

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

Кафедра онкологии

Допускается к защите

Заведующий кафедрой

д.м.н., проф. Орлова Рашида Вахидовна

_____ (подпись)

« » _____ 2017 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему:

Сравнительная оценка компьютерной и цифровой линейной
рентгеновской томографии в условиях неотложной диагностики

Выполнила студентка 602 группы

Волошина Надежда Дмитриевна

Научный руководитель:

д.м.н., проф. Черемисин Владимир Максимович

Санкт-Петербург

2017 год

Оглавление

Список условных сокращений.....	3
Введение.....	4
Актуальность проблемы.....	4
Глава 1. Обзор литературы.....	8
Историческая справка.....	8
Радиационная безопасность населения.	11
Линейная цифровая рентгеновская томография. Общая справка....	13
Компьютерная томография.	16
Глава 2. Материалы и методы исследования	20
Глава 3. Результаты исследования.	27
Анализ лучевой нагрузки при различных исследованиях.	31
Анализ возможности визуализации очаговых образований.	33
Возможности в визуализации инфильтративных изменений.	42
Возможности визуализации полостных образований легких.	45
Заключение.	48
Выводы.....	52
Список использованной литературы.	53

Список условных сокращений.

МЭС – медико-экономический стандарт

РКТ/КТ – рентгеновская компьютерная томография/компьютерная томография

РГ – рентгенография

РФ – Российская Федерация

ФЛГ – флюорография

ЛЦРТ - линейная цифровая рентгеновская томография

Введение.

Актуальность проблемы.

Рентгеновское (X) излучение открыто Вильгельмом Конрадом Рентгеном 8 ноября 1895 года [23] и с тех пор аппараты, имеющие в основе своей работы X-лучи, получили широкое распространение и повсеместно используются в современной диагностической практике [9]. С годами возможности визуализации и получения изображений различных анатомических областей значительно улучшились. Прогресс в области компьютерных технологий идет параллельно с технологическим прогрессом в целом, что позволяет создавать все более продвинутые и эффективные методы лучевой диагностики. К ним относятся разнообразные методики, относящиеся к традиционной рентгенологии и метод рентгеновской компьютерной томографии (КТ). Кроме того, растет технический уровень специализированной аппаратуры и улучшается обеспеченность ею в медицинских учреждениях. Количество КТ в РФ за 2013-2014 годы возросло вдвое [16]. Вместе с тем, количество рентгеновских аппаратов за 15 лет увеличилось лишь на 7% [16]. Такой незначительный прирост техники для традиционной рентгенографии связан с тем, что обеспеченность рентгеновскими аппаратами по стране и до того была достаточно высокой и основные модификации оборудования были направлены на замену аналоговых аппаратов на цифровые. На 2014 год в части рентгенодиагностики органов грудной полости часть цифровых рентгеновских аппаратов достигает 80% [16]. И это вполне объяснимо, поскольку профилактические и диагностические исследования груди и в частности органов дыхания наиболее часты.

В структуре болезней человека заболеваемость органов дыхания занимает второе место, уступая лишь болезням сердечно-сосудистой системы, а в структуре смертности – пятое, при этом основной причиной смерти является пневмония [5]. Опасения вызывает тот факт, что согласно

данным литературы, диагноз внебольничной пневмонии устанавливается только у 1/3 пациентов, впервые обратившихся ко врачу [1]. Кроме того, на протяжении последних пяти лет, доля патологии органов дыхания остается стабильно высокой в структуре общей заболеваемости [9]. Все это свидетельствует о необходимости контроля за данными заболеваниями, их своевременной диагностикой и лечением. При подозрении на патологию органов дыхательной системы, в соответствии с медико - экономическими стандартами (МЭС) необходимо произвести ряд диагностических манипуляций, среди которых одно из первых мест, как правило, занимает то или иное лучевое исследование. Несоблюдения МЭС является одной из распространенных диагностических ошибок и может приводить к увеличению времени постановки диагноза, утяжелению состояния пациента и задержке начала его лечения [2].

На сегодняшний день у практикующего врача в наличии имеется относительно небольшой ряд доступных диагностических методик и выбор наиболее предпочтительной из них является актуальной проблемой, особенно для молодого специалиста. Помимо качества визуализации, достаточного для конкретной ситуации, следует учитывать уровень лучевой нагрузки, время проведения исследования и его стоимость. Основными методами лучевой диагностики органов дыхания наиболее часто являются флюорография, рентгенография и компьютерная томография. Использование линейной рентгеновской томографии (ЛРТ) до появления КТ долгое время считалось целесообразным и показанным большому кругу больных. Вместе с тем с появлением возможности получения цифровых снимков и цифровой обработки полученных изображений, а также вследствие распространения РКТ, аналоговая линейная томография отошла на второй план. Техническое усовершенствование рентгеновской техники и появление линейной цифровой рентгеновской томографии (ЛЦРТ) свидетельствует о том, что

она может вновь войти в активное использование и занять соответствующую позицию в диагностическом алгоритме. В то же время по мере расширения внедрения КТ (в 2014 году в РФ было проведено 6,4 млн КТ, что на 5% больше чем в предыдущем году [16]), появились исследования лучевой нагрузки при них, согласно которым КТ по сравнению с другими методами лучевой диагностики сопровождается большим рентгеновским облучением больных. Как известно, это в свою очередь может повышать риск развития некоторых групп заболеваний [11,30], индуцированных высокой лучевой нагрузкой. В этой связи цифровая томография, а также томосинтез, как ее более продвинутый вариант исследования, нуждаются в сравнительном сопоставлении с РКТ по лучевой нагрузке, показаниям и диагностической эффективности с целью обоснования их возможно более широкого использования в клинической практике.

В этой связи целью исследования является - определение спектра заболеваний легких, при которых использование линейной цифровой рентгеновской томографии (ЛЦРТ) будет оптимальным и достаточным по сравнению с использованием рентгеновской компьютерной томографии.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Провести сравнительный анализ возможностей визуализации полостных образований легких при проведении линейной цифровой рентгеновской и компьютерной томографии в условиях работы кабинета неотложной диагностики приемного отделения больницы скорой помощи.
2. Провести сравнительный анализ возможностей визуализации очаговых процессов в легких при проведении линейной цифровой рентгеновской и компьютерной томографии в условиях работы кабинета неотложной диагностики приемного отделения больницы скорой помощи.

3. Провести сравнительный анализ возможностей визуализации инфильтративных процессов в легких при проведении линейной цифровой рентгеновской и компьютерной томографии в условиях работы кабинета неотложной диагностики приемного отделения больницы скорой помощи.

4. Провести сравнительный анализ лучевой нагрузки при проведении линейной цифровой рентгеновской и компьютерной томографии в условиях работы кабинета неотложной диагностики приемного отделения больницы скорой помощи.

Практическая значимость

Сравнительное изучение компьютерных и цифровых линейных рентгеновских томограмм и лучевой нагрузки при них позволит определить показания к линейной цифровой рентгеновской томографии и тем самым дифференцировать необходимость к назначению специальных рентгеновских исследований, позволит оптимизировать алгоритм рентгеновского исследования и внести коррективы в МЭС. Сравнительный анализ КТ и ЛЦРТ позволит выработать клинические рекомендации по лучевой диагностике заболеваний системы органов дыхания.

Состав работы: Данная работа включает введение, обзор литературы по заданной теме, главы: материалы и методы, результаты исследования, а также заключение и выводы.

Глава 1. Обзор литературы.

Историческая справка.

8 ноября 1895 года в результате серии экспериментов Вильгельм Конрад Рентген открыл X-лучи, позднее названные в России его именем [19,22]. На объяснение принципов данного излучения ученый потратил около двух месяцев непрерывной работы и 28 декабря 1895 года статья с основными постулатами свойств X-лучей и первым в мире рентгеновским снимком кисти жены Рентгена была направлена председателю физико-медицинского общества университета в Вюрцбурге. Данная статья называлась «О новом роде лучей». Менее чем через месяц американские врачи сумели получить снимок перелома руки человека и с тех пор рентгеновское излучение навсегда вошло в арсенал врача. Интересно отметить, что Рентген не оформил патент на свое изобретение и отказывался от множества почестей, связанных с его открытием. Однако в 1901 году он все же принял Нобелевскую премию по физике и стал первым Нобелевским лауреатом.

Историю изучения X-лучей с момента их открытия до наших дней условно можно разделить на три части: первая часть – это собственно открытие рентгеновских лучей и последующее изучение их свойств и возможностей. В этом периоде определился основной спектр применения открытого излучения, включающих медицину и изучение строения кристаллов (спектроскопия), кроме того ученые всего мира проводили первые опыты по конструированию различных модификаций рентгеновских трубок [8,19].

К началу второго периода вся необходимая информация о рентгеновском излучении как о физическом явлении была собрана и силы были направлены на усовершенствование непосредственно рентгеновской трубки. Появлялись возможности увеличить напряжение в трубке, были изобретены трубки с раскаленным анодом, позже названные электронными

и предлагались различные способы его охлаждения с целью увеличения долговечности трубки и ее эффективности. Немалых успехов на этом поприще достигли отечественные ученые.

Третий период – это формирование лучевой диагностики как таковой. В России впервые рентгеновские исследования проводились в условиях массового травматизма, например, при крушении эшелона в Юрьеве, во время Цусимского морского сражения на крейсере Аврора в войне с Японией в 1905 году. Вместе с тем, массовое использование рентгеновских исследований в нашей стране началось после революции 1917 года и длится по сей день. В 1920 году А.Ф. Иоффе и Н. Е. Успенский на съезде металлургов поставили вопрос о массовом практическом применении «рентгена» в медицине, металлургии и станкостроении. Так же приблизительно в это время появляется и еще одна область применения рентгеновых лучей – лучевая терапия. В 40-х – 50-х гг. XX века впервые начали применять метод импульсной рентгенографии, вместо применявшегося ранее обычного метода, при котором из-за длительной экспозиции снимка контуры многих органов были нечетко видны. Именно метод импульсной рентгенографии открыл возможность проведения флюорографии. Другим нововведением этого метода было фотографирование получившегося на флюороскопическом экране изображения с последующим его сохранением. Таким образом, появлялась возможность контроля динамики заболевания.

Так же в начале 20го века активно применялся метод рентгенокимографии, основанный на графической регистрации колебательных движений того или иного органа. Данный метод позволял выявлять нарушения ритма сердца, состояние его камер, оценивать сократительную функцию миокарда. Учитывая высокую лучевую нагрузку и в связи с появлением ЭХО-кардиографии, кимография больше не используется [22].

Идея послойного рентгенологического исследования возникла уже в 1917-1921 годах. Эта идея возникла из-за того, что при классической рентгенографии получалось двухмерное суммационное изображение интересующей области и зона, в визуализации которой врач был заинтересован более всего могла быть перекрыта впереди и сзади расположенными анатомическими образованиями [20]. Однако, практическое применение послойное исследование органов получило только в середине 30-х годов. В Советском Союзе первый томограф был разработан В. И. Феоктистовым. Принцип его работы основывался на одновременном перемещении рентгеновской трубки и пленки в противоположных направлениях с таким расчетом, что объекты образовавшейся фокальной плоскости были четко видны, в то время как объекты выше и ниже места среза размазывались, создавали однородный фон и визуализировались нечетко. Долгое время этот способ оставался единственно возможной методикой послойной визуализации, при этом он имел свои недостатки и требовал усовершенствования.

В начале – середине шестидесятых получила свое развитие интегральная геометрия, которая легла в основу компьютерной томографии. Идея вычислительной томографии заключалась в регистрации ослабления рентгеновского излучения после прохождения его в колимированном виде через различные по плотности ткани после серии разнонаправленных многопроекционных сканирований объекта из разных точек кольца рентгеновского излучения. После осуществления такого сканирования, практически из 360 проекций окружности формировался большой массив данных, для обработки которого использовались методы интегральной геометрии. Таким образом в 1972 году мир увидел первый в своем роде компьютерный томограф. Дальнейшее стремительное развитие компьютерной томографии связано с изменениями в математическом подходе и повышением скорости обработки массива сырых данных, но принцип работы сохраняется до наших дней [24]. В результате

поперечного сканирования тела человека научились получать изображения в режиме серой шкалы, пригодные для диагностики.

Из всего выше сказанного можно сделать вывод, что лучевая диагностика является относительно молодой отраслью медицины и представляет собой обширное поле для научной деятельности ученых и врачей в перспективе.

Радиационная безопасность населения.

Под рентгеновским излучением понимается электромагнитное излучение высокой частоты с относительно короткой длиной волны, возникающее при бомбардировке вещества анода потоком электронов, ускоренных за счет разности напряжения на полюсах катода. Важнейшим свойством рентгеновского излучения является его большая проникающая способность [12], благодаря ей лучи проходят через тело человека, при этом ослабляются при взаимодействии с его структурами пропорционально их плотности. Подобное взаимодействие сопровождается ионизацией, которая неблагоприятно воздействует на организм человека и обуславливает лучевую нагрузку на пациента при рентгенологических исследованиях. В данной работе для дальнейшей оценки ионизирующего излучения были использованы эквивалентные дозы, которые получает при исследовании пациент. Единицей эквивалентной дозы является Зиверт, что представляет собой единицу поглощенной дозы, умноженную на коэффициент качества, учитывающий неодинаковую опасность разных видов ионизирующего излучения [12].

Доказано, что большие дозы рентгеновского излучения могут приводить к серьезным последствиям [17,25]. Поэтому контроль доз, их регистрация и учет имеют важное значение в рентгенологии. Для предотвращения возможных побочных эффектов потребовалось урегулировать вопрос о допустимых дозах рентгеновского излучения на государственном уровне. Правовой основой для учета доз пациентов

является Федеральный закон Российской Федерации «о радиационной безопасности населения» №3-ФЗ от 9 января 1996 года [21] и нормы радиационной безопасности [22]. Согласно им, устанавливаются взвешивающие коэффициенты для расчета эффективной дозы, так же в нем указана максимальная допустимая доза облучения за год для проведения профилактических лучевых исследований, которая составляет 1 мЗв [22]. Для проведения диагностических манипуляций, допустимая доза повышается до 200 мЗв за год для общей популяции и 500 мЗв для медицинских работников в течение всей жизни [22].

Так же в рамках радиационно-гигиенической паспортизации проводилась оценка индивидуального и коллективного риска стохастических эффектов, согласно которой индивидуальный риск составил $2,8 * 10^{-5}$ случаев [7]. Для медработников данный риск выше на один порядок, а для пациентов, часто проходящих рентгенологическое обследование (в большей степени это касается компьютерной томографии), данный риск увеличивается на два порядка.

Однако, на данный момент наблюдается общая тенденция к снижению медицинского облучения населения за счет активного введения в эксплуатацию цифровой рентгеновской аппаратуры [25], но в то же время растет доля использования КТ исследований и, соответственно, значительное повышение доз отдельных пациентов, которым требуется регулярный КТ контроль их заболеваний. Например, среднегодовая лучевая нагрузка на жителя России от всех источников излучения составила 3 - 4,4 мЗв в год [7,33], в то время как облучение при одном КТ исследовании может составить до 9 мЗв [6]. При оценке вклада КТ в коллективную дозу облучения в различных странах, в зависимости от уровня развития системы здравоохранения, доля КТ составляет от 2% в странах с менее развитой лучевой диагностикой, до 67% в наиболее продвинутых странах [32]. Таким образом нужно с большой

ответственностью подходить к назначению КТ-исследования, четко определять показания и по возможности избегать его излишнего назначения, для этого прибегать к альтернативной ЛЦРТ.

Линейная цифровая рентгеновская томография. Общая справка.

Цифровая продольная рентгеновская томография должна рассматриваться сегодня как улучшенный вариант более старой методики – аналоговой рентгеновской томографии (рис 1.). Как видно, на приведенном рисунке структуры легочной ткани, сосудистый рисунок, бронхи не отличаются достаточной четкостью.

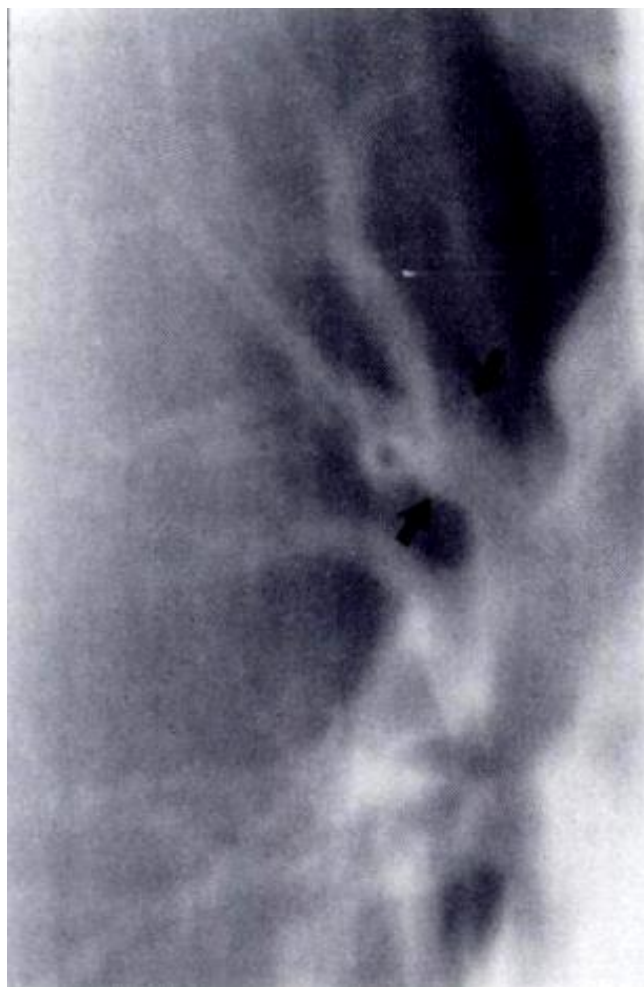


Рисунок 1. Аналоговая линейная рентгеновская томография [27].

При цифровой линейной рентгеновской томографии (Рис 2), используя изменение яркости, контрастности и различные фильтры возможно скрыть вышележащие структуры и улучшить визуализацию в

заданном слое, снизить влияние факторов, ограничивающих возможности выявления некоторых патологических изменений в легких. Благодаря возможности электронной архивации создаются совершенно новые условия для их анализа в динамике при повторных и контрольных исследованиях, повышение качества изображений и возможность их электронной оптимизации. Появляется возможность выявления дополнительных патологических структур.

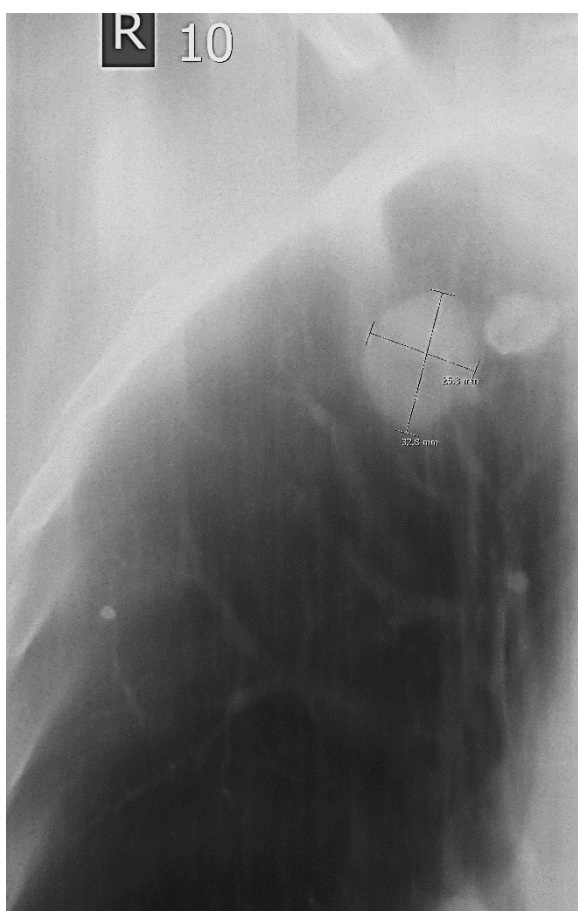


Рисунок 2. Линейная цифровая рентгеновская томография.

Оптимизация электронного изображения, выявление мелких очагов их измерение и анализ денситометрических показателей.

Линейная цифровая рентгеновская томография позволяет снизить дозу пациента. В среднем лучевая нагрузка для создания одного среза составляет 0,12 мЗв. При этом удастся сократить время проведения исследования, поскольку она дополняет цифровую рентгенографию в пределах одного исследования [31]. Кроме того, ЛЦРТ может быть

доступна учреждениям, которые по экономическим причинам не могут приобрести компьютерный томограф. Для проведения линейной цифровой рентгеновской томографии достаточно современного рентгеновского аппарата, оснащенного возможностью движения рентгеновской трубки и цифрового приемника во взаимно противоположных продольных направлениях в режиме томографии. Для этого штативы трубки и цифрового приемника совмещены со штангой с изменяемой высотой центра качания при томографии [20]. От положения настраиваемого центра качания зависит положение – уровень томографического среза относительно уровня стола.

Во время исследования цифровой детектор, подобный кассете с пленкой движется параллельно с трубкой, но в противоположном с ней направлении. В результате объекты выше и ниже области среза, интересующего врача, получаются размытыми, объекты в интересующей плоскости визуализируются четко [20]. Данное исследование проводится после проведения рентгенографии органов грудной клетки в двух проекциях и на основании снимка в боковой проекции устанавливается глубина срезов в см. В случае, если боковой снимок отсутствует или неинформативен возможно проведение поискового томографического исследования с шагом в 2 см и последующим созданием более прицельного среза. В результате данного исследования можно визуализировать очаговые образования [15], инфильтраты и деструкции, фиброзированные очаги [31], так же относительно недавно стали проводиться работы, посвященные возможностям визуализации внутригрудных лимфатических узлов с помощью линейной цифровой рентгеновской томографии в сравнении с РКТ [28,29].

Недостатками данного метода является возможность пропуска патологического очага мелкого размера, в той ситуации, когда патологический очаг не попадает ни в один проведенный томографический

срез. Если подобный очаг или очаги подозреваются, целесообразно прибегать к РКТ. У большинства больных ЛЦРТ может оказаться достаточной для эффективной диагностики. Имеет место сложность в визуализации лимфатических узлов, поскольку может потребоваться специальное обучение среднего и врачебного медицинского персонала, которые обязаны определить четкие критерии достаточности проведения данного исследования. При отсутствии опыта зачастую после проведения линейной цифровой рентгеновской томографии для окончательной постановки диагноза может потребоваться проведение уточняющего КТ, что нивелирует эффект понижения дозы пациента. Исследования, связанные с устранением данного недостатка, активно ведутся и для отдельных областей тела уже найдена альтернатива, исключающая проведение КТ [26].

Компьютерная томография.

Обычная традиционная рентгенография представляет собой суммацию трехмерного изображения на двухмерной плоскости, в связи с чем на рентгенограмме суммируется отображение многообразных структурных элементов, расположенных на разных уровнях. В результате суперпозиции на снимке может возникать скиалогическое изображение, для которого нет адекватного морфологического субстрата. Проблему проекционного и суммационного искажения решает рентгеновская компьютерная томография (РКТ) [3]. В основе КТ лежит количественный анализ степени поглощения рентгеновского излучения различными тканями. При спиральной компьютерной томографии трубка испускает веерообразный пучок рентгеновского излучения, который после ослабления в теле человека фиксируется детектором. Система «трубка-детектор» во время сканирования находится в непрерывном движении вокруг пациента, в результате чего образуется плоскостное изображение выбранного среза. В мультиспиральных компьютерных томографах к

векторному лучу добавляется множество детекторов, что позволяет одновременно получать, от двух до 64-х и более срезов, благодаря чему значительно сокращается время исследования и лучевая нагрузка.

Большинство КТ исследований могут быть стандартизированы и не требуют присутствия врача, достаточный контроль может осуществлять рентгенолаборант. Длительность исследования, включая укладку больного, составляет 7-10 минут. Однако из-за большого массива данных, получаемых в результате исследования, анализ конечных томограмм на разных уровнях, их описание врачом-рентгенологом занимает довольно продолжительное время.

В зависимости от аппарата возможен шаг первичного среза до 0,5 мм, что позволяет диагностировать даже самую незначительную по своим размерам патологию. Следует отметить, что формирование диагностического изображения основано на математических алгоритмах, а это одновременно является как преимуществом (возможно создание 3D моделей и прямых проекций), так и недостатком поскольку возможны вычислительные артефакты [10].

КТ исследование органов грудной клетки является достаточно информативным лучевым исследованием, и позволяет визуализировать органы средостения, лимфоузлы, состояние трахеобронхиального дерева, дает наилучшую визуализацию легочной паренхимы [4]. При применении болюсного контрастирования визуализируются сосуды легких. КТ исследование органов грудной клетки с контрастированием является «золотым стандартом» для диагностики ТЭЛА [13], сосудистых мальформаций, оценки инвазии опухолей легкого в аорту и легочную артерию [5].

Следует отметить, что подобное исследование связано с довольно высокой лучевой нагрузкой на больного [32,34], большой нагрузкой на

описывающего его врача, и высокой стоимостью оборудования и программного обеспечения для проведения данного исследования. Помимо этого, обслуживание столь высокотехнологичной аппаратуры также ведет к удорожанию стоимости описанной диагностической манипуляции. Кроме того, имеют место исследования, утверждающие, что компьютерная томография может повышать риски онкологических заболеваний у детей [30] и взрослых [33]. Помимо перечисленного, современные врачи излишне полагаются на данный метод исследования, что приводит к снижению качества клинического мышления врача. Поэтому в критических ситуациях, когда компьютерный томограф перегружен или сломан, работа с пациентами замирает [33]. Также, излишние ожидания и надежды на высокую разрешающую способность данного метода и слепая вера в КТ может подвести врача, поскольку данный метод не исключает пропуск патологии, поскольку имеет свои пределы, как и всякий другой. Причинами диагностических ошибок могут стать малые размеры очагов (<5мм), низкая плотность по типу «матового стекла», локализация очаговых изменений в центральных зонах легкого. В результате, частота пропусков патологии при первичном КТ- скрининге достигает до 50% [18].

Таким образом, после анализа источников литературы, подтверждается тезис о важности определения величины лучевой нагрузки и преимуществе лучевых исследований с меньшей дозой на пациента перед лучевыми исследованиями с заведомо большим облучением. Доля медицинского рентгеновского излучения в коллективной среднегодовой лучевой нагрузке с каждым годом лишь возрастает, что большинство ученых связывает с активным внедрением КТ в рутинную диагностическую практику. Это еще раз показывает, что данный вид лучевого исследования, несмотря на несомненно высокую диагностическую ценность, имеет свои ограничения и недостатки. Следовательно, наличие альтернативного исследования, с меньшей

лучевой нагрузкой и сопоставимыми по некоторым параметрам возможностям визуализации, расширит спектр диагностических возможностей врача лучевой диагностики и позволит повысить общее качество оказания медицинской помощи населению.

Мало изученным остается вопрос относительно возможностей ЛЦРТ в визуализации конкретных отдельно взятых патологических изменений в легких. Данная работа направлена на заполнение данного пробела и увеличение общей информированности врачей лучевой диагностики относительно возможностей данного метода, при его несомненной простоте и дешевизне с технической точки зрения.

Глава 2. Материалы и методы исследования

Работа выполнена на базе приемного и диагностического отделений Мариинской больницы и Городского противотуберкулезного диспансера на результатах их работы в 2013 – 2017 годах. Данные собирались путем обработки журналов и компьютерных архивов, ведущихся в диагностических отделениях каждой из больниц. Выполнен ретроспективный анализ 30 рентгеновских снимков органов грудной клетки, 20 продольных цифровых рентгеновских томографий, 20 компьютерных томографий органов грудной клетки. В исследование были включены первичные пациенты, ранее не обследованные по поводу патологии органов грудной клетки из которых: 10 пациентам, выполнены все три из рассматриваемых видов лучевой диагностики. Другие две группы так же включали по 10 человек и им были проведены только продольная цифровая линейная томография или КТ исследование после обзорной цифровой рентгенографии грудной клетки соответственно (см. табл. 1).

Таблица 1 Исследования, проведенные пациентам

Пациент (№ ^{п/п})	РГ	ЦЛРТ	РКТ
1-10	+	+	
11-20	+	+	+
21-30	+		+

Критерием включения в исследование являлось наличие патологических изменений, выявляемых на цифровых рентгенограммах органов грудной клетки, последующее за этим не более чем через месяц проведение КТ и/или цифровой рентгеновской томографии. Критериями исключения являлось: наличие верифицированного хронического заболевания органов грудной клетки, проведение КТ или цифровой

рентгеновской томографии более чем через месяц после первого исследования, отсутствие патологии органов грудной клетки.

Средний возраст пациентов составил $41,3 \pm 4$ года. Распределение по возрастным группам представлено в таблице 2.

Таблица 2.

Распределение пациентов по возрастным группам.

возраст	количество	процент
20-29	9	30%
30-39	7	23%
40-49	6	20%
50-59	3	10%
60 и более	5	17%
сумм	30	100%

Как видно из таблицы, пациенты распределены по возрастным группам относительно равномерно с незначительным преобладанием пациентов более молодого от 20 до 29 -30% и от 30 до 39 лет – 23 % возраста. Преобладание молодых пациентов, должно обращать на себя внимание при выборе дополнительного метода визуализации, так как среди молодых пациентов выше риск кумуляции лучевой нагрузки в течение жизни и как следствие повышение риска осложнений, связанных с рентгеновским излучением. Следовательно, для таких групп пациентов особенно важно ответственно подходить к подбору лучевого исследования и назначать диагностические методики, совмещающие в себе достаточный уровень качества визуализации и невысокую дозу пациента.

В половом соотношении пациенты распределились относительно равномерно: 43,3% женщин (13 человек) и 56,7% мужчин (17 человек) (см рис. 3).

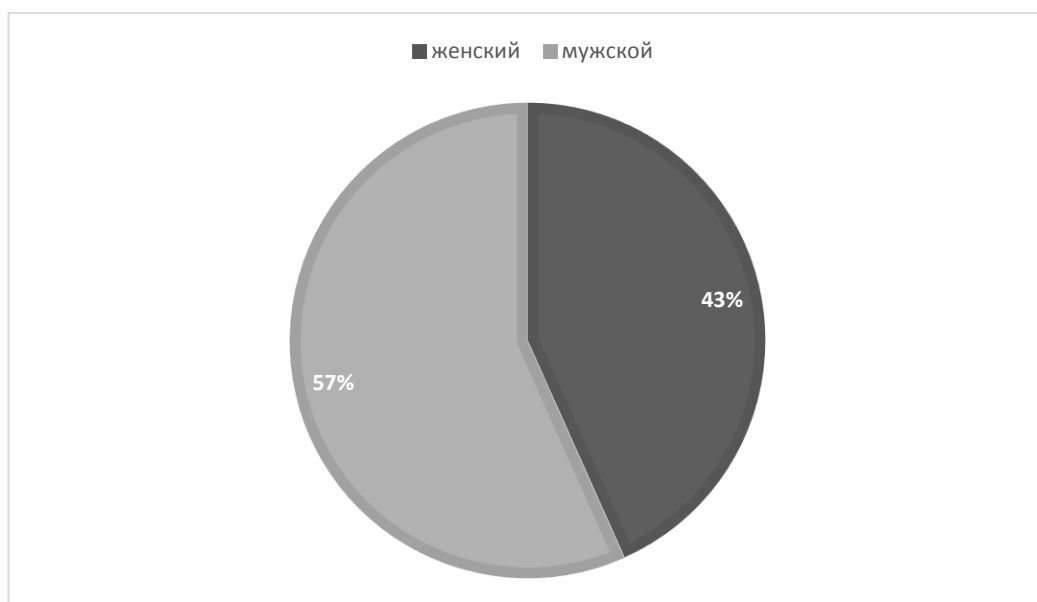


Рис 3. Распределение пациентов по полу

Линейные цифровые рентгеновские томографии проводились при помощи рентгеновского комплекса КРД, произведенного «НИПК Электрон» в положении лежа на спине, руки вдоль туловища (рис. 4).

Для проведения цифровой продольной рентгеновской томографии использовались два алгоритма проведения. Пациентам, у которых по данным рентгенографии органов грудной клетки в боковой проекции можно было локализовать расположение патологии, устанавливали уровень среза от поверхности стола томографа согласно этим данным. Это позволяло делать меньшее количество срезов (рис. 5).



Рисунок 4. Укладка больного для томографии легких в прямой задней проекции [14].

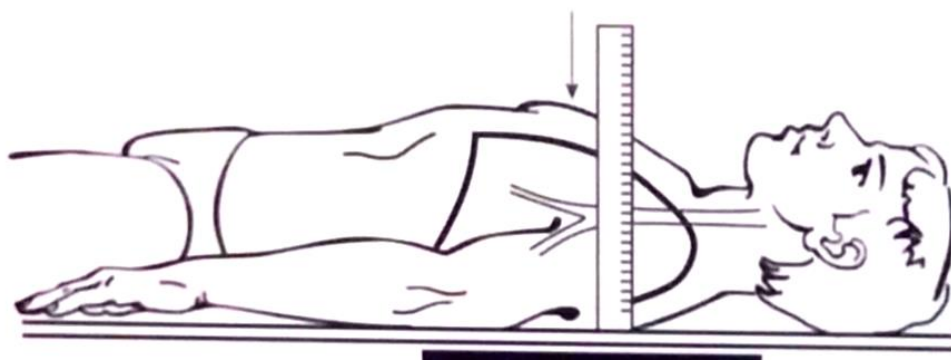


Рисунок 5. Схема укладки больного для прицельной томографии легких в прямой задней проекции. Уровень среза от стола томографа устанавливается на основании измерений по боковой рентгенограмме [14].

Другим пациентам, у которых было затруднено определение точного расположения патологии, проводилась обзорная линейная цифровая рентгеновская поисковая томография с шагом в 1-2 см. Ширину шага врачи в каждом стационаре устанавливают самостоятельно. При выявлении патологии и необходимости в более четкой визуализации проводились дополнительные срезы с меньшим шагом между ними. Оценку полученных снимков проводила студентка 6 курса Медицинского факультета СПбГУ Волошина Надежда Дмитриевна, с последующей корректировкой заключения доктором медицинских наук, профессором Владимиром Максимовичем Черемисиным.

КТ – исследование пациенты проходили на аппарате Siemens Definition 64 среза (технические характеристики смотри в таблице 3) и Toshiba Aquilion 64 среза с использованием стандартного протокола. (таблица 3). Исследование проводились в положении лежа на спине, без внутривенного контрастирования, после предварительного проведения РГ органов грудной клетки и обнаружения патологических изменений по ее результатам. Описание полученных снимков производили врачи кабинета КТ с опытом работы более 3 лет, в сложных для диагностики случаях проходили консультации с заведующими диагностических отделений.

Таблица 3. Технические характеристики компьютерных томографов

	SOMATOM Definition AS 64	Toshiba Aquilion Multi 64
Время вращения 360°, с	0.33, 0.5, 1	0,5 с, 0,75 с, 1 с, 1,5 с, 2 с, 3 с
Количество физических срезов собираемых за одно вращение 360°	64	64
Мощность генератора,	80; 100*	80; 100*

кВт		
Ток на трубке, мА	20–666, 800*	от 10 до 500 мА с приращением 10 мА (от 10мА до 50 мА - шаг 0,5 мА)
Напряжение на трубке, кВ	70, 80, 100, 120, 140	80, 100, 120, 135
Апертура генри, см	78; 80*	72

Величина лучевой нагрузки на пациента фиксировалась при помощи встроенных в КТ - аппарат дозиметров, а при исследовании на аппарате КРД ФЦ Электрон использовался дозиметр ДРК – 1. Далее данные полученные при помощи этих дозиметров фиксировались в журналы лучевых исследований. Данные из этих журналов были использованы в этой работе.

Для решения поставленных задач потребовалось проанализировать возможности визуализации каждого метода путем сравнения снимков, сделанных различными методами, одному пациенту и оценки:

- Наличия очаговых изменений, их количества, интенсивности, формы, локализации и размеров;
- Наличия сформированных полостных образований, их локализации, количества и особенностей строения;
- Возможности визуализации очагов деструкции.
- Дозы полученного рентгеновского излучения.

Для статистической обработки данных была использована программа Microsoft Office Excel 2016. Небольшая выборка предполагает использование описательных методов статистики. При подсчете данных, соответствующих нормальному распределению, использовалось нахождение среднего значения и стандартная ошибка среднего

арифметического. Для данных, не подчиняющихся нормальному распределению, для оценки использовалась медиана $[Q_{25}; Q_{75}]$. Для анализа результатов был применен точный тест Фишера. Достоверными считались признаки при $p < 0,05$

Глава 3. Результаты исследования.

Работа проводилась на базе Городского противотуберкулезного диспансера и Мариинской больницы на основе ретроспективного анализа исследований 30 пациентов. Некоторые из этих пациентов предъявляли жалобы со стороны дыхательной системы, такие как кашель, одышка, лихорадка боль в груди. Данные жалобы являлись основанием для проведения рентгенография органов грудной клетки. Другие пациенты не предъявляли подобных жалоб и патологические изменения легочной паренхимы определялись только после проведения скрининговой РГ органов грудной клетки при поступлении в стационар, или плановой ежегодной флюорографии. Всем обследуемым выполняли цифровую РГ грудной клетки при технических условиях: напряжение генерируемого рентгеновского излучения от 90 до 110 кВ и экспозиция в ма/сек. При включении режима «снимок» аппарат, благодаря вмонтированному рентгенэкспонетру выключался самостоятельно после достижения оптимальной дозы, необходимой для получения качественного изображения. Доза при этом фиксировалась на экране рабочего места рентгенолаборанта и тут же передавалась по сети на экран рабочего места врача и на сервер в электронный архив. Наш анализ снимков осуществлялся после вызова изображений из архива. При анализе цифровых рентгенограмм у 10 больных выявлялись очаговые изменения, возраст которых и степень активности установить не представлялось возможным, сливные очаги с подозрением на формирование инфильтрата, признаки распада. Для уточнения полученных данных требовалось выполнение уточняющего исследования.

При выявлении на рентгенограмме патологических изменений в качестве уточняющего метода одной группе пациентов была проведена линейная томография органов грудной клетки, другой - КТ-исследование и третья группа исследовалась с помощью двух дополнительными

методов: КТ и цифровой линейной рентгеновской томографии. В результате проведенных исследований наиболее часто выявляли очаговые изменения различных размеров и локализации (у 28 пациентов – 93%), у 15 пациентов (50%) определяли инфильтративные изменения, начальные деструктивные явления удалось обнаружить у 5 пациентов, что составило 17% от общего числа исследованных пациентов. В 7 случаях определялись сформированные полостные образования (23% от общего числа наблюдений) (см. рис. 6). Суммарное число пациентов с патологией не равно 100% так как у части пациентов имели место сразу несколько патологических явлений.

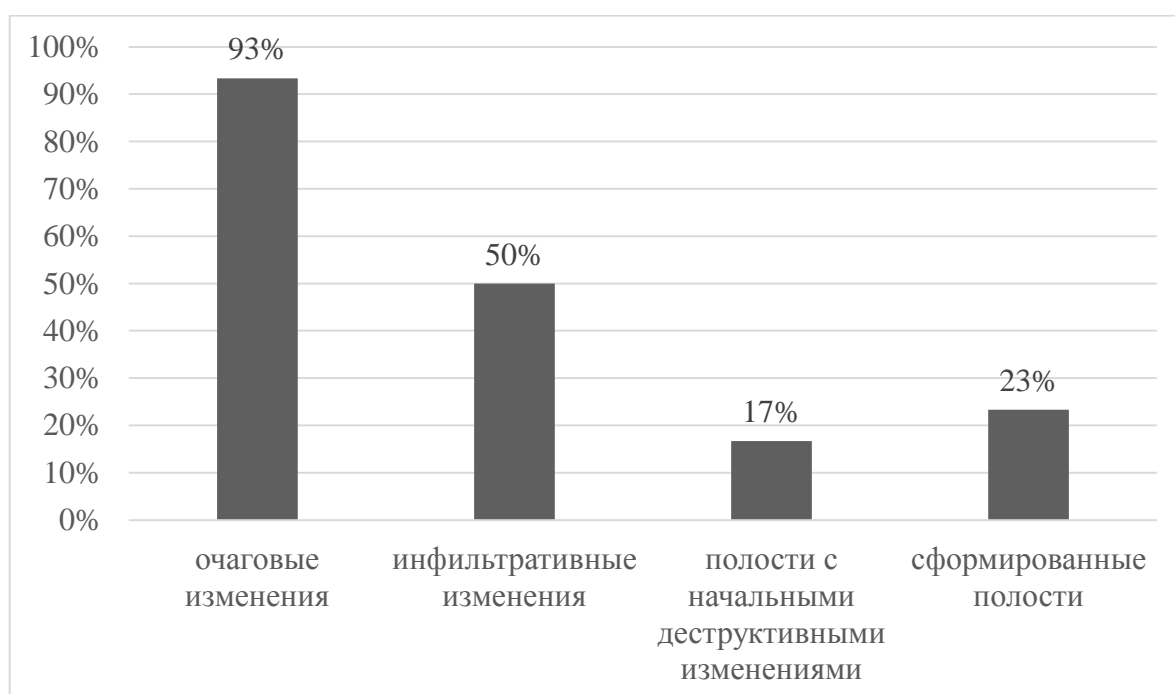


Рисунок 6. Распределение выявленных патологических изменений по патологии в %

В связи с тем, что у большинства пациентов (93%) определялись очаговые изменения в легких, а деструктивные изменения были выявлены лишь у 17% изученных пациентов, следует ожидать, что наиболее развернутую информацию о возможностях визуализации отдельных патологических изменений можно ожидать в части работы, посвященной описанию различных очаговых образований. В то же время пациентов с

начальными явлениями деструктивных изменений было наименьшее число, соответственно, для их более подробного анализа может потребоваться проведение дополнительных исследований, посвященных именно данной проблеме.

Нами проанализировано месторасположение очагов, инфильтративных изменений, сформированных полостей и мелких очагов деструкции в легких у исследуемых больных при сравнительном анализе результатов ЛЦРТ и КТ (рис. 7)

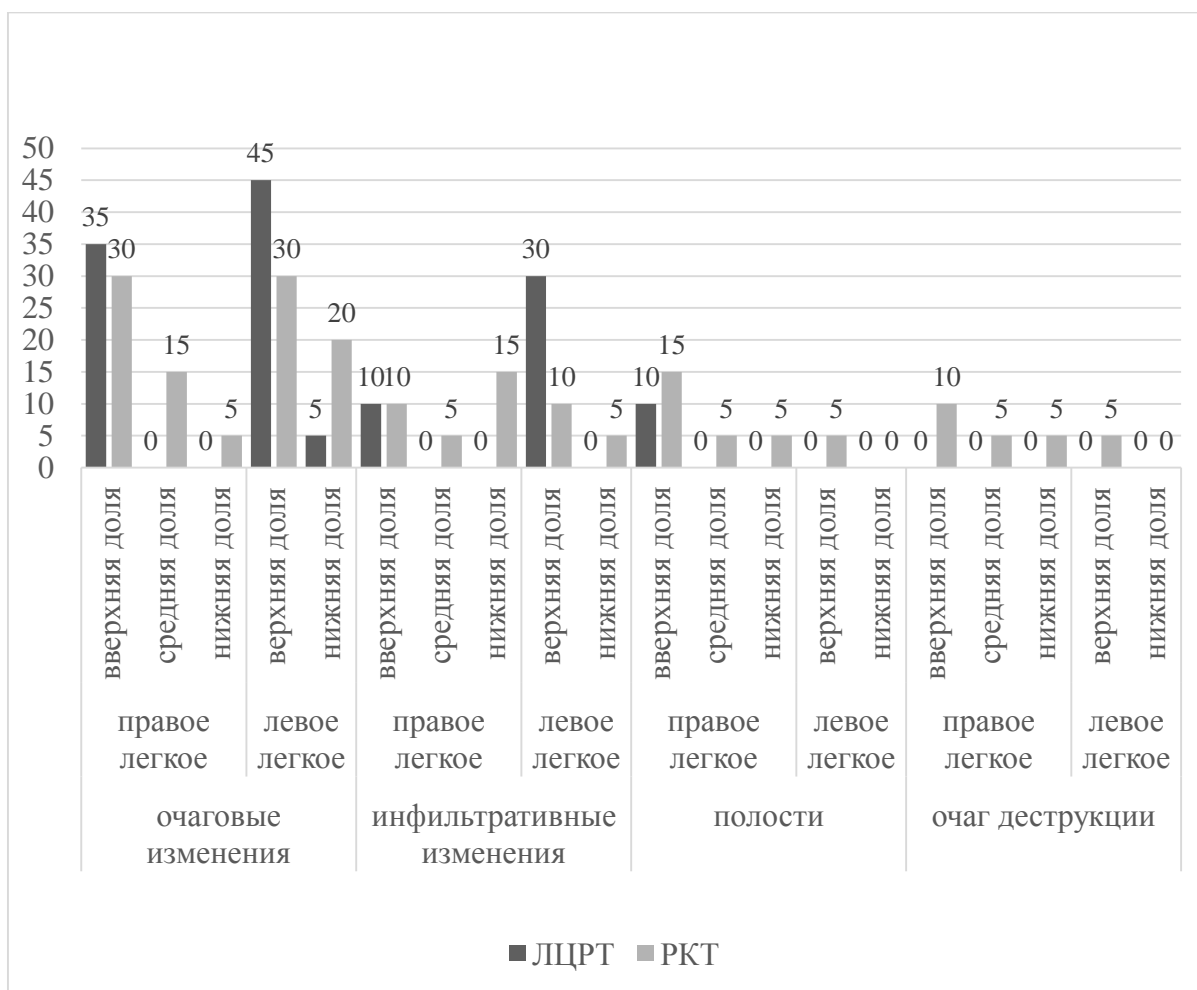


Рисунок 7. Частота выявления патологических изменений различной локализации (%)

Как видно из представленной диаграммы, в большинстве случаев патологические изменений определялись в верхних долях легких, что может быть связано с достаточно большой долей пациентов с

предварительным диагнозом «туберкулез легких» и наиболее часто встречающейся для него локализацией. По данным РКТ чаще, чем при линейной цифровой рентгеновской томографии изменения диагностировали в нижних и средних долях, что объясняется меньшим разрешением ЛЦРТ при размазывании более толстого массива тканей в нижних отделах, чем при исследовании верхних долей и в частности верхушек легких. При исследовании верхних долей результаты РКТ реже фиксировали изменения, что можно отнести на более толстые при ЛЦРТ срезы, имеющие суммационный характер, и как результат, в некоторых случаях повышенную настороженность и возможно переоценку получаемых результатов. Вместе с тем, при сравнении данных одних и тех же пациентов, проходивших оба исследования, данные о локализации процесса, установленные при помощи линейной цифровой рентгеновской томографии, подтверждались данными РКТ. Нельзя не отметить, что выявление патологии в нижних отделах легких затруднено, так как именно в этих отделах при классической рентгенографии суммационный эффект наиболее выражен, на ЛЦРТ изменения не всегда попадают в срез, в то время как на РКТ они естественно видны в большем количестве и естественно в полном объеме. Исключение составили те случаи, когда по данным линейной цифровой рентгеновской томографии вообще не удавалось установить наличие того или иного патологического изменения. Причиной этого могла быть погрешность методики в виде неадекватно выбранного уровня среза. Очаговые изменения в правом легком по данным линейной цифровой рентгеновской томографии встречаются с частотой 35%, в то время как в правом – 50%, однако данная разница не является статистически значимой ($t=0,97$). По данным РКТ очаговые изменения встречаются в каждом из легких с одинаковой частотой. Инфильтративные изменения, выявленные с помощью продольной цифровой рентгеновской томографии, встречаются в правом и левом легком с частотой 10% и 30% соответственно, что так же не является достоверным различием этих двух

показателей ($t=1,63$). По результатам РКТ в правом легком инфильтративные изменения встречаются с большей частотой чем в левом (30% и 15%), однако и данная разница в показателях не является достоверной.

Таким образом, после проведения анализа частоты встречаемости различных патологических изменений в изученной группе, и анализа их локализации, не было выявлено сколько-нибудь значимых закономерностей, что является подтверждением случайности выбора пациентов для проведения исследования и сопоставимости возможностей визуализации ЛЦРТ и КТ, как изучаемых методов на соответствующих друг другу зонах легкого.

Анализ лучевой нагрузки при различных исследованиях.

Как было обозначено выше, уровень лучевой нагрузки необходимо тщательно фиксировать, анализировать и контролировать. При проведении любого лучевого исследования доза облучения каждого пациента четко документируется, что позволяет сравнивать дозы пациентов, прошедших РКТ и линейную цифровую рентгеновскую томографию. Нами был проведен анализ лучевой нагрузки, которую получил каждый исследованный пациент и произведены расчеты средней лучевой нагрузки при проведении ЛЦРТ и РКТ (рис. 8).

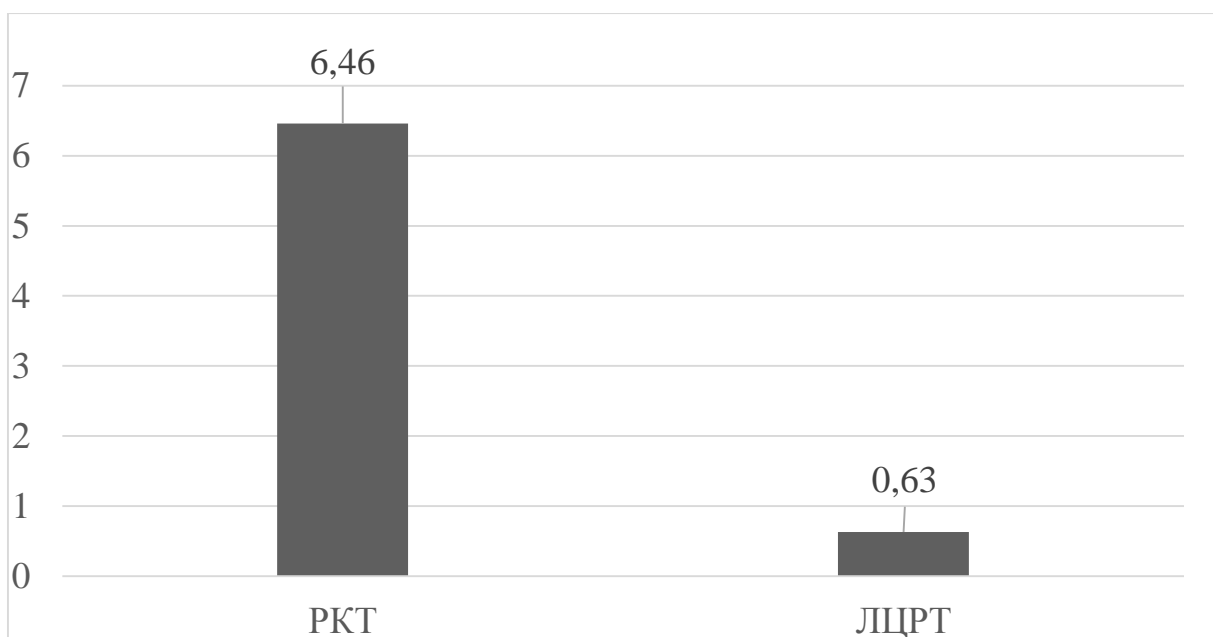


Рисунок 8. Средняя лучевая нагрузка при рентгеновских исследованиях (КТ и ЛЦРТ), мЗв.

При анализе данных 20 КТ-исследований и 20 линейных цифровых рентгеновских томографий выявлено достоверное различие доз пациентов ($t=7,1$). Средняя величина лучевой нагрузки при КТ составила $6,46 \pm 0,8$ мЗв, а при линейной цифровой рентгеновской томографии $0,63 \pm 0,16$ мЗв (см рис 8).

Таким образом, при стандартной КТ органов дыхания лучевая нагрузка на пациента превосходит таковую при ЛЦРТ более чем в 10 раз и составляет в среднем 10,25. Это диктует необходимость более обоснованного подхода при назначении уточняющей КТ и выборе малодозовых методик проведения рентгеновской компьютерной томографии. Соответственно, при принятии решения о необходимости того или иного исследования и необходимости повторных лучевых исследований в перспективе, столь выраженная разница в уровне лучевой нагрузки должна приниматься во внимание.

Анализ возможности визуализации очаговых образований.

Среди встретившихся в наших наблюдениях патологических изменений в легких, наиболее частыми были очаговые образования. Для оценки возможностей визуализации каждого изученного метода было проведено сравнение выявляемости очагов различных размеров (рис. 9).

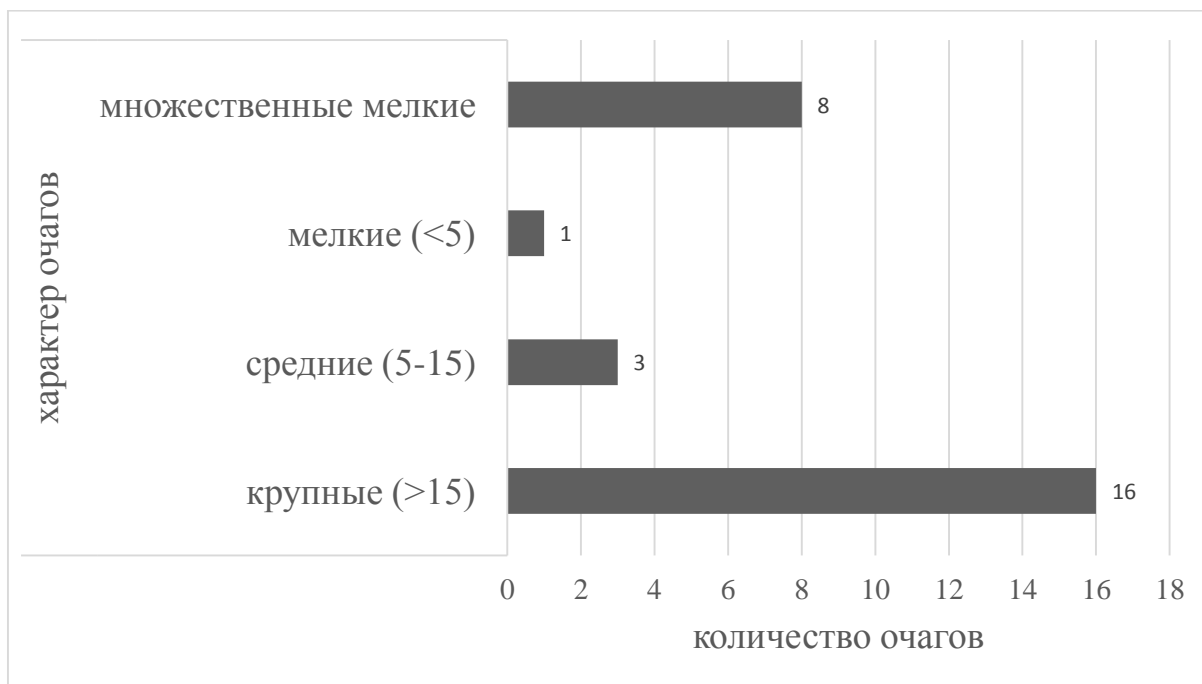


Рисунок 9. Распределение выявленных очаговых изменений по размеру.

Среди всех изученных пациентов была выявлена следующая тенденция: более чем в половине случаев (16 случаев - 57%) выявлены крупноочаговые изменения (размером более 15 мм), следующими по частоте встречаемости были множественные мелкие очаговые изменения (подсчитать которые не представлялось возможным и размерами менее 2 мм) в изученной выборке их доля составила 29%. Очаги средних размеров (5-15 мм) составили 11% среди всех очаговых изменений. сравнительно редко выявлялись единичные мелкоочаговые изменения (очаги размерами менее 5 мм). На их долю пришлось 3%, относительно низкий процент выявления небольших изменений может быть связан с не обращением пациентов из-за маловыраженной клинической картины при подобных патологических очагах.

Таким образом, несмотря на бурное развитие методов лучевой диагностики и широкие возможности визуализации, диагностика мелких изменений продолжает вызывать трудности у врачей – рентгенологов и как следствие достаточно большой процент пропуска патологии приходится именно на мелкоочаговые изменения [18].

Для сравнения возможностей ЛЦРТ и РКТ в распознавании очаговых образований произведен сравнительный анализ частоты их выявления обоими способами (рис. 10)

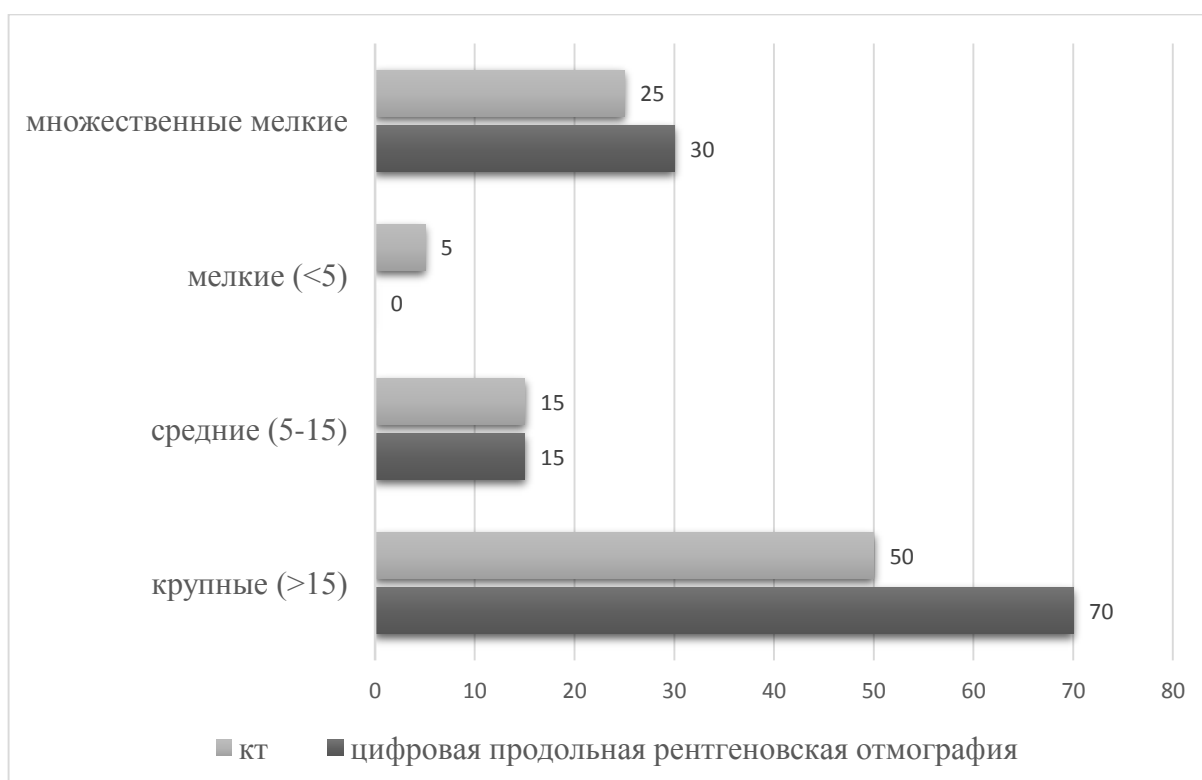


Рисунок 10. Частота выявления очаговых изменений различного размера (%)

Была проанализирована частота выявления очаговых изменений различного размера в двух группах пациентов, включающих по 20 человек, которым была проведена линейная цифровая рентгеновская томография и РКТ соответственно (рис. 10). Среди пациентов, у которых диагностированы крупноочаговые изменения, чаще они обнаруживались на линейных цифровых рентгеновских томограммах. Единичный мелкий

очаг (<5mm) был обнаружен только с помощью РКТ, однако, данного наблюдения недостаточно, чтобы указывать на общую тенденцию. Как известно из литературы, на качественных линейных цифровых рентгеновских томограммах удается выявить очаги даже 3 мм. Выявление очагов среднего размера и множественных мелких очагов по результатам РКТ и ЛЦРТ было на сходном уровне.

Таким образом, по результатам анализа полученных данных статистически достоверного различия между возможностями выявления очаговых образований ни в одной из групп выявлено не было. Для крупных изменений t критерий составил 1,3, для очагов среднего размера 0, для мелких очагов 1,2. Так же в группе из 10 пациентов, которым была проведена и ЛЦРТ, и РКТ, только у 1 пациента (10%) был выявлен очаг среднего размера, который не был обнаружен при помощи ЛЦРТ. Кроме того, в этой группе у двух пациентов (20%) по результатам РКТ получены более точные данные о размере очага, его интенсивности, форме и контурах.

Для сравнения возможностей ЛЦРТ и РКТ в более детальной визуализации очаговых образований произведен анализ по уровню получения новой информации в сравнении с РГ (см рис. 11).

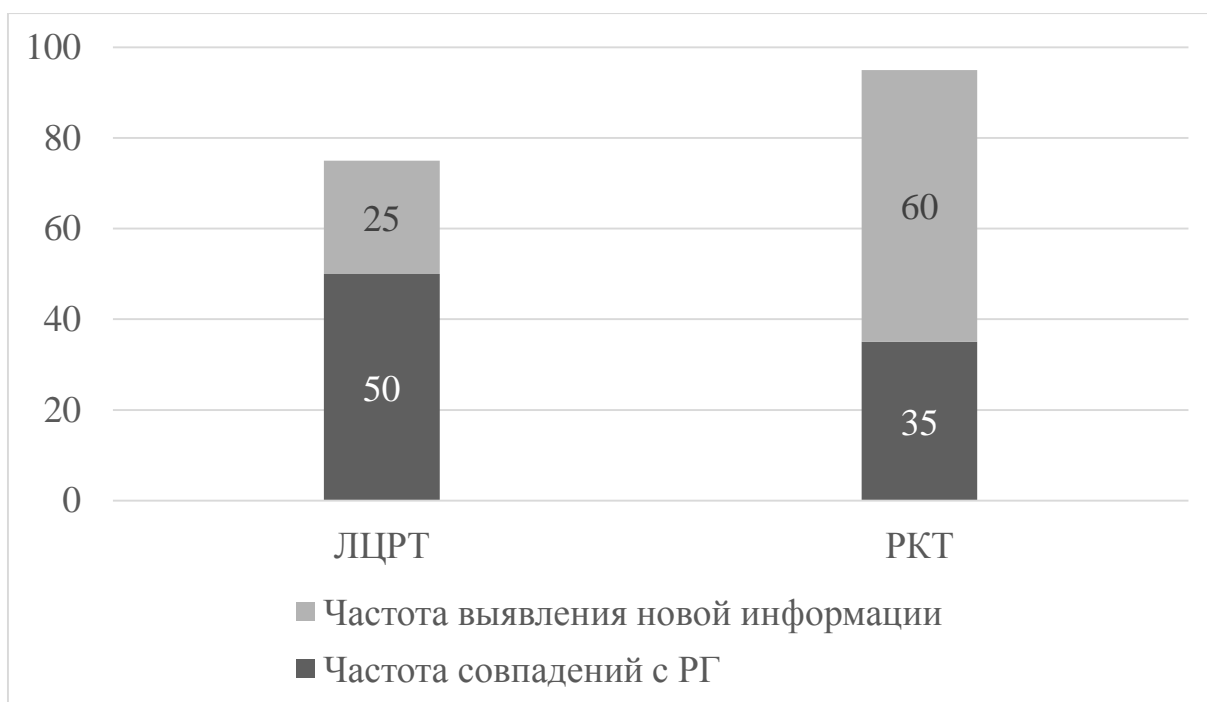


Рисунок 11. Сравнение ЛЦРТ и РКТ по уровню получения новой информации о структуре очаговых изменений после проведения РГ (%).

На данной диаграмме наглядно отражена частота встречаемости полостных образований согласно данным ЛЦРТ и РКТ, и частота выявления новой информации в сравнении с РГ после проведения дополнительных методов исследования таких как РКТ или ЛЦРТ. На ней же видно, что среди 20 пациентов, которым в качестве дополнительного метода исследования была выбрана ЛЦРТ, у 15 человек (75%) были выявлены очаговые изменения в ткани легких. У 5 из них (25% пациентов) после проведения уточняющего исследования была выявлена дополнительная информация, касающаяся формы, размера, интенсивности очаговых изменений, кроме того, в эту группу вошли пациенты, у которых с помощью ЛЦРТ были выявлены дополнительные очаги, не визуализировавшиеся на РГ.

В группе пациентов, которым проводилась РКТ очаговые изменения определялись у 19 пациентов (95% данной группы). В данной группе новая информация относительно формы, размеров, локализации очага, его

интенсивности и количества после проведения РКТ определялась с частотой 60%, что достоверно больше ($t=2,39$), чем после ЛЦРТ в подобных условиях.

Для иллюстрации возможностей визуализации очаговых изменений при помощи изучаемых методик приводим специальное клиническое наблюдение:

Пациентка К 31 год, обратилась в «Городской Противотуберкулезный Диспансер» 10.03.2013г для проведения плановой скрининговой рентгенографии. Жалоб на боли в грудной клетке, кашель не предъявляет. Одышка появляется на фоне физической нагрузки. Из анамнеза известно, что у пациентки три года назад была проведена пульмонэктомия по поводу центрального рака левого легкого. На рентгенограмме органов грудной клетки в прямой проекции (рис. 12) в S1,2 правого легкого определяются участки уплотнения легочной ткани малой интенсивности с нечеткими краями, размерами не более 0,5 см.

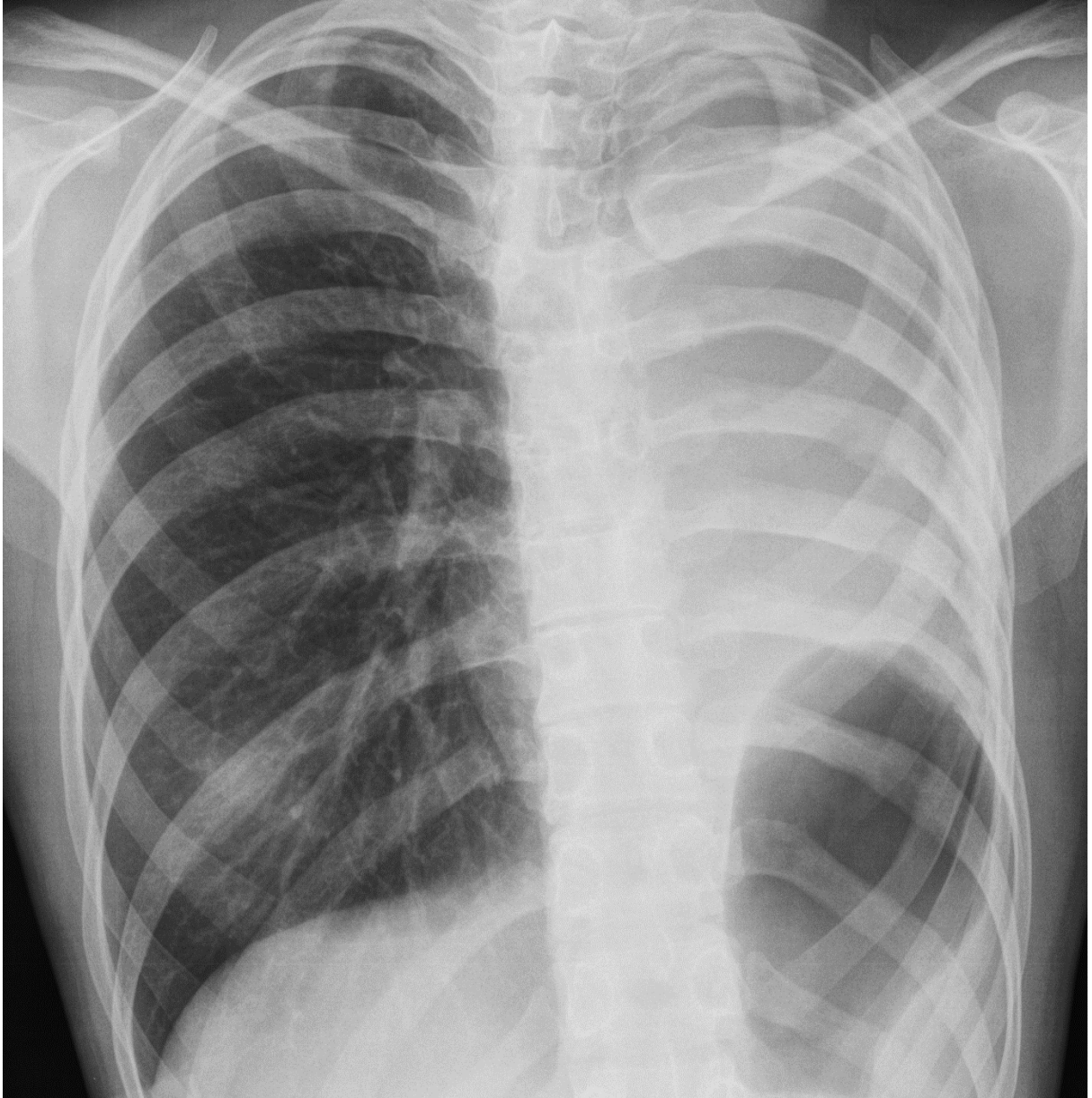


Рисунок 12. Рентгенограмма органов грудной клетки пациентки К. легочный рисунок справа не изменен, в верхнем поле правого легкого визуализируются несколько очагов малой интенсивности, с нечеткими краями, диаметром не более 0,5 мм. Тотальный послеоперационный фиброз левой плевральной полости.

В тот же день для уточнения полученных данных пациентке была проведена ЛЦРТ (рис 13). По результатам ЛЦРТ на срезах 5 и 6 см от стола в верхней доле правого легкого определяются несколько крупных

неоднородных сливных очагов размерами до 15*15мм, средней интенсивности и неоднородной структуры с неровными контурами.

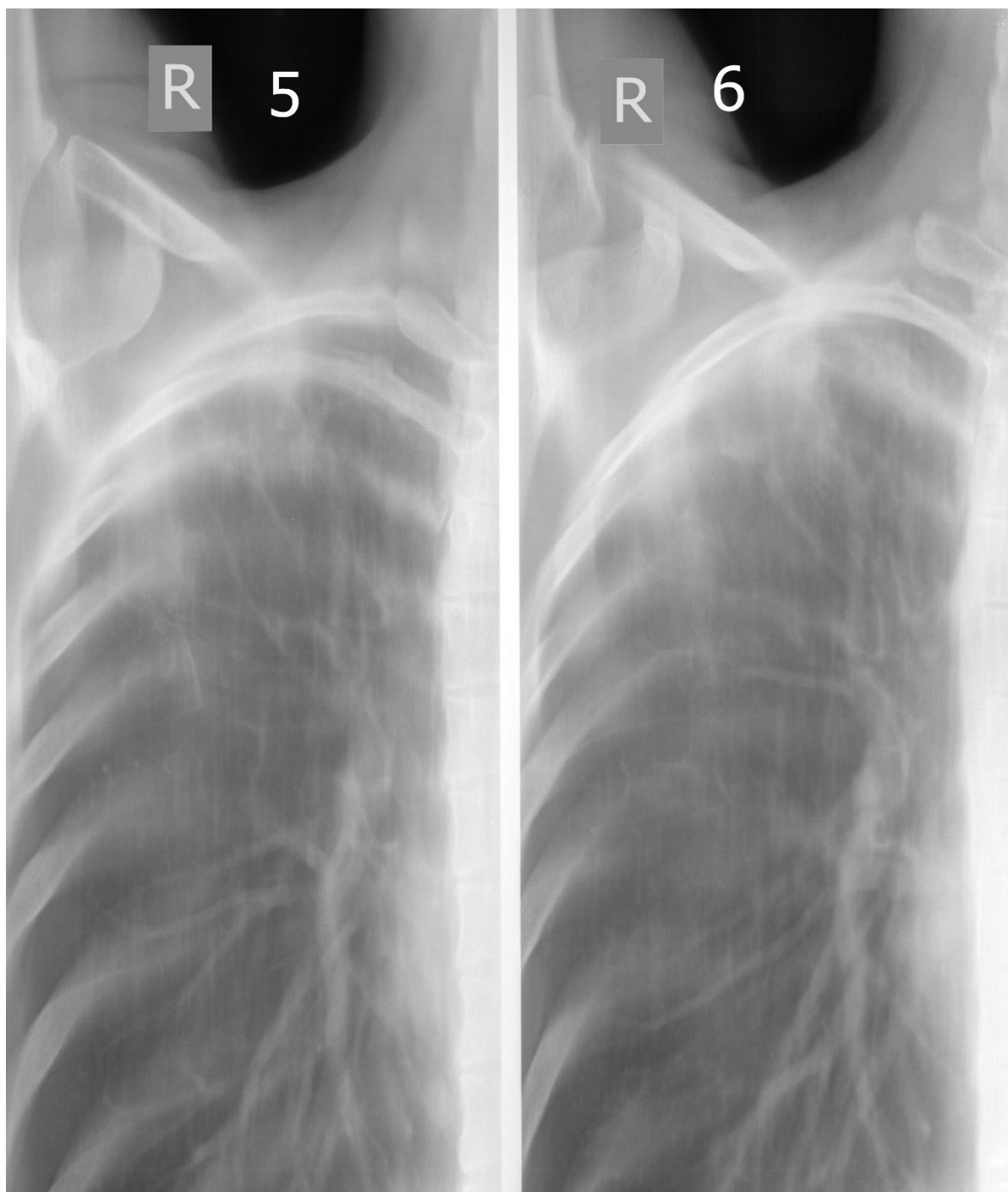


Рисунок 13. Линейная цифровая рентгеновская томография органов грудной клетки пациентки К на глубине 5 и 6 см от стола. В области верхушек визуализируются крупные сливные очаги до 15 мм в диаметре, различной интенсивности, с неровными краями.

Далее в течение месяца пациентке проводилась дифференциальная диагностика между неспецифическим воспалительным заболеванием легких и очаговым туберкулезом легких. Эмпирически была проведена антибиотикотерапия средствами широкого спектра действия. Спустя месяц после проведения РГ и ЛЦРТ органов грудной клетки была назначена РКТ с целью уточнения диагноза и определения дальнейшей тактики лечения.

По данным РКТ органов грудной клетки от 11.10.2013 (рис. 14 а, б). У пациентки К определяются Фиброзно-очаговые изменения в верхней доле правого легкого в виде участков пневмофиброза с включением единичных петрифицированных очагов.

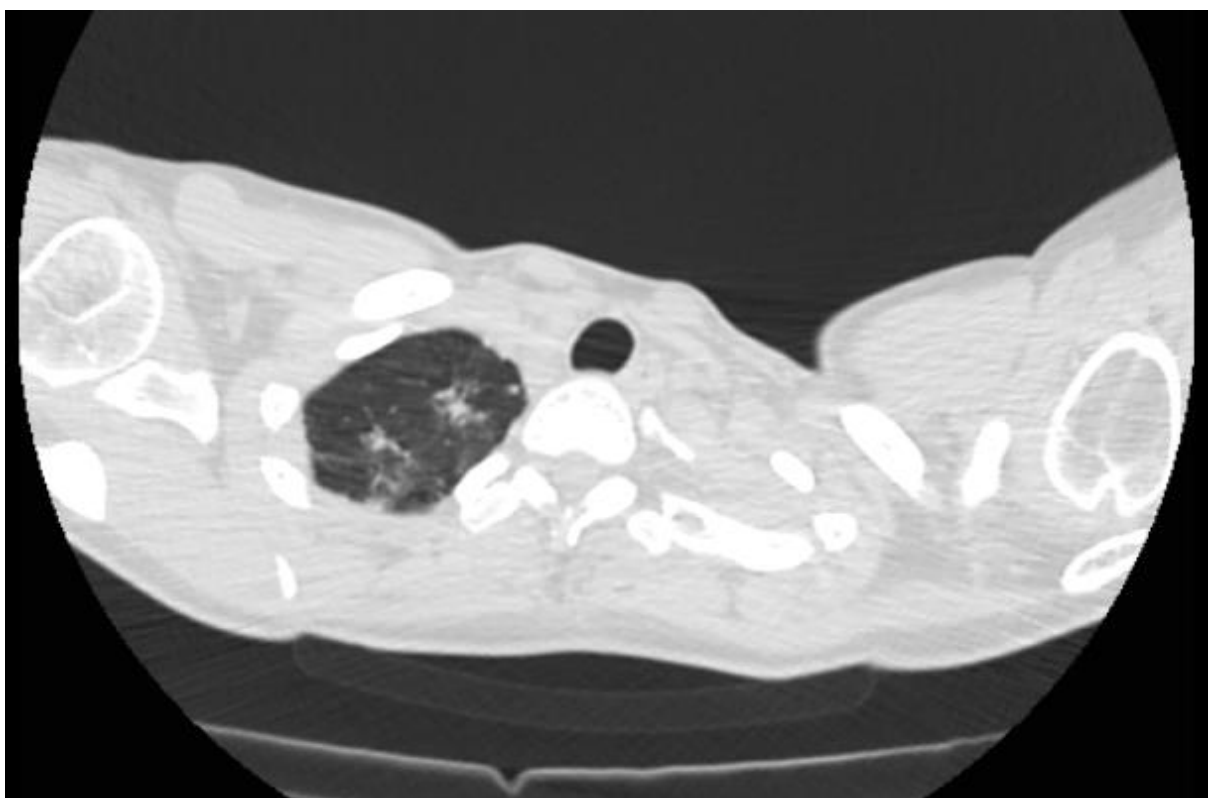


Рисунок 14 а. Рентгеновская компьютерная томография органов грудной клетки пациентки К. В области верхушек визуализируются несколько очаговых изменений более мелкие расположены по периферии, более крупные – ближе к центру.

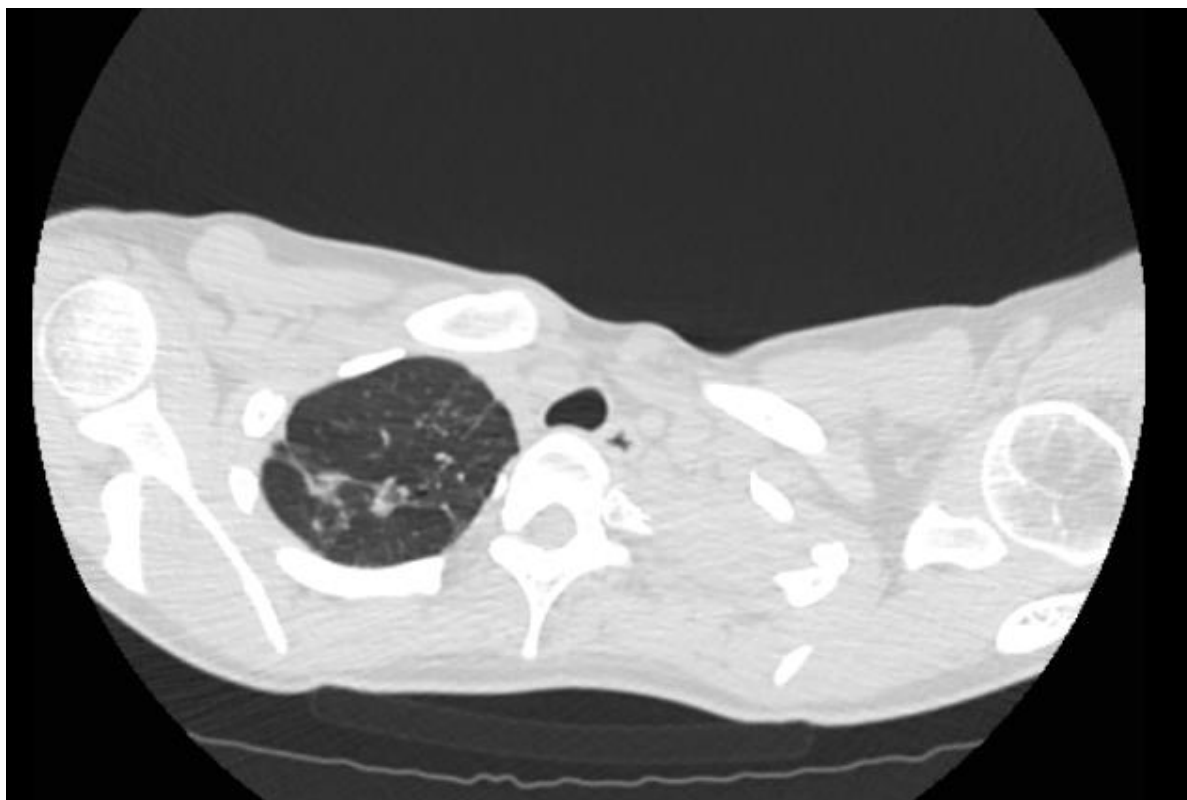


Рисунок 14 б. Рентгеновская компьютерная томография органов грудной клетки пациентки К. В области верхушек визуализируются несколько очаговых изменений, более мелкие распложены по периферии, более крупные – ближе к центру, в некоторых очагах наблюдается петрификация и фиброзные изменения.

Учитывая данные вышеописанных лучевых исследований, отсутствия эффекта от антимикробной терапии, и результаты лабораторных исследований данной пациентке был поставлен окончательный диагноз «туберкулез органов дыхания» и начата соответствующая терапия.

Как видно из приведенного наблюдения. ЛЦРТ достаточно отчетливо позволяет выявить изменения на правой верхушке легкого, которые практически не дифференцируются на обзорной рентгенограмме. Нечеткость их контуров и эфемерность структуры свидетельствуют о том, что это могут быть старые очаги с признаками их активации в виде инфильтративных изменений вокруг. На рентгеновских компьютерных томограммах более отчетливо видны очаги разных размеров с признаками

активности, расположенные в том числе субплеврально, характерные для очагового туберкулеза.

Следовательно, ЛЦРТ является достаточно эффективной методикой традиционной рентгенографии, позволяющей дополнить данные обзорной рентгенографии и выявить изменения, не видимые на суммационном рентгеновском изображении.

Таким образом, ЛЦРТ и РКТ показывают близкие показатели выявляемости очаговых образований, однако при сравнении каждого метода с рентгенографией и оценкой выявления более подробных данных с помощью каждого дополнительного метода исследования достоверно более информативным показывает себя РКТ ($t=2,3$). Следовательно, при оценке очаговых образований, ЛЦРТ может быть достаточным для первичной диагностики патологического процесса, однако при необходимости более подробной визуализации процесса требуется более подробный метод визуализации - РКТ.

Возможности в визуализации инфильтративных изменений.

Среди всех изученных пациентов инфильтративные изменения в легких были обнаружены у 15 пациентов.

В группе пациентов, где в качестве дополнительного метода визуализации была выбрана цифровая продольная рентгеновская томография по данным РГ инфильтративные изменения определялись у шести пациентов (60%). Однако, после проведения уточняющего ЛЦРТ-исследования у одного из этих пациентов был установлен больший размер инфильтративных изменений, а у другого по результатам линейной цифровой рентгеновской томографии, изменения в легочной ткани были расценены не как инфильтрат, а как полость с очагом деструкции.

Таким образом, в 32% случаев использования линейной цифровой рентгеновской томографии, данное исследование носило важное клиническое значение.

При изучении группы пациентов, для которых в качестве уточняющего метода лучевой диагностики была выбрана РКТ, выявлено 6 наблюдений, в которых по данным РГ определялись инфильтративные изменения легких. После проведения РКТ у данных пациентов у одного из них (16%) помимо инфильтративных были также выявлены очаговые изменения, а еще у двух в дополнение к патологической картине, определяемой по РГ, были обнаружены сформированные полости деструкции с очагами вокруг. Таким образом, в 50% случаев назначение РКТ позволило значительно расширить представление о патологическом процессе в легких пациентов.

Среди пациентов, которым проводилась и линейная цифровая рентгеновская томография и РКТ, по данным РГ инфильтративные изменения были выявлены у 4 пациентов. У одного из этих пациентов (10%) после анализа дополнительных методов исследования, интересующие нас области были расценены как множественные мелкие очаговые изменения. Кроме того, у этого пациента и двух других (30%) по результатам РКТ были выявлены сформировавшиеся полости и/или полости с очагами вокруг. Таким образом, в данной группе дополнительные методы исследования были эффективны в 30% случаев.

Сравнительные данные ЛЦРТ и РКТ в выявлении дополнительной информации после РГ у больных с инфильтративными изменениями в легких отражены на диаграмме. (рис. 15)

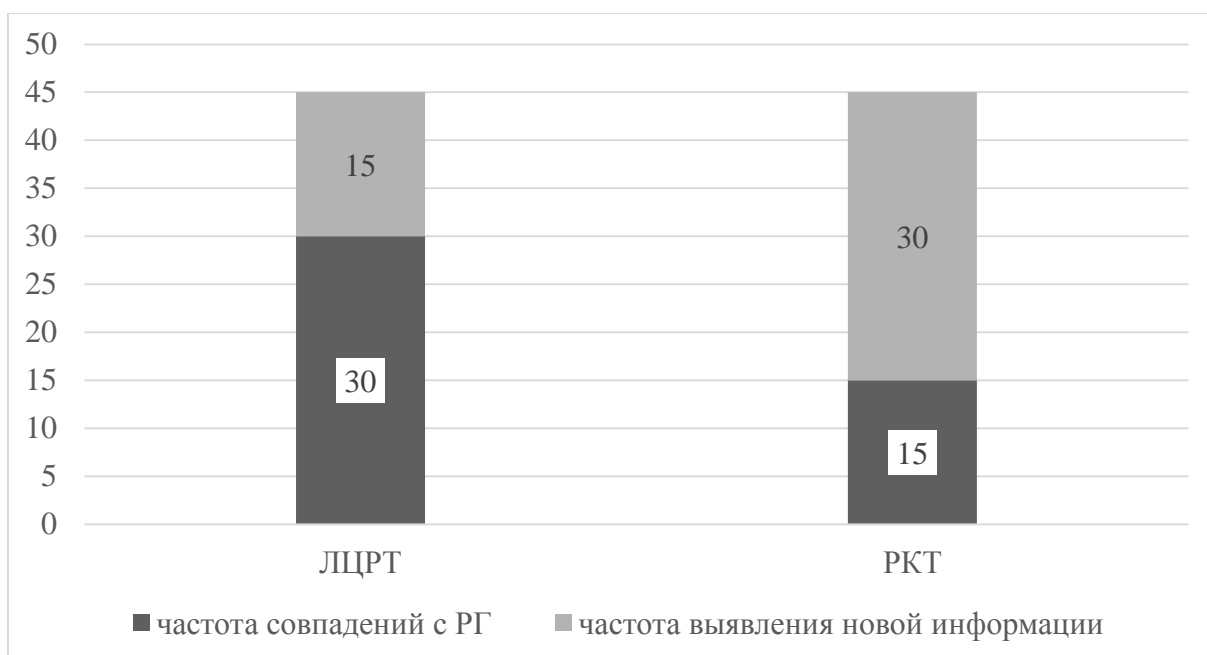


Рисунок 15. Сравнение ЛЦРТ и РКТ по уровню получения новой информации после проведения РГ (%).

Как видно из анализа диаграммы (рис. 15) среди 20 пациентов, которым проводилась линейная цифровая рентгеновская томография, инфильтративные изменения после проведения РГ выявлялись в 9 случаях (45%), внутри данной группы по результатам цифровой рентгеновской томографии у 3 пациентов (15%) были выявлены новые рентгенологические симптомы, у остальных 6 (30%) подтвердились данные рентгенографии. В группе из 20 пациентов, которым проводилась РКТ, по данным РГ было 9 пациентов (частота выявления – 45%) с инфильтративными изменениями. В этой группе, после проведения РКТ у 6 (30%) пациентов были обнаружены новые данные о состоянии легочной ткани. У оставшихся 3 человек (15%), РКТ не добавила новой информации к уже имеющемуся заключению после РГ органов грудной клетки.

По результатам данного блока исследований создается впечатление, что РКТ позволяет чаще выявлять новую информацию о состоянии легочной ткани пациента, однако после проведения статистического

анализа, можно заключить, что эти различия не являются достоверными (t=1,1)

Возможности визуализации полостных образований легких.

Для решения вопроса о возможности визуализации полостей в легких сравнивались заключения, полученные в результате проведения РГ и последующих за ней ЛЦРТ и РКТ. Для оценки возможностей визуализации попарно сравнивались результаты РГ и одного из дополнительных методов визуализации – ЛЦРТ или РКТ (рис. 16, 17).

Из представленных диаграмм следует, что по результатам данного исследования у пациентов обнаруживались полостные изменения двух типов: полностью сформированные полости и полости с начальными деструктивными изменениями.

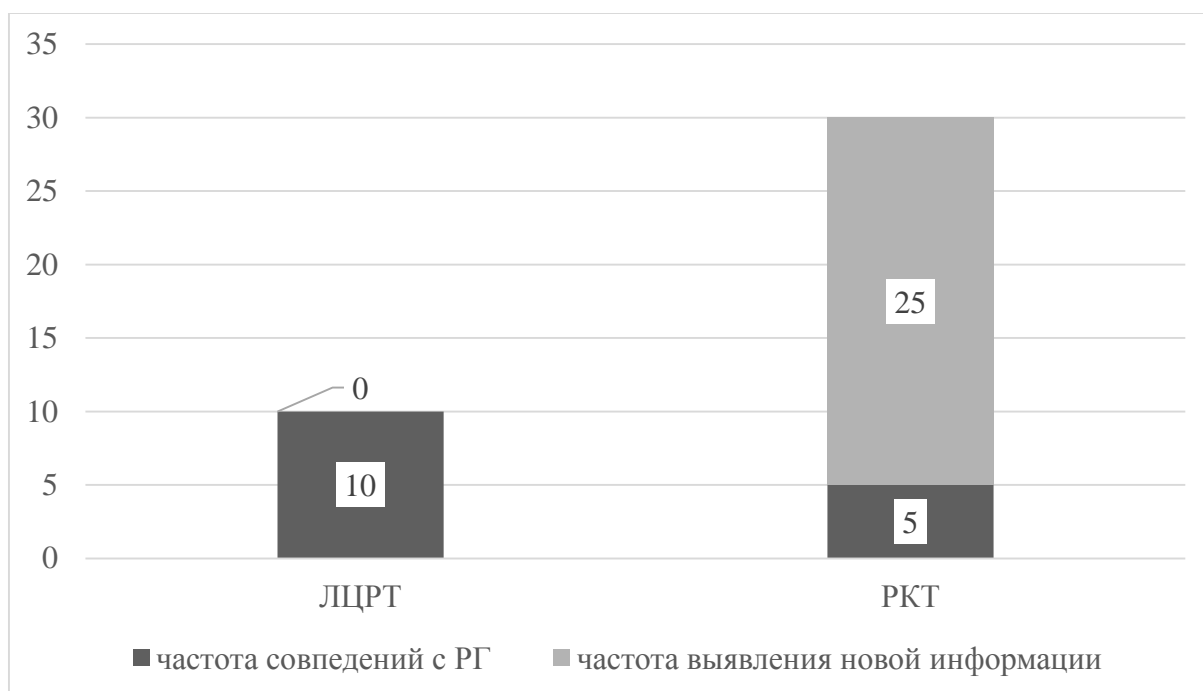


Рисунок 16. Встречаемость сформированных полостных образований по результатам ЛЦРТ и РКТ и сравнение ЛЦРТ и РКТ относительно выявления новых данных (%).

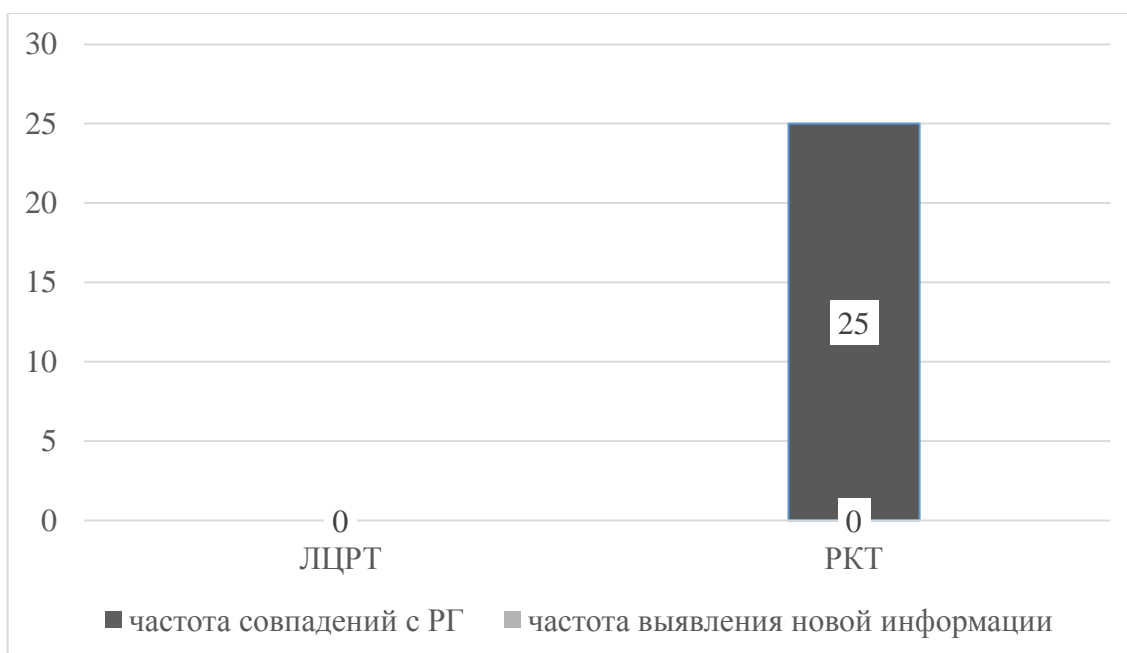


Рисунок 17. Встречаемость полостей с начальными деструктивными изменениями и частота выявления новой информации в сравнении с РГ (%)

Среди всех изученных пациентов сформированные полости определялись у 7 пациентов (встречаемость – 23%), полости с начальными деструктивными изменениями у 5 пациентов (встречаемость – 17%).

В группе из 20 пациентов, которым проводилась линейная цифровая рентгеновская томография, с помощью данного метода удалось выявить сформировавшиеся полости у 2 пациентов (выявляемость – 10%) (рис. 13), полости с очагами деструкции были выявлены у 4 пациентов из данной группы, что демонстрирует выявляемость в 20% (рис. 14). При этом, стоит отметить, что на РГ органов грудной клетки сформировавшаяся полость визуализировалась на снимках у двух пациентов, и эти же данные были получены в ходе ЛЦРТ.

Таким образом, при проведении ЛЦРТ данным пациентам новой информации получено не было. В группе пациентов, которым проводилось РКТ, частота выявления новой информации относительно полостных образований составила 25%.

При оценке данных относительно полостных образований с начальными явлениями деструкции оказалось, что ни РГ, ни ЛЦРТ не позволяют установить данный диагноз, а после проведения РКТ у 5 пациентов (25% от группы, где пациентам в качестве дополнительного метода визуализации использовалась РКТ) были выявлены данные изменения.

Из данной части исследования можно сделать вывод, согласно которому ЛЦРТ и РКТ демонстрируют сопоставимые показатели выявляемости сформированных полостных образований, однако ЛЦРТ не добавляет новых данных к информации уже полученной с помощью РГ, в то время как РКТ демонстрирует более высокое качество визуализации по сравнению с РГ с частотой 25%. Статистический анализ подтверждает достоверность данных различий ($t=2,6$).

Начальные деструктивные изменения не визуализируются ни с помощью РГ, ни ЛЦРТ. Таким образом РКТ является единственным методом из изучаемых, который целесообразно использовать при подозрении на проявление деструктивных изменений, так как только при помощи РКТ возможна постановка данного рентгенологического диагноза.

Заключение.

В ходе исследования проанализированы обзорные рентгенограммы (РГ) органов грудной полости и снимки, полученные при линейной цифровой рентгеновской томографии (ЛЦРТ) и рентгеновской компьютерной томографии (РКТ), 30 пациентов и заключения по ним. ЛЦРТ и РКТ были выбраны в качестве дополнительного метода визуализации тем пациентам, у которых на РГ грудной клетки обнаруживались ранее не диагностированные патологические изменения. В результате были сформированы три группы исследования, в одной группе в качестве дополнительного метода визуализации использовали РКТ, во второй ЛЦРТ, а в третьей и РКТ и ЛЦРТ. Далее производилось сравнение возможностей визуализации каждого из двух методов. Результат данного исследования позволит практикующим врачам более осознанно оценивать возможности каждого метода в отдельности и упростит принятие решения о выборе дополнительного метода визуализации в каждой отдельно взятой ситуации.

Первое на что можно обратить внимание при проведении данной работы, это относительно молодой возраст пациентов $41,3 \pm 4$ года. В рамках современных реалий велика вероятность проведения в течение жизни данных пациентов множества повторных лучевых диагностических исследований, и в результате иметь эффект кумуляции негативных эффектов от рентгеновского излучения. Отсюда следует, что при выборе метода лучевого исследования требуется в первую очередь обращать внимание на методы с меньшей лучевой нагрузкой.

При анализе доз каждого отдельно взятого пациента с высоким уровнем достоверности ($t=7,1$), можно говорить о значительно более низкой лучевой нагрузке на пациента при проведении ЛЦРТ $0,63 \pm 0,16$ мЗв против $6,46 \pm 0,8$ мЗв при проведении РКТ. Таким образом по этому параметру проведение ЛЦРТ является намного более предпочтительным.

В рамках данной работы проведен также анализ расположения патологических изменений в той или иной доле. Большая часть изменений определялась в верхних долях обоих легких, что можно объяснить спецификой данной группы пациентов и сложностью в визуализации средних и нижних отделов легких при помощи каждого из представленных методов. В рамках этой части исследования ЛЦРТ и РКТ свидетельствуют о сопоставимых возможностях в визуализации патологических изменений в каждой доле обоих легких.

В ходе исследования наиболее часто встречались пациенты, у которых определялись очаговые образования различной величины и локализации (93% пациентов), благодаря этому результаты по данному блоку исследования получились более развернутыми. При сравнении уровня частоты выявления очаговых образований различного размера РКТ и ЛЦРТ не имеют достоверных различий, однако РКТ достоверно свидетельствует о большем проценте выявления более подробной информации в сравнении с РГ. При проведении ЛЦРТ частота выявления новой информации имела место у 25% пациентов, в то время как для РКТ эта цифра достигает 60% ($t = 2,39$). Следовательно, в ситуации, когда более подробная информация о морфологии очага не окажет влияния на выбор тактики лечения отдельно взятого пациента, врач лучевой диагностики может получить достаточное количество информации после проведения такому пациенту ЛЦРТ.

При исследовании возможности визуализации инфильтративных изменений были выявлены сходные закономерности. Существует ряд пациентов, у которых, после проведения дополнительных лучевых методов исследования, были выявлены важные в клиническом отношении дополнительные сведения о состоянии легочной ткани пациента. У части же пациентов после проведения ЛЦРТ и РКТ клинически важной новой информации установить не удалось. В данном блоке нашей работы нам не

удалось установить достоверных различий относительно частоты выявления дополнительной информации по результатам ЛЦРТ (15%) и РКТ (30%) ($t=1,1$). Следовательно, при выявлении на РГ органов грудной клетки инфильтративных изменений проведение ЛЦРТ может быть достаточным.

В последней части работы проводилась оценка возможностей визуализации полостных образований. Данные патологические изменений были условно разделены на два типа – полностью сформированные полости и полости с начальными деструктивными изменениями. При оценке возможностей визуализации данной патологии была выявлена следующая закономерность: проведение ЛЦРТ не дополняет данные РГ, а только подтверждает и уточняет уже имеющиеся изменения. Лишь благодаря РКТ в 25% случаев (при общей частоте встречаемости данной патологии в 30%) удалось выявить новые данные относительно строения данного патологического образования и наличия признаков распада в нем. Одновременно с этим в вопросе визуализации полостей с начальными деструктивными изменениями и РГ и ЛЦРТ показали себя неэффективными – ни один из этих методов не позволял визуализировать данное патологическое изменение, в то время как по данным РКТ его можно было наблюдать у 25% пациентов в виде уже сформировавшейся полости. Таким образом, пациентам, у которых клиницист подозревает полостные изменения, в качестве метода выбора целесообразно начинать с РКТ, так как этот метод является достаточно достоверным и на этом этапе более информативным, чем РГ и ЛЦРТ ($t=2,6$ для полостей с начальными явлениями деструкции и сформированных полостей). Таким образом пациентам с теми или иными полостными образованиями только уточняющая РКТ, учитывая возможности данного метода в отношении этих патологических изменений является обоснованной и целесообразной.

Из всего выше сказанного можно сделать вывод, что ЛЦРТ можно считать достаточным исследованием в той ситуации, когда по результатам обзорной РГ грудной клетки выявляются очаговые или инфильтративные изменения, врач не подозревает у пациента наличие полостного образования и на определение дальнейшей тактики лечения не повлияет более точное определение размеров патологии и ее формы. Кроме того, данное исследование в перспективе может использоваться для оценки динамики крупного очага и для снижения кумуляционного эффекта от рентгеновского облучения при повторном и контрольном исследованиях. Помимо этого, данный метод лучевого исследования можно использовать в качестве единственного дополнительно метода лучевой диагностики в населенных пунктах, не обеспеченных компьютерными томографами по экономическим соображениям. Таким образом, разрабатываемая тема является перспективной для дальнейших исследований линейной цифровой рентгеновской томографии на больших выборках разного рода больных и возможностей ее применения в клинической практике.

Выводы.

1. Патологические изменения в изучаемой группе были выявлены со следующей частотой: очаги и очаговые изменения в 93% случаев, инфильтративные изменения в легких в 50% случаев, сформированные полостные образования 23%, полости с начальными явлениями деструкции 17%.

2. Выявляемость очаговых образований разного размера на РКТ и ЛЦРТ является сопоставимой ($t < 2$) во всех изученных группах, однако РКТ позволяет получить достоверно ($t = 2,39$) больше новой информации об очаговом процессе после проведения РГ

3. ЛЦРТ и РКТ позволяют выявлять новые данные об инфильтративном процессе с сопоставимой частотой ($t=1,1$).

4. ЛЦРТ по сравнению с РКТ не несет актуальной дополнительной информации при оценке полостных изменений в легком. РКТ при подозрении на полостное образование должна быть методом выбора, она достоверно ($t=2,6$) с большей частотой позволяет выявлять новые данные относительно сформированных полостей и распознавать «полостное образование с начальными очагами деструкции».

5. Лучевая нагрузка при проведении ЛЦРТ значительно ниже чем при РКТ $0,63 \pm 0,16$ мЗв против $6,46 \pm 0,8$ мЗв соответственно. Столь значительный разброс в уровне лучевого воздействия на пациента целесообразно учитывать при выборе метода лучевого исследования.

Список использованной литературы.

1. Биличенко Т.Н., Чучалин А.Г., Сон И.М. Основные итоги развития специализированной медицинской помощи больным пульмонологического профиля на территории Российской Федерации за период 2004 - 2010 гг. // Пульмонология. 2012. № 3. С. 5–16.
2. Болотова Е.В., Шульженко Л.В., Порханов В.А. Анализ дефектов оказания лечебно-диагностической помощи больным, умершим от внебольничной пневмонии в Краснодарском крае за 2014г. // Пульмонология. 2015. № 3 (25). С. 298–302.
3. Власов П.В., Нуднов Н.В., Шейх Ж.В. Компьютерно-томографическая семиотика в пульмонологии // Медицинская визуализация. 2010. № 6. С. 75–83.
4. Горбунов Н.А., Дергилев А.П., Сидорова Л.Д. Лучевая диагностика обострений хронической обструктивной болезни легких // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2014. № 95 (1). С. 102–111.
5. Иванова Е.В., Биличенко Т.Н., Чучалин А.Г. Заболеваемость и смертность населения трудоспособного возраста России по причине болезней органов дыхания в 2010-2012 гг. // Пульмонология. 2015. № 3 (25). С. 291–297.
6. Калинина М.В., Жукова Т.В., Кононенко Н.А. Оптимизация учета доз пациентов как основа для оценки стохастических эффектов за счет медицинского рентгенодиагностического облучения // Гигиена и санитария. 2013. № 5. С. 76–78.
7. Комлева Ю.В., Махонько М.Н., Шкробова Н.В. Заболевания медицинских работников от воздействия ионизирующего излучения и их профилактика // Бюллетень медицинских Интернет-конференций. 2013. № 11 (3). С. 1171–1173.
8. Маткевич Е.И., Сеницын В.Е., Мершина Е.А. Сравнительный анализ доз облучения пациентов при компьютерной томографии в

федеральном лечебном учреждении // Вестник рентгенологии и радиологии. 2016. № 1 (97). С. 41–47.

9. Михайлов М.К. Значение лучевой диагностики в современной медицине // Казанский медицинский журнал. 2005. № 2 (86). С. 101–112.

10. Морозов С.П., Насникова И.Ю., Сеницин В.Е. Мультиспиральная компьютерная томография / Сеницин В.Е. Морозов С.П., Насникова И.Ю., 2009. 107 с.

11. Нормы радиационной безопасности, НРБ - 99/2009: СанПиН 2.6.1.2523-09 от 7 июля 2009 года.

12. Потрахов Н.Н. Метод и особенности формирования теневого рентгеновского изображения микрофокусными источниками излучения // Вестник новых медицинских технологий. 2007. № 3 (9). С. 167–169.

13. Росстат Здоровоохранение в России 2015 статистический сборник / Росстат, 2015. 176 с.

14. Ростовцев М.В. Атлас рентгеноанатомии и укладок / М.В. Ростовцев, 2015. 314 с.

15. Семенов С.В. Ионизирующие излучения в нашей жизни // Энергобезопасность и охрана труда. 2009. (2). С. 3–10.

16. Тюрин И. Е. Лучевая диагностика в Российской Федерации в 2014 г. // Вестник рентгенологии и радиологии. 2015. № 6. С. 56–63.

17. Тюрин И. Е. Лучевая диагностика метастатических поражений легких // Атмосфера. Пульмонология и аллергология. 2011. № 1. С. 22–28.

18. Тюрин И. Е. Одиночные очаги в легких : возможности лучевой диагностики // Атмосфера. Пульмонология и аллергология. 2008. № 2. С. 15–22.

19. Тюрин И.Е. Тромбоэмболия легочной артерии : возможности лучевой диагностики // Атмосфера. Пульмонология и аллергология. 2005. (4). С. 20–24.

20. Уголькова С.А., Бичан Ж.В., Дозовые Семенов. С.В. Дозовые нагрузки при компьютерно - томографических исследованиях 2009. С. 1–

14.

21. Федеральный закон от 5.12.1995 (ред. от 19.07.2011) "о радиационной безопасности населения"

22. Харченко В.П., Котляров П.М. Лучевая диагностика рака легкого — достижения и проблемы. // Материалы Невского радиологического форума «Из будущего в настоящее». 2003. С. 144–145.

23. Шевченко Е.В., Коржуев А.В. К 120-летию великого открытия: история обнаружения рентгеновского излучения и его значение в физике и медицине // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2015. (1). С. 141–145.

24. Шевченко Е.В., Коржуев А.В. Хлопенко Н.А. Исторические сюжеты, связанные с возникновением и развитием медицинской томографии // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2014. № 2 (19). С. 117–120.

25. Шевченко Е.В., Коржуев А.В., Хлопенко Н.А. Страницы истории науки и здравоохранения // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2004. № 3 (44). С. 95–99.

26. Шутихина И.В., Цыбульская Ю.А., Смердин С.В., Батурин О.В., Коков Л.С. Возможности совместного использования много срезовой линейной цифровой рентгеновской томографии и ультразвукового исследования в диагностике туберкулезного пражения позвоночника // Современные технологии в медицине. 2016. № 4 (8). С. 82–91

27. Brody A., Guillerman R. Don't let radiation scare trump patient care: 10 ways you can harm your patients by fear of radiation-induced cancer from diagnostic imaging // Thorax. 2014. № 8 (69). С. 782–784.

28. Courtney A. Coursey M., Donald P. Frush M. CT and Radiation: What Radiologists Should Know // Applied Radiology [Электронный ресурс]. URL: http://www.medscape.com/viewarticle/572551_4 (дата обращения: 02.03.2017).

29. Fisher M.R. [и др.]. Use of linear tomography to confirm the diagnosis of allergic bronchopulmonary aspergillosis // *Chest*. 1985. № 4 (87). С. 499–502.
30. Gomi T. [и др.]. Comparison of Chest Dual-energy Subtraction Digital Tomosynthesis Imaging and Dual-energy Subtraction Radiography to Detect Simulated Pulmonary Nodules with and without Calcifications // *Academic Radiology*. 2011. № 2 (18). С. 191–196.
31. Gomi T. [и др.]. Comparison between chest digital tomosynthesis and CT as a screening method to detect artificial pulmonary nodules: a phantom study. // *The British journal of radiology*. 2012. № 1017 (85). С. e622-9.
32. Laurie Scudder, DNP P., Alan S. Brody M. CT Radiation in Kids: How Much of a Risk, Really? // *Medscape Pediatrics* [Электронный ресурс]. URL: http://www.medscape.com/viewarticle/826119_2 (дата обращения: 02.03.2017).
33. Machida H. [и др.]. Whole-Body Clinical Applications of Digital Tomosynthesis. // *Radiographics: a review publication of the Radiological Society of North America, Inc.* 2016. № 3 (36). С. 735–50.
34. Fred H.L. Drawbacks and limitations of computed tomography: views from a medical educator. // *Texas Heart Institute journal / from the Texas Heart Institute of St. Luke's Episcopal Hospital, Texas Children's Hospital*. 2004. № 4
35. James J., Terri F. Essentials of radiographic physics and imaging / J. James, F. Terri, 1-е изд., Jeanne Olson, 2012. 248 с.
36. Johnson P.T., Mahesh M., Fishman E.K. Image Wisely and Choosing Wisely: Importance of Adult Body CT Protocol Design for Patient Safety, Exam Quality, and Diagnostic Efficacy // *Journal of the American College of Radiology*. 2015. № 11 (12). С. 1185–1190.