение средостения) и явные рентгенологические симптомы бронхиальной обструкции при ХОБЛ.

В категории III (отсутствие патологии, по мнению экспертов) определены расхождения диагнозов относительно рентгенологических признаков воспалительной инфильтрации в двух исследованиях и фокусного образования легкого – в одном исследовании.

В группе расхождений по категории IV (гиподиагностика) определено небольшого количества жидкости в плевральной полости, в двух случаях эксперты рекомендовали выполнение дополнительного ультразвукового исследования плевральных полостей для исключения базального гидроторакса, тогда как рентгенологи дистанционной диагностики не высказали предположения о наличии жидкости в плевральной полости. Воспалительные процессы были установлены экспертами в четырех исследованиях, в двух случаях эксперты обнаружили признаки специфического воспалительного процесса в легких, при синдроме двусторонней милиарной диссеминации и метатуберкулезных очагово-фиброзных изменениях, в двух наблюдениях экспертами выявлена инфильтрация легочной ткани инфекционно-воспалительного характера. В одном исследовании эксперты установили рентгенологические признаки объемного образования легкого, тогда как рентгенологи удаленной диагностики по данному исследованию предположили наличие признаков инфильтрата легкого.

В качестве возможных причин неправильной трактовки патологических изменений при оценке рентгенограмм с помощью телемедицины можно предположить отсутствие контроля врача-рентгенолога по проведению процедуры рентгенологического исследования, ошибки методики и техники выполнения снимков, недостаточный уровень профессиональной подготовки рентгенолаборантов отделения лучевой диагностики в регионе.

Проведена оценка качества рентгенологических исследований костно-суставного аппарата, в результате которой было выявлено преобладание совпадений диагностических заключений о наличии патологии на снимках. Среди основных видов патологии отмечены дегенеративно-дистрофические заболевания суставов, представленные резко выраженными изменениями в развитых стадиях, травматические повреждения костно-суставной системы с отчетливым проявлением травматических изменений и прямыми рентгенологическими признаками перелома. Среди воспалительных процессов, установленных при исследовании костно-суставной системы, в двух случаях отмечены случаи остеомиелита, в четырех – наличие воспалительного процесса слизистой оболочки придаточных пазух носа. Характер воспалительного процесса в придаточных пазухах рентгенологически представлен признаками типичного процесса острого течения. При рентгенологических наблюдениях остеомиелита определены характерные признаки воспалительного процесса костной ткани в хронической форме. Рентгенодиагностика новообразований костной ткани проводилась на основании описания лучевой картины очага опухоли в костной ткани, в заключениях высказаны предположения о наличии доброкачественных новообразований, включая хондрому, фиброзную дисплазию, простую костную кисту; в одном исследовании описаны рентгенологические симптомы злокачественной костной опухоли, остеогенной саркомы. В группе совпадений в двух исследованиях диагностированы аномалии развития костной системы, выявлено отставание костного возраста от истинного по рентгеновскому снимку кистей у ребенка, а также аномалия развития позвоночника *Spina bifidae* S1. В этих случаях одна только рентгенологическая

дифференциальная диагностика без поддержки клиники значительно затрудняет установление правильного диагноза.

В большинстве случаев гипердиагностики эксперты исключили наличие костно-травматических повреждений следующего характера: краевой перелом краниальных отделов медиального мыщелка бедренной кости, перелом крыши вертлужной впадины тазобедренного сустава, перелом головки проксимальной фаланги стопы и перелом основания плюсневой кости стопы. В одном исследовании экспертами не были отмечены рентгенологические признаки эпикондилита локтевого сустава, в данном случае не выполнены симметричные снимки больного и здорового сустава. Установлено наличие гипердиагностики при интерпретации снимков костей черепа, по данным которых эксперты исключили перелом костей носа в одном случае и перелом основания чешуи правой височной кости. За несуществующую линию перелома рентгенологами телемедицины были приняты нормальные анатомические образования черепа, ортогональное изображение черепных швов.

Несовпадения, связанные с гиподиагностикой травматических повреждений костно-суставного аппарата, были выявлены при описании следующих диагностических ситуаций: при подозрении на эпифизеолиз дистального метаэпифиза лучевой кости, перелом дужки шейного позвонка, перелом внутреннего угла лопатки. Врожденную патологию костной ткани эксперты диагностировали на основании рентгенологических данных при мелореостозе, диспластических явлениях в тазобедренном суставе. Кроме того, экспертами установлено дегенеративно-дистрофическое заболевание коленного сустава в виде остеонекроза медиального мыщелка левой бедренной кости, доброкачественное поражение кости, характеризующееся наличием эностозов. Такой вид повреждений очень трудно диагностировать, поэтому качество расшифровки снимка в большей степени зависит от квалификации врача-рентгенолога.

В исследованиях органов брюшной полости и забрюшинного пространства совпадений наблюдалось больше, чем расхождений. Преимущественно установлены совпадения об отсутствии патологии, меньше совпадений по острой

патологии органов живота. Расхождения диагнозов имели место в исследованиях желудочно-кишечного тракта и мочевыделительной системы. При обзорной урографии врач-рентгенолог сервиса телемедицины не распознал тень контрастного конкремента в проекции поперечного отростка позвонка. Рентгенологом дистанционно не были отмечены реактивные изменения кишечника в виде релаксации купола диафрагмы и вздутия петель кишечника, аномалии почечной лоханки и мочеточника по данным экскреторной урографии.

Проблема несовпадения диагностических заключений в ходе экспертной оценки является предметом обсуждения в современных литературных источниках [20, 31, 39]. В ходе нашего исследования в качестве возможных причин несовпадения заключений экспертов и врача РБ рассматривается отсутствие полной клинической информации и результатов предыдущих рентгенологических исследований при удаленном описании рентгенограмм. Также в качестве причин расхождения диагнозов следует выделить неточность в формулировке диагностических заключений при правильной трактовке визуальной картины, возможные некорректные условия проведения исследований.

В ходе исследования проведен анализ результатов рентгенологических исследований, выполненных в районной больнице, который показал, что расхождения диагностических решений в большинстве случаев были обусловлены недоучетом рентгенологических признаков патологических изменений на снимках врачом РБ. По результатам анализа частоты и характера расхождений в диагностических решениях получен умеренный уровень согласия, подтверждающий достаточно большой процент не выявленных патологий [35]. Из анализа структуры основных патологических состояний установлен достаточно серьезный характер пропущенных патологий, раннее выявление которых может способствовать своевременному процессу лечения и реабилитации больных.

Исходя из полученных результатов, можно сделать выводы о том, что телерентгенологические консультации имеют существенные ограничения при интерпретации таких методов исследования, как рентгеноскопия; оценка

динамических рентген-исследований во многом зависит от компетенции врача, проводящего данное исследование; методики исследования; наличия необходимого оборудования и качества аппаратуры. В диссертации получены результаты, подтверждающие низкую диагностическую эффективность оценки исследований органов брюшной полости и забрюшинного пространства, ассоциированные с низким коэффициентом конкордации при экспертной оценке заключений на региональном уровне и при телемедицинской дистанционной диагностике (0,21; 0,25 соответственно).

Также следует учитывать, что дистанционная диагностика имеет ряд ограничений в виде отсутствия возможности обсуждения случая с лечащим врачом, общения с пациентами, в некоторых случаях – оценки клинического исследования, данных предыдущих исследований, что значительно затрудняет интерпретацию рентгенологических изображений удаленным методом. Вместе с тем, повторный удаленный просмотр исследований можно считать информативным методом с учетом вышеперечисленных факторов, в зависимости от исследуемой анатомической локализации и предполагаемого вида патологии.

По данным научных исследований в области организации службы лучевой диагностики, установлено, что на качество оказываемой медицинской помощи населению, проживающему вне административных центров, огромное влияние оказывает уровень профессиональной подготовки специалистов и укомплектованности квалифицированными кадрами [69]. Таким образом, применение телемедицинской технологии в лучевой диагностике является важным аспектом эффективной деятельности медицинских организаций на территории с низкой плотностью населения. Использование телерадиологии с привлечением высококвалифицированных рентгенологов ведущих медицинских центров позволяет качественно реализовать мероприятия по рентгенодиагностике, тем самым решая вопрос дефицита врачей специалистов в лечебных учреждениях сельской местности.

ВЫВОДЫ

1. Применение синдромного методологического подхода для экспертной оценки эффективности диагностических исследований демонстрирует статистически значимые параметры чувствительности и специфичности (90,5 и 91,0% соответственно) дистанционного описания исследований рентгенологом телемедицинской системы по сравнению с чувствительностью и специфичностью (58,6 и 84,9% соответственно) описания снимков рентгенологом районной больницы на своем рабочем месте.

2. Анализ согласованности положительных и отрицательных рентгенологических заключений показал средний уровень согласия (коэффициент конкордации – 0,36) при оценке рентгенологических заключений в условиях районной больницы и хорошую степень согласия (коэффициент конкордации – 0,78) для телемедицинской технологии дистанционного описания рентгенограмм.

3. Коэффициент конкордации в исследованиях костно-суставной системы, органов грудной клетки, органов брюшной полости и забрюшинного пространства характеризуется большим значением при телемедицинской дистанционной диагностике (0,80; 0,55 и 0,25 соответственно) по сравнению с рентгенологическими заключениями на региональном уровне (0,56; 0,35; 0,21 соответственно).

4. Наличие патологических изменений, соответствующих разработанной методологии синдромного подхода к экспертной оценке, обеспечивает высокий уровень коэффициента конкордации при костно-суставной патологии и заболеваниях органов дыхания (0,80 и 0,55 соответственно) и может способствовать своевременному обеспечению лечебных мероприятий.

5. Использование оптимизированного алгоритма телемедицинской диагностики с применением цифровых диагностических изображений ассоциировано с коэффициентом конкордации – 0,19 по сравнению с коэффициентом конкордации – 0,45 без передачи цифровых диагностических изображений, что свидетельствует о конкретизации диагноза.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При телерентгенологии в процессе экспертной оценки диагностических заключений в рамках второго мнения необходимо использовать методологию синдромного подхода.

2. Согласованность экспертных заключений с результатами диагностических заключений при синдромном подходе требует направления пациента в профильные медицинские учреждения; несогласованность экспертных заключений требует дальнейших консультативных мероприятий для уточнения диагноза.

3. Телемедицинские консультации рекомендуется проводить в соответствии с оптимизированным алгоритмом, предполагающим включение в материал для телеконсультаций цифровых диагностических изображений, и анализ диагностических изображений специалистами экспертного уровня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агранович, Н. В. Возможности и эффективность дистанционного обучения в медицине / Н. В. Агранович, А. Б. Ходжаян // *Фундаментальные исследования*. – 2012. – № 3–3. – С. 545–547.
2. Айдаров, Л.А. Организационно-экономический механизм формирования информационных услуг в современных условиях / Л. А. Айдаров, Н. И. Гаврильчак // *Российское предпринимательство*. – 2012. – № 4. – С. 143–149.
3. Баженова, Ю. В. Проблемные вопросы в анализе деятельности службы лучевой диагностики / Ю. В. Баженова // *Сибирский медицинский журнал (Иркутск)*. – 2015. – Т. 135, № 4. – С. 71–73.
4. Баженова, Ю. В. Современные аспекты деятельности службы лучевой диагностики в Российской Федерации / Ю. В. Баженова // *Сибирский медицинский журнал (Иркутск)*. – 2015. – Т. 134, № 3. – С. 78–81.
5. Балалыкин, Д. А. История и современные вопросы развития биоэтики : учебное пособие / Д. А. Балалыкин, А. С. Киселев. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 144 с.
6. Баранов, А. А. Телемедицина –перспективы и трудности перед новым этапом развития / А. А. Баранов, Е. А. Вишнева, Л. С. Намазова-Баранова // *Педиатрическая фармакология*. – 2013. – Т. 10, № 3. – С. 6–11.
7. Блажис, А. К. Телемедицина / А. К. Блажис, В. А. Дюк. – СПб : СпецЛит, 2001. – 143 с.
8. Блинов, А. Б. Современные проблемы переоснащения рентгенодиагностической службы Российской Федерации / А. Б. Блинов, Н. Н. Блинов, А. В. Виленский // *Медицинский Алфавит*. – 2010. –Т. 1, № 6. – С. 6–9.
9. Борисов, Д. Н. Основы применения организационной телемедицины в здравоохранении [Электронный ресурс] / Д. Н. Борисов // *Medline.ru*. – 2015. – Т. 16. – Режим доступа: <http://www.medline.ru/public/art/tom16/art90.html>.

10. Бурсов, А. И. Телекоммуникационные технологии в медицине / А. И. Бурсов, В. П. Еричев // Глаукома. – 2011. – № 4. – С. 65–70.
11. Буцко, Е. В. Обоснование организационных направлений развития телемедицинских технологий (по материалам Новосибирской области) [Электронный ресурс] / Е. В. Буцко, И. В. Шарапов, О. И. Иванинский // Медицина и образование в Сибири. – 2014. – № 5. – Режим доступа: http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1529.
12. Васильков, В. Г. Возможности использования телекоммуникационных технологий в медицине критических состояний / В. Г. Васильков, В. С. Щукин // Вестник интенсивной терапии. – 1998. – Т. 1, № 2. – С. 32–35.
13. Владзимирский, А. В. Возможности и эффективность телемедицины в педиатрии / А. В. Владзимирский, О. И. Ряскова // Здоровье ребенка. – 2007. – № 5. – С. 18–22.
14. Владзимирский, А. В. История телемедицины: люди, факты, технологии / А. В. Владзимирский. – Донецк : Цифровая типография, 2008. – 82 с.
15. Владзимирский, А. В. Критерии оценки эффективности телемедицинской консультации / А. В. Владзимирский // Врачи информационные технологии. – 2007. – № 1. – С. 34–38.
16. Владзимирский, А. В. Оценка эффективности телемедицины / А. В. Владзимирский. – Донецк : Вебер, 2007. – 63 с.
17. Владзимирский, А. В. Поддержка диагностических решений с использованием телерадиологии – эффективность и результаты / А. В. Владзимирский // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика : Наук.-практ. конф. з міжнарод. участю. – Київ, 2009. – Секція 5. – С. 157–161.
18. Владзимирский, А. В. Принципы поддержки принятия управленческих решений в сфере здравоохранения путем анализа телемедицинской деятельности / А. В. Владзимирский, А. А. Останин // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика: Наук.-практ. конф. з міжнарод. участю. – Київ, 2011. – Секція 1. – С. 30–33.

19. Владзимирский, А. В. Систематический обзор применения мессенджеров «WhatsApp» и «Viber» в клинической медицине / А.В.Владзимирский // Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. – 2017. – № 1.– С. 30–41.
20. Владзимирский, А. В. Телемедицина: Curatio Sine Tempora et Distantia / А.В. Владзимирский. – Москва, 2016. – 663 с.
21. Власов, П. В. Рентгенодиагностика травматических повреждений / П. В. Власов, Г. Г. Кармазановский // Медицинская визуализация. – 2012. – № 2.– С. 91–100.
22. Громов, А. И. Создание централизованной системы архивации диагностических изображений в городе Москве [Электронныйресурс] / А. И. Громов // Конгресс Российской ассоциации радиологов : Материалы конгресса. – Москва, 2014. – Режим доступа: http://congress-ph.ru/istorija_1_1/2014/rar14/materials.
23. Девятилетний опыт продвижения телемедицинского проекта в удаленных регионах России / В. Л. Столяр, О. Ю. Атьков, А. И. Сельков и др. // Украинский журнал телемедицины и медицинской телематики. – 2005.– Т. 3, № 2. – С. 141–147.
24. Демичева, Т. Н. Влияние информационно-коммуникационных технологий на качество и доступность медицинских услуг / Т. Н. Демичева // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. – 2012. – Т. 2, № 2. – С. 81–85.
25. Журавлев, М. С. Защита персональных данных в телемедицине / М. С. Журавлев // Право. Журнал Высшей школы экономики. – 2016. – № 3. – С. 72–84.
26. Журавлев, М. С. Электронное здравоохранение: становление и развитие / М. С. Журавлев // Право. Журнал Высшей школы экономики. – 2016. – № 2. – С. 235–241.
27. Значение информационных технологий в повышении безопасности пациенты эффективности лечения / М. В. Глазатов, А. Г. Микшин,

- Д. Ю. Пшеничников и др. // Врачи информационные технологии. – 2004. – № 1. – С. 22–26.
28. Исаев, Т. М. Повышение качества медицинского обслуживания в России путем развития региональной телемедицины / Т. М. Исаев // Экономические науки. – 2012. – № 6. – С. 82–88.
 29. История и современные вопросы развития биоэтики / под ред. Т. А. Николаева. – М. :ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 144 с.
 30. Камаев, И. А. Социальные установки на потребление услуг телемедицины у пациентов и медицинских работников / И. А. Камаев, В. М. Леванов, И. А. Кошелев // Медицинский альманах. – 2009. – № 4. – С. 15–19.
 31. Кармазановский, А. Г. Критерии оценки эффективности томографических исследований, показания к дистанционному консультированию / А. Г. Кармазановский, А. Б. Гусева // Медицинская визуализация. – 2016. – №2. – С. 138–142.
 32. Климовицкий, В. Г. Чрескостный остеосинтез в телемедицинском консультировании / В. Г. Климовицкий, А. В. Владзимирский // Гений ортопедии. – 2001. – № 3. – С. 128–133.
 33. Кобринский, Б. А. Новый этап развития телемедицины: специфические требования к телемедицинским консультациям в различных областях медицины / Б. А. Кобринский, Н. В. Матвеев // Медицина и высокие технологии. – 2004. – № 1. – С. 4–13.
 34. Кобринский, Б. А. Телемедицина в системе практического здравоохранения / Б. А. Кобринский. – 2-е изд., стер. – М. :Директ-Медиа, 2016. – 238 с.
 35. Конюхов, В. Н. Основы телемедицинских систем: учебное пособие / В. Н. Конюхов. – Самара, 2012. – 8 с.
 36. Королюк, И. П. Доказательная радиология: основные принципы и подходы к ее реализации / И. П. Королюк // Радиология практика. – 2007. – № 5. – С. 7–21.

37. Костин, В. И. Построение региональной телемедицинской системы в регионе с низкой плотностью населения (на примере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры) / В. И. Костин, В. Б. Колядо, Ю. Ю. Дорофеев // Сибирский медицинский журнал (Томск). – 2014. – Т. 29, № 2. – С. 84–87.
38. Кошелев, И. А. Дистанционное образование в системе современного здравоохранения: реальность и перспективы / И. А. Кошелев // Медицинский альманах. – 2010. – № 1. – С. 48–53.
39. Кошелев, И. А. Тенденции развития телемедицинских технологий в современном мире / И. А. Кошелев // Медицинский альманах. – 2010. – № 1. – С. 13–17.
40. Кривушкина, Е. В. Некоторые результаты экспертной оценки состояния службы лучевой диагностики с позиций развития телемедицинских технологий (по материалам Новосибирской области) [Электронный ресурс] / Е. В. Кривушкина, И. В. Шарапов, О. И. Иванинский // Медицина и образование в Сибири. – 2014. – №4. – Режим доступа: <http://www.ngmu.ru/cozo/mos/article/abauthors.php?id=1455>.
41. Кузнецов, П. П. Электронное здравоохранение в сельских районах: чем оборудовать ФАПы / П. П. Кузнецов, О. В. Симаков, М. Ю. Яцковский // Здравоохранение. – 2016. – № 11. – С. 108–111.
42. Куракова, Н. Г. Система телемедицинских услуг в Российской Федерации: де-факто и де-юре / Н. Г. Куракова // Врач и информационные технологии. – 2009. – № 2. – С. 52–62.
43. Курносов, С. В. Телемедицина: региональный аспект / С. В. Курносов, А. В. Петров, С. В. Трофимов // Информационное общество. – 2006. – № 1. – С. 29–30.
44. Леванов, В. М. Основные черты функционально-организационной модели региональных телемедицинских систем / В. М. Леванов // Вестник Медицинского стоматологического института. – 2012. – № 3. – С. 5–7.

45. Леванов, В. М. От телемедицины до электронного здравоохранения: эволюция терминов / В. М. Леванов // Медицинский альманах. – 2012. – № 2. – С. 16–19.
46. Лукьяненко, Н. Я. Результаты анализа рентгенологических признаков в изучении основных причин врачебных ошибок в диагностике пневмоний / Н. Я. Лукьяненко, А. В. Брюханов, В. Г. Колмогоров // Радиология-Практика. – 2011. – № 5. – С. 45–50.
47. Мацаренко, А. В. Телемедицинские технологии в организации скрининговых исследований молочной железы / А. В. Мацаренко, Т. В. Прудько, А. В. Владзимирский // Український журнал телемедицини та медичної телематики. – 2011. – Т. 9, № 2. – С. 183–186.
48. Мокеев, А. Б. Применение телемедицинских технологий при оказании экстренной и планово-консультативной медицинской помощи / А. Б. Мокеев. – Архангельск, 2003. – 52 с.
49. Наливаева, А. В. Информационные технологии в медицине: доказанные факты и нерешенные проблемы / А. В. Наливаева // Бюллетень медицинских Интернет-конференций. – 2012. – Т. 2, № 11. – С. 894–897.
50. Насонова, В. А. О всемирной декаде костно-суставных заболеваний 2000–2010 [Электронный ресурс] / В. А. Насонова, Ш. Эрдес // Научно-практическая ревматология. – 2000. – № 4. – Режим доступа: <http://rsp.imapress.net/rsp/article/view/484>.
51. Нусинов, В. М. Информационные технологии в здравоохранении информационно-аналитические материалы по итогам работы VII международного IT-форума с участием стран БРИКС и ШОС / В. М. Нусинов // Здравоохранение Югры: опыт и инновации. – 2015. – № 2. – С. 7–17.
52. Организационные направления формирования региональной системы дистанционной лучевой диагностики (по материалам Новосибирской области) [Электронный ресурс] / Е. А. Финченко, Е. В. Буцко, А. В. Стрыгин, Л. С. Шалыгина // Социальные аспекты здоровья населения.

- 2016. – Т. 49, № 3. – Режим доступа: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/754/30/lang,ru>.
53. Организация дистанционной многоуровневой службы функциональной диагностики Подмосковья / С. И. Федорова, В. И. Шумский, В. П. Булыгин и др. // Альманах клинической медицины. – 2005. – Т. 8, № 1. – С. 139–143.
 54. Организация службы и образование PACS + RIS + телерадиология: от разговоров – к реальным проектам в России / Р. В. Рыжков, А. И. Громов, Г. М. Орлов и др. // Лучевая диагностика и терапия. – 2015. – № 4. – С. 91–96.
 55. Основные задачи Международной декады (The Bone and Joint Decade 2000–2010) в совершенствовании борьбы с наиболее распространенными заболеваниями опорно-двигательного аппарата в России / А. И. Вялков, Е. И. Гусев, А. Б. Зборовский и др. // Научно-практическая ревматология. – 2001. – № 2. – С. 4–8.
 56. Основные направления развития Интернет-технологий в здравоохранении (систематический обзор) [Электронный ресурс] / Г. С. Лебедев, И. В. Фомина, И. А. Шадеркин и др. // Социальные аспекты здоровья населения. – 2017. – Т. 57, № 5. – Режим доступа: http://vestnik.mednet.ru/content/view/923/30/lang,ru_RU.CP1251.
 57. Основы лучевой диагностики и терапии: национальное руководство / под ред. С. К. Терновой. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 992 с.
 58. Панков, М. Н. Дистанционное консультирование детей с эмоциональными и поведенческими нарушениями / М. Н. Панков // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. – 2013. – № 2. – С. 30–38.
 59. Переведенцев, О. В. Место телемедицины в клинической практике / О. В. Переведенцев // Здравоохранение. – 2011. – № 9. – С. 52–57.
 60. Пивень, Д. В. Клиническая и экономическая эффективность телемедицины в Сибири / Д. В. Пивень. – Иркутск, 2003. – 140 с.
 61. Пивень, Д. В. Модель организационных мероприятий по внедрению телемедицины в деятельность практического здравоохранения региона /

- Д. В. Пивень // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2003. – Т. 38, № 3. – С. 84–87.
62. Практика телемедицинского консультирования и перспективы специализации / Б. А. Кобринский, Н. В. Матвеев, В. Н. Бодров и др. // Врачи и информационные технологии. – 2005. – № 4. – С. 37–46.
 63. Ростовцев, М. В. Этапы развития лучевой диагностики на Южном Урале / М. В. Ростовцев // Вестник Челябинской областной клинической больницы. – 2010. – № 3. – С. 12–16.
 64. Рылов, А. В. Развитие региональных телемедицинских сетей в России (на примере Приволжского федерального округа) [Электронный ресурс] / А. В. Рылов, Ю. О. Бакланова // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. – 2009. – № 18. – Режим доступа: <http://eee-region.ru/article/1202>.
 65. Савчук, Г. Б. Использование цифровых технологий для повышения эффективности диагностики при травмах голеностопного сустава / Г. Б. Савчук // Радиология-Практика. – 2008. – № 4. – С. 28–31.
 66. Сагидов, А. К. Основные направления совершенствования здравоохранения в регионе / А. К. Сагидов // Вопросы структуризации экономики. – 2012. – № 3. – С. 87–90.
 67. Сеницын, В. Е. Реализация пилотного проекта по созданию системы дистанционной лучевой диагностики [Электронный ресурс] // Конгресс Российской Ассоциации радиологов: Человек и его здоровье. – Москва, 2014. – Режим доступа: http://www.congress-ph.ru/istorija_1_1/2014/rar14/materials.
 68. Современная концепция построения единой информационной системы здравоохранения / Д. Д. Венедиктов, В. К. Гасников, П. П. Кузнецов и др. // Врачи и информационные технологии. – 2008. – № 2. – С. 17–23.
 69. Стрыгин, А. В. Основные направления совершенствования организации работы службы лучевой диагностики в субъекте Российской Федерации / А. В. Стрыгин // Хирургия позвоночника. – 2009. – № 3. – С. 84–92.

70. Телерадиология в России: современное состояние / С. К. Терновой, В. Е. Сеницын, Д. В. Устюжанин и др. // Врач. – 2008. – № 3. – С. 6–8.
71. Устюжанин, Д. В. Оценка эффективности алгоритмов сжатия МР-изображений для передачи по компьютерным сетям для телерадиологических консультаций / Д. В. Устюжанин, О. С. Пьяных // Медицинская визуализация: материалы 2-го Всероссийского национального конгресса по лучевой диагностике и терапии / под ред. С. К. Терновой. – Москва, 2008. – С. 292–293.
72. Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья» : от 29.07.2017 N 242-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс] // Консультант Плюс. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_221184.
73. Фролов, С. В. Тенденции развития телемедицинских технологий в Российской Федерации / С.В.Фролов, М.С.Фролова // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2005. – Т. 11, № 2. – С. 328–340.
74. Шарабчиев, Ю. Т. Доступность и качество медицинской помощи: слагаемые успеха [Электронный ресурс] / Ю. Т. Шарабчиев, Т. В. Дудина // Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. – 2013. –Т.4, №4. – Режим доступа: <http://www.mednovosti.by/journal.aspx?article=4477>.
75. Шарипова, Э. С. Проблемы доступности медицинской помощи в регионах России / Э. С. Шарипова, Т. В. Матягина, Р. Р. Фролова // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире : материалы Международной конференции. – Санкт-Петербург, 2016. – С. 17–19.
76. Шукова, Я.А. Реализация проекта «телемедицины» в г. Санкт-Петербург / Я. А. Шукова, Н. В. Кузнецов // Успехи современной науки. – 2016. –Т. 4, № 12. – С. 145–147.

77. Abroad and multimedia collaborative system for advanced teleradiology and medical imaging diagnosis / E. J. Gomez, F. del Pozo, E. J. Ortiz et al. // IEEE Trans. Inf. Technol. Biomed. – 1998. – Vol. 2, N 3. – P. 146–155.
78. A mobile tele-radiology imaging system with JPEG2000 for an emergency care / D. K. Kim, E. Y. Kim, K. H. Yang et al. // J. Digit. Imaging. – 2011. – Vol. 24. – P. 709–718.
79. A review of telemedicine cost-effectiveness studies / F. S. Mair, A. Haycox, C. May et al. // Journal of Telemedicine and Telecare. – 2000. – Vol. 6, N 1. – P. 38–40.
80. Advancing Trauma and Emergency Education Through Virtual Presence / Z. M. Bauman, A. Azim, R. Latifi et al. // Current Trauma Reports. – 2016. – Vol. 2, N 3. – P. 124–131.
81. Al-Safadi, L. The Effects of Real-Time Interactive Multimedia Teleradiology System [Electronic resource] / L. Al-Safadi // BioMed Research International. – 2016. – Vol. 2016. – URL: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2016/4126841>.
82. American Telemedicine Association clinical guidelines for telepathology [Electronic resource] / L. Pantanowitz, K. Dickinson, A. J. Evans et al. // J. Pathol. Inform. – 2014. – Vol. 5, N 1. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4221880>.
83. Andronikou, S. Pediatric teleradiology in low-income settings and the areas for future research in teleradiology [Electronic resource] / S. Andronikou // Front. Public Health. – 2014. – Vol. 2. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4139654>.
84. Binkhuysen, F. H. Teleradiology: evolution and concepts / F. H. Binkhuysen, E. R. Ranschaert // European Journal of Radiology. – 2011. – Vol. 78, N 2. – P. 205–209.
85. Brady, A. P. Error and discrepancy in radiology: in evitable or avoidable? / A. P. Brady // Insights into Imaging. – 2016. – Vol. 8, N 1. – P. 171–182.
86. Brown, F. W. Rural telepsychiatry / F. W. Brown // Psychiatric Services. – 1998. – Vol. 49, N 7. – P. 963–964.

87. Chest Radiographs for Pediatric TB Diagnosis: Interrater Agreement and Utility [Electronic recourse] / G. Kaguthi, V. Nduba, J. Nyokabi et al. // Interdiscip. Perspect. Infect. Dis. – 2014. – Vol. 2014. – URL: <https://www.hindawi.com/journals/ipid/2014/291841>.
88. Choi, J. W. Clinical usefulness of teleradiology in general dental practice / J. W. Choi // Imaging Science in Dentistry. – 2013. – Vol. 43. – P. 99–104.
89. Clinical outcomes resulting from telemedicine interventions: a systematic review [Electronic recourse] / W. R. Hersh, M. Helfand, J. Wallace et al. // BMC Med. Inform. Decis. Mak. – 2001. – Vol. 1. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC60664>.
90. Clinical-and cost-effectiveness of telemedicine in type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis [Electronic resource] / Y. Zhai, W. Zhu, Y. Cai et al. // Medicine. – 2014. – Vol. 93, N 28. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4603080>.
91. Cosman, P. C. Evaluating quality of compressed medical images: SNR, subjective rating, and diagnostic accuracy / P. C. Cosman, R. M. Gray, R. A. Olshen // Proceedings of the IEEE. – 1994. – Vol. 82, N 6. – P. 919–932.
92. Crowe, B. L. Cost-effectiveness analysis of telemedicine / B. L. Crowe // Journal of Telemedicine and Telecare. – 1998. – Vol. 4, N 1. – P. 14–17.
93. Diagnosis, access and outcomes: Update of a systematic review of telemedicine services / W. R. Hersh, D. H. Hickam, S. M. Severance et al. // Journal of telemedicine and telecare. – 2006. – Vol. 12, N 2. – P. 3–31.
94. Diagnostic accuracy of and patient satisfaction with telemedicine for the follow-up of paediatric burns patients / A. C. Smith, R. Kimble, J. Mill et al. // Journal of telemedicine and telecare. – 2004. – Vol. 10, N 4. – P. 193–198.
95. Diagnostic accuracy of chest X-rays acquired using a digital camera for low-cost teleradiology / A. Szot, F. L. Jacobson, S. Munn et al. // International Journal of Medical Informatics. – 2004. – Vol. 73, N 1. – P. 65–73.
96. Diagnostic accuracy of digitized chest x-rays using consumer-gradecolor displays for low-cost teleradiology services: a multireader-multicase comparison

- / A. J. Salazar, D. A. Aguirre, J. Ocampo et al. // Telemedicine and e-Health.— 2014. — Vol. 20, N 4. — P. 304–311.
97. Diagnostic accuracy of teledermatology: results of a preliminary study in New Zealand / A. M. Oakley, D. R. Astwood, M. Loane et al. // The New Zealand Medical Journal. — 1997. — Vol. 110, N 1038.— P. 51–53.
 98. Diagnostic accuracy with US: remote radiologists versus on-site radiologists interpretations / M. P. Rosen, D. Levine, J. M. Carpenter et al. // Radiology. — 1999. — Vol. 210, N 3. — P. 733–736.
 99. Diagnostic performance of teleradiology in cervical spine fracture detection/ M. T. Yoshino, R. Carmody, L. L. Fajardo et al. // Investigative Radiology.— 1992. — Vol. 27, N 1.—P. 55–58.
 100. Digital Radiology to Improve the Quality of Care in Countries with Limited Resources: A Feasibility Study from Angola [Electronic resource] / F. Zennaro, J.A. Oliveira Gomes, A. Casalino et al. // PLoS ONE. — 2013. — Vol. 8, N 9. — URL:<http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0073939>.
 101. Effects and effectiveness of telemedicine / J. Grigsby, M. M. Kaehny, E. J. Sandberg et al. // Health Care Financing Review. — 1995. — Vol. 17, N 1. — P. 115–131.
 102. Ekeland, A. G. Effectiveness of telemedicine: a systematic review of reviews / A. G. Ekeland, A. Bowes, S. Flottorp // Int. J. Med. Inform. — 2010. —Vol. 79, N 11. — P. 736–771.
 103. Ekeland, A G. Methodologies for assessing telemedicine: a systematic review of reviews / A G. Ekeland, A Bowes, S Flottorp // Int. J. Med. Inform.— 2012. — Vol 81, N 1. — P 1–11.
 104. ESR white paper on teleradiology: an update from the teleradiology subgroup [Electronic resource] / European Society of Radiology (ESR) // Insights Imaging. — 2014. — Vol. 5, N 1. — URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3948905>.
 105. Evaluation of three pneumothorax size quantification methods on digitized chest X-ray films using medical-grade grayscale and consumer-grade color displays /

- A. J. Salazar, D. A. Aguirre, J. Ocampo et al. // J. Digit Imaging. – 2014.– Vol. 27, N 2. – P. 280–286.
106. Field, M. J. Telemedicine and remote patient monitoring / M. J. Field, J. Grigsby // Jama. – 2002. – Vol. 288, N 4. – P. 423–425.
 107. Fracture diagnostics, unnecessary travel and treatment: a comparative study before and after the introduction of teleradiology in a remote general practice [Electronic recourse]/ J. Jacobs, J. P. Jacobs, E. van Sonderen et al. // BMC Fam. Pract. – 2015.– Vol. 16. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4424890>.
 108. Gale, M. E. Teleradiology for remote diagnosis: a prospective multi-year evaluation / M. E. Gale, M. E. Vincent, A. H. Robbins // Journal of Digital Imaging. – 1997. – Vol. 10, N 2.– P. 47–50.
 109. Halpern, E. J. Evaluation of teleradiology for interpretation of intravenous surograms / E. J. Halpern // Journal of Digital Imaging. – 1992. – Vol. 5, N 2.– P. 101–106.
 110. Hayward, T. The cost-effectiveness of teleradiology at the Women's and Children's Hospital in Adelaide / T. Hayward, J. Mitchell // Journal of Telemedicine and Telecare. – 2000. – Vol. 6, N 1. – P. 23–25.
 111. Hess, D. C. The history and future of telestroke / D. C. Hess, H. J. Audebert // Nat. Rev. Neurol. – 2013. – Vol. 9, N 6. – P. 340–350.
 112. History and structures of telecommunication in pathology, focusing on open access platforms [Electronic recourse] / K. Kayser, S. Borkenfeld, A. Djenouni, G. Kayser // Diagn. Pathol. – 2011. – Vol. 6. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3231812>.
 113. Identifying undiagnosed dementia in residential care veterans: comparing telemedicine to in-person clinical examination / M. M. Shores, P. Ryan-Dykes, R. M. Williams et al. // Int. J. Geriatr. Psychiatry. – 2004. – Vol. 19, N 2. – P. 101–118.
 114. Image and Diagnosis Quality of X-Ray Image Transmission via Cell Phone Camera: A Project Study Evaluating Quality and Reliability [Electronic

- resource] / H. Goost, J. Witten, A. Heck et al. // PLoS ONE. – 2012. – Vol. 7. – URL: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0043402>.
115. Is images election auseful strategy to decrease the transmission time in teleradiology? A study using 100 emergency cranial CTs / K. Ludwig, U. Bick, M. Oelerich et al. // European Radiology. – 1998. – Vol. 8, N 9.– P. 1719–1721.
 116. Jacobs, M. Accuracy of diagnosis of fractures by maxilla of acial and accident and emergency doctors using plain radiography compared with a telemedicine system: a prospective study / M. Jacobs, M. J. Edmondson, J. C. Lowry // British Journal of Oral and Maxill of Acial Surgery. – 2002. – Vol. 40, N 2. – P. 156–162.
 117. Johnston, K. C. Teleradiology assessment of computerized tomographs online reliability study (TRACTORS) for acute stroke evaluation / K. C. Johnston, B. B. Worrall // Telemedicine Journal and e-Health. – 2003. – Vol. 9, N 3. – P. 227–233.
 118. Li, H. K. Telemedicine and ophthalmology /H. K. Li // Survey of Ophthalmology. – 1999. – Vol. 44, N 1. – P. 61–72.
 119. Maani, R. A Parallel Method to Improve Medical Image Transmission / R. Maani, S. Camorlinga, N. Arnason // J. Digit. Imaging. – 2012. – Vol. 25. – P. 101–109.
 120. Making global telemedicine practical and affordable: demonstrations from the Middle East / M. A. Goldberg, H. S. Sharif, D. I. Rosenthal et al. // AJR American Journal of Roentgenology.– 1994. – Vol. 163, N 6. – P. 1495–1500.
 121. Marti-Bonmati, L. Toward the appropriate use of Teleradiology / L. Marti-Bonmati, A. Morales, L. Donoso Bach // Radiologia. – 2012. – Vol. 54, N 2. – P. 115–123.
 122. McIntosh, E. A framework for the economic evaluation of telemedicine / E. McIntosh, J. Cairns // Journal of Telemedicine and Telecare. – 1997. –Vol. 3, N 3. – P. 132–139.
 123. Nicolini, D. The work to make telemedicine work: A social and articulative view / D. Nicolini // Soc. Sci. Med.–2006.–Vol. 62, N 11. – P. 2754–2767.

124. Panughpath, S. G. Radiology and the mobile device: Radiology in motion / S G. Panughpath, A. Kalyanpur // Indian J. Radiol. Imaging. – 2012. – Vol 22, 4. – P. 246–250.
125. Patient satisfaction with a teleradiology service in general practice [Electronic recourse] / J. Jacobs, R. Ekkelboom, J. Jacobs et al. // BMC Fam. Pract. – 2016. – Vol. 17. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4748486>.
126. Pool, K. L. Volume sweep imaging: open-source technology for pediatric global health collaboration / K. L. Pool, B. S. Garra, D. I. Bulas // Pediatr. Radiol. – 2014. – Vol. 44, N 6. – P. 677–678.
127. Prabhakaran, K. Telemedicine for Trauma and Emergency Management: an Overview / K. Prabhakaran, G. Lombardo, R. Latifi // Current Trauma Reports. – 2016. – Vol. 2, N 3. – P. 115–123.
128. Practical experience of telehealth between an Antarctic station and Japan / G. Ohno, K. Watanabe, Y. Okada, K. Higuchi // J. Telemed. Telecare. – 2012. – Vol. 18, N 8. – P. 473–475.
129. Preliminary assessment of computed tomography and satellite teleradiology from Operation Desert Storm / M. A. Cawthon, F. Goeringer, R. J. Telepak et al. // Investigative Radiology. – 1991. – Vol. 26, N 10. – P. 854–857.
130. Radiology and primary care in Europe / The Executive Council of the European Society of Radiology (ESR) // Insights Imaging. – 2010. – Vol. 1, N 2. – P. 46–52.
131. Roine, R. Assessing telemedicine: a systematic review of the literature / R. Roine, A. Ohinmaa, D. Hailey // Canadian Medical Association Journal. – 2001. – Vol. 165, N 6. – P. 765–771.
132. Second-Opinion Consultations in Neuroradiology / E. Zan, D. M. Yousem, M. Carone et al. // Radiology. – 2010. – Vol. 255, N 1. – P. 135–141.
133. Senel, E. History of teledermatology: a technique of the future in dermatology / E. Senel // Skinmed. – 2010. – Vol. 8. – P. 167–170.
134. Smart phone teleradiology application is successfully incorporated into a telestroke network environment / B. M. Demaerschalk, J. E. Vargas, D. D. Channer et al. // Stroke. – 2012. – Vol. 43, N 11. – P. 3098–3101.

135. Sorantin, E. Platforms for tele-reading: history and lessons learned by the World Federation of Pediatric Imaging / E. Sorantin // *Pediatric Radiology*. – 2014. – Vol. 44, N 6. – P. 692–694.
136. Spijker, S. Teleradiology quality assurance – lessons learnt / S. Spijker // *Pediatric Radiology*. – 2014. – Vol. 44, N 6. – P. 704.
137. Strode, S. W. Technical and clinical progress in telemedicine / S. W. Strode, S. Gustke, A. Allen // *Jama*. – 1999. – Vol. 281, N 12. – P. 1066–1068.
138. Systematic review of cost effectiveness studies of telemedicine interventions / P. S. Whitten, F. S. Mair, A. Haycox et al. // *British Medical Journal*. – 2002. – Vol. 324, N 7351. – P. 1434–1437.
139. *Teaching and Learning at a Distance: Foundations of Distance Education* / M. Simonson, S. E. Smaldino, M. Albright, S. Zvacek. – 6th ed. – Information Age Publishing, 2011. – 350 p.
140. Teledentistry: Distant Diagnosis of Oral Disease Using E-Mails / C. C. Torres-Pereira, I. A. Morosini, R. S. Possebon et al. // *Telemedicine and e-Health*. – 2013. – Vol. 19, N 2. – P. 117–121.
141. Telemedical retinopathy of prematurity diagnosis: accuracy, reliability, and image quality / M. F. Chiang, L. Wang, M. Busuioc et al. // *Archives of Ophthalmology*. – 2007. – Vol. 125, N 11. – P. 1531–1538.
142. Telemedicine and digital management in repair and regeneration after nerve injury and in nervous system diseases / W. Zhu, Y. Zhai, D. Sun, J. Zhao // *Neural. Regen. Res.* – 2014. – Vol. 9. – P. 1567–1568.
143. Telemedicine in vascular surgery: feasibility of digital imaging for remote management of wounds / D. J. Wirthlin, S. Buradagunta, R. Edwards et al. // *Journal of Vascular Surgery*. – 1998. – Vol. 27, N 6. – P. 1089–1100.
144. Telemedicine in Western Africa: lessons learned from a pilot project in Mali, perspectives and recommendations [Electronic resource] / A. Geissbuhler, O Ly, C. Lovis, J. F. L'Haire // *AMIA Annu Symp. Proc.* – 2003. – Vol. 2003. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1479936>.

145. Telemedicine: a new frontier for effective healthcare services/ S.Scalvini, M. Vitacca, L. Paletta et al. // *Monaldi Archives for Chest Disease*. – 2004. – Vol. 61, N 4. – P. 226–233.
146. Teleradiologie – Update 2014 / D. Pinto dos Santos, J. M. Hempel, R. Kloeckner et al. // *Der Radiologe*. – 2014. – Vol. 54, N 5. – P. 487–490.
147. Teleradiology based CT colonography to screen a population group of a remote island; at average risk for colorectal cancer / P. Lefere, C. Silva, S. Gryspeerdt et al. // *European Journal of Radiology*. – 2013. – Vol. 82, N 6. – P. 262–267.
148. Teleradiology for remote consultation using iPad improves the use of health system human resources for pediatric fractures: prospective controlled study in a tertiary care hospital in Italy [Electronic resource] / F. Zennaro, D. Grosso, R. Fascetta et al. // *BMC Health Serv. Res.* – 2014.– Vol. 14. – URL: <https://bmchealthservres.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6963-14-327>.
149. Teleradiology in urology: comparison of digital image quality with original radiographic films to detect urinary calculi / D. C. Osullivan, T. D. Averch, J. A. Cadeddu et al. // *The Journal of urology*. – 1997. – Vol. 158, N 6. – P. 2216–2220.
150. Teleradiology usage and user satisfaction with the telemedicine system operated by médecins sans frontières [Electronic recourse] / J. Halton, C. Kosack, S. Spijker et al. // *Front Public Health*. – 2014. – Vol.2.– URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4211542>.
151. Teleradiology / telepathology requirements and implementation /S. K. Mun, A. M. Elsayed, W. G. Tohme et al. // *Journal of Medical Systems*. – 1995.– Vol. 19, N 2. – P. 153–164.
152. The accuracy of mobile teleradiology in the evaluation of chest X-rays /A. B. Schwartz, G. Siddiqui, J. S. Barbieri et al. // *Journal of Telemedicine and Telecare*. – 2014. – Vol. 20, N 8. – P. 460–463.
153. The evolution of a German teleradiology system / U. Engelmann, A. Schröter, U. Baur et al. // *Studies in Health Technology and Informatics*. – 1998. – Vol. 52. – P. 255–260.

154. The future role of radiology in healthcare [Electronic resource] / European Society of Radiology 2009 // Insights Imaging. – 2010. – Vol. 1, N 1. – URL:<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3259353>.
155. The Survey of Residents and Radiologists' Attitudes about Access to Patient Information in Teleradiology in Iran / M. Kahouei, M. Karimi, S. S. Ghazavi Shariat Panahi et al. // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2012.– Vol. 7, N 2. – P. 155–158.
156. User interface of a teleradiology system for the MR assessment of multiple sclerosis / G. Luccichenti, F. Cademartiri, A. Pichiecchio et al. // Journal of Digital Imaging. – 2010. – Vol. 23, N 5. – P. 632–638.
157. Wang, D. Z. Editorial comment-telemedicine: the solution to provide rural stroke coverage and the answer to the shortage of stroke neurologists and radiologists / D. Z. Wang // Stroke. – 2003. – Vol. 34, N 12. – P. 2957.
158. Wootton, R. Store and for ward teleradiology in the developing world – the Collegium Telemedicus system / R. Wootton, W. Wu, L. Bonnardot // Pediatric Radiology. – 2014. – Vol. 44. – P. 695–696.
159. Wootton, R. Telemedicine: a cautious welcome / R. Wootton // British Medical Journal. – 1996. – Vol. 313, N 7069. – P. 1375–1377.
160. Zanni, G. Telemedicine: sorting out the benefits and obstacles / G. Zanni // Consult. Pharm. – 2011. – Vol. 11. – P. 810–824.