

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

Направление «Медицина»

Кафедра онкологии

Допускается к защите

Заведующий кафедрой

д.м.н., проф., Орлова Р. В.

« ____ » _____ 2017 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
НА ТЕМУ: СРАВНЕНИЕ РЕНТГЕНОВСКИХ МЕТОДИК
ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛЕГКИХ**

Выполнил студент

609 группы

Каростик Денис Владимирович

Научный руководитель

к.м.н., доцент

**Камышанская Ирина
Григорьевна**

Санкт-Петербург
2017 г.

Оглавление

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СИМВОЛОВ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	8
1.1. Понятие профилактики и скрининга.....	8
1.2. Низкодозовая компьютерная томография	12
1.3. Рак легких	15
1.3.1 Распространенность рака легких	15
1.3.2 Диагностика и визуализация рака легких.....	19
1.4 Туберкулез	26
1.4.1 Распространенность туберкулеза	26
1.4.2 Роль лучевых методов в диагностике туберкулеза	29
1.5. Методы оценки негативных последствий, связанных с использованием ионизирующего излучения в медицине.	32
1.5.1. Дозовые величины, применяющиеся в контексте защиты пациента от медицинского облучения	32
1.5.2. Понятие о радиационно-индуцированном риске.....	35
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	38
2.1 Ретроспективный этап исследования	38
2.2 Проспективный этап исследования.....	38
2.3. Характеристика использованного оборудования.	40
2.4. Расчет эффективных доз.....	42
2.5. Оценка диагностической эффективности методов ФЛГ и НДКТ. ...	43
2.6. Оценка экономической эффективности методов ФЛГ и НДКТ.	44
2.7. Оценка рисков развития радиационно-индуцированных стохастических эффектов.....	45
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	46
3.1. Результаты ретроспективного анализа выборки пациентов.....	46
3.2. Результаты проспективного сбора данных.	51

3.3. Оценка диагностической, экономической эффективности и рисков развития радиационно-индуцированных патологий для выбранных методов.....	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	74
ВЫВОДЫ.....	76
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	77
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	83

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СИМВОЛОВ

ВРКТ – высокоразрешающая компьютерная томография

ГБУЗ – государственное бюджетное учреждение здравоохранения

КТ – компьютерная томография

ЛПУ – лечебно-профилактическое учреждение

МБТ – микобактерия туберкулеза

МРТ – магнитно-резонансная томография

НДКТ – низкодозовая компьютерная томография

ОГК – органы грудной клетки

ПДП – произведение дозы на площадь

ПЦР – полимеразная цепная реакция

РГ – рентгенография

РИП – расстояние источник-приемник

РЛ – рак легких

ТБ – туберкулез

ФЛГ – флюорография

ФЦ – флюорограф цифровой

ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких

ЦИМ – цитологическое исследование мокроты

ЭД – эквивалентная доза

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

На сегодняшний день при всей профилактической направленности современной медицины остается неразрешённой проблема некоторых социально значимых заболеваний. В первую очередь это касается туберкулёза и рака легкого.

Порядка одной трети населения мира инфицировано микобактерией туберкулеза (МБТ). В 2015 году туберкулезом заболели 10,4 миллиона человек, в т.ч. 5,9 млн. (56%) мужчин, 3,5 млн. (34%) женщин и 1,0 млн. (10%) детей. Среди впервые заболевших 11% (1,2 млн.) приходится на лиц, живущих с ВИЧ-инфекцией. На Индию, Индонезию, Китай, Нигерию, Пакистан и Южную Африку приходятся до 60% новых случаев заболевания.

В 2015 г. Организация Объединенных Наций приняла цели в области устойчивого развития до 2030 года, одной из задач которых является ликвидация глобальной эпидемии туберкулеза (ТБ). Стратегия ВОЗ по ликвидации туберкулеза 2016-2035, которая была одобрена Всемирной ассамблеей здравоохранения в 2014 г., предусматривает к 2030 г. снижение количества случаев смерти от ТБ на 90% и показателя заболеваемости ТБ на 80% по сравнению с 2015 годом.

В период с 2014 по 2015 г. заболеваемость ТБ во всем мире снизилась лишь на 1,5%. Для достижения первых промежуточных результатов стратегии ВОЗ по ликвидации туберкулёза (к 2020 г. - уменьшение количества смертей от ТБ на 35% и снижение показателя заболеваемости ТБ на 20% в сравнении с уровнем 2015 г.) темпы сокращения заболеваемости должны возрасти к 2020 г. до 4–5% в год.

В 2015 г. 1,8 млн человек (в том числе 0,4 млн людей с ВИЧ) умерли от этой болезни. Таким образом, на сегодняшний день туберкулез является одной из 10 ведущих причин смерти в мире [2, 55].

В России на 2015 год заболеваемость ТБ составила 115 тыс. человек (80 на 100 тыс населения), при этом по распространённости ТБ с множественной лекарственной устойчивостью и ТБ с устойчивостью к рифампицину среди новых случаев заболевания наша страна вышла в тройку лидеров наряду с Китаем и Индией. 93% новых случаев и рецидивов – ТБ с легочной локализацией [2, 4].

Онкологические заболевания являются одной из основных причин заболеваемости и смертности в мире. В 2012 г. было выявлено 14,1 млн новых случаев и 8,2 млн смертей [29]. Ожидается, что в ближайшие 20 лет число новых заболевших возрастет примерно на 70%. Рак является второй из основных причин смерти в мире; так, в 2015 г. от этого заболевания умерли 8,8 млн человек. Данная патология становится причиной практически каждой шестой смерти в мире. Общий годовой экономический ущерб от рака в 2010 г. оценивается примерно в 1,16 трлн долл. США. Довольно распространенной проблемой являются обращение за медицинской помощью на поздних стадиях заболевания и недоступность диагностики [53].

К наиболее распространенным локализациям злокачественных новообразований в 2012 г. относятся: легкие (1,82 млн), молочные железы (1,67 млн) и колоректальное расположение (1,36 млн). При этом рак легких лидирует по количеству смертей – 1,6 млн; на втором месте злокачественные новообразования печени (745 тыс.), на третьем – рак желудка (723 тыс.) [29].

Если говорить о ситуации в нашей стране, то согласно данным Росстата, в РФ смертность от злокачественных новообразований в 2010г. составила 206,2 на 100 тыс. населения, тем самым стоя на втором месте (14,4%) среди причин смерти после заболеваний системы кровообращения (56,2%) [13].

Таким образом, вопросы профилактики и, в частности, скрининга как рака легких, так и туберкулеза, в настоящее время являются довольно

актуальными не только для России, но и для остального мирового сообщества.

Цель исследования – оценить применимость профилактической низкодозовой компьютерной томографии (НДКТ) органов грудной полости на примере городской больницы.

Задачи:

1. Определить структуру заболеваемости легких в практике флюорографического (ФЛГ) кабинета городской больницы.
2. Сравнить диагностическую эффективность методов ФЛГ и НДКТ.
3. Сравнить экономическую эффективность методов ФЛГ и НДКТ.
4. Сравнить ФЛГ и НДКТ с точки зрения доз облучения пациентов и сопутствующих им рисков.

Практическая значимость. На сегодняшний день в развитых зарубежных странах активно изучается возможность применения НДКТ органов грудной клетки (ОГК) взамен традиционной ФЛГ. В крупных городах России в ЛПУ стали использовать НДКТ с профилактической целью для выявления ранних форм рака легкого и туберкулеза. Наша работа одна из немногих продемонстрировала подробный сравнительный анализ рентгенологических методик профилактического исследования легких по трем критериям. Значимость работы заключена в том, что проводилась она в больнице, где работает Городской центр профессиональной патологии и проводится медицинское освидетельствование граждан, проходящих медицинский осмотр. Здесь была впервые внедрена новая низкодозовая методика компьютерной томографии ОГК, которая в будущем будет использоваться врачами рентгенологами не только с профилактической, но и диагностической целью, продемонстрировав свои возможности.

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Понятие профилактики и скрининга

Раннее выявление заболеваний с целью эффективного их лечения и предупреждения опасных для жизни осложнений всегда являлось приоритетом отечественной медицины. Большинство заболеваний легче профилактировать и, тем самым, предотвратить, чем лечить, а лечение на ранних стадиях обычно более эффективное и менее затратное по сравнению с запущенными стадиями [22].

В современном понимании термин «профилактика» подразумевает под собой комплекс различных мероприятий, направленных на устранение факторов риска и предупреждение развития неблагоприятных процессов.

Основная цель профилактической медицины - разработка и внедрение технологий сохранения здоровья человека и предупреждения развития заболеваний и патологических состояний, а также предупреждение развития обострений и осложнений в условиях уже развившихся заболеваний и патологических состояний [7].

Комплекс профилактических мер, реализуемый через систему здравоохранения, называется медицинской профилактикой. По отношению к населению она бывает:

- индивидуальной – проведение профилактических мероприятий с отдельными лицами;
- групповой – с группами лиц со сходными факторами риска;
- популяционной (массовой) – охватывает большие группы населения (популяцию) или население в целом.

Также различают первичную, вторичную и третичную профилактику [14].

Первичная профилактика подразумевает под собой комплекс мероприятий, направленных на выявление факторов риска у здоровых

людей и предупреждение развития заболеваний и патологических состояний [7].

Вторичная профилактика представляет собой комплекс медицинских, социальных, санитарно-гигиенических, психологических и иных мер, направленных на раннее выявление заболеваний, а также предупреждение их обострений, осложнений и хронизацию.

Вторичная профилактика включает в себя:

- проведение медицинских осмотров с целью выявления заболеваний на ранних стадиях развития;
- целевое санитарно-гигиеническое обучение пациентов и членов их семей знаниям и навыкам, связанным с конкретным заболеванием (организация школ здоровья для больных, страдающих бронхиальной астмой, сахарным диабетом, гипертонической болезнью и др.);
- проведение курсов профилактического (противорецидивного) лечения.

Третичная профилактика, или реабилитация, в свою очередь направлена на восстановление (или компенсацию) нарушенных физиологических, социальных функций организма, качества жизни и трудоспособности больных и инвалидов [14].

Также отдельно выделяется скрининг: метод активного выявления лиц с какой-либо патологией или факторами риска ее развития, основанный на применении специальных диагностических исследований, в процессе массового обследования населения или его отдельных контингентов. Таким образом, скрининг входит в понятие вторичной профилактики [17].

Цель любого скрининга - раннее обнаружение заболевания на стадии, когда возможно наиболее эффективное воздействие на патологический процесс, в том числе полное излечение пациентов.

После определения групп риска развития определённого заболевания, включённый в них контингент обследуемых в отсутствии каких-либо симптомов проходит те или иные исследования. Если полученные результаты дают основание подозревать наличие патологического процесса, то пациент подвергается углубленному обследованию и при необходимости - лечению.

Одной из характерных черт любого скрининга является тот факт, что относительно небольшое число участников получает существенные преимущества для своего здоровья, в то время как большинство подвергается небольшим неблагоприятным воздействиям. Важнейшим условием скрининговой программы является оптимальный баланс преимуществ и побочных неблагоприятных эффектов (медицинских, экономических, психологических, временных и т.д.) [11].

Различают массовый (универсальный) скрининг, к которому привлекаются все лица из определённой категории (например, все дети одного возраста) и выборочный (селективный) скрининг, применяемый в группах риска (например, скрининг членов семьи в случае выявления наследственного заболевания) [24].

Диагностический тест, который предполагается использовать для выявления скрыто протекающего заболевания, должен быть доступным, достаточно безопасным и надежным: его применение не должно сопровождаться серьезными нежелательными эффектами и значительным количеством ошибок (в виде гипер- или гиподиагностики заболевания). Также скрининг должен быть экономически выгоден в масштабах всего государства или региона, т.е. затраты на проведение скрининга и дальнейшее лечение пациентов с выявленной патологией должны быть меньше затрат на лечение пациентов в случае обращения их за медицинской помощью в связи с возникающими симптомами. [1]

Впервые критерии скрининга описали Wilson и Jungner в 1968 году [52]. Данные постулаты сохраняют свою актуальность и по сей день (Табл. 1) [41].

Таблица 1.1.

Принципы ранней диагностики заболеваний [41]

Заболевание	Является важной медицинской проблемой
	Должно иметь узнаваемые латентную или раннюю симптоматическую стадии
	Естественное течение болезни, включая период развития от латентной стадии до этапа развёрнутой клинической картины, должно быть в достаточной степени изучено и понятно
Метод исследования	Для заболевания должен существовать метод исследования.
	Должен быть приемлем для использования в популяции
Лечение	Должно существовать приемлемое лечение пациентов с выявленным заболеванием
Программа скрининга	Должна существовать согласованная политика в необходимости лечения
	Возможности диагностики и лечения заболевания должны быть доступны
	Затраты на выявление случаев заболевания (включая диагностику и лечение пациентов с установленной патологией) должны быть экономически сбалансированы в отношении возможных расходов на медицинское обслуживание в целом
	Скрининг должен осуществляться постоянно, а не по типу программы «раз и навсегда»

Применительно к онкологии скрининг должен привести к снижению смертности от той формы рака, для преклинического выявления которой он проводится. Промежуточными признаками эффективности метода

являются: снижение частоты выявления распространенных форм, увеличение частоты выявления ранних форм рака и улучшение выживаемости. При этом оценивать эффективность скрининга только на основании улучшения выживаемости нельзя. Данный показатель всегда будет лучше у тех больных, которым диагноз поставлен в результате скрининга, а не вследствие обращения к врачу из-за появления симптомов заболевания. Во-первых, продолжительность жизни больного растет за счет увеличения отрезка времени между выявлением заболевания и смертью. Причем это увеличение происходит не в результате истинного удлинения жизни больного, т.е. переноса летального исхода на несколько лет вперед, а в результате того, что скрининговый тест отодвигает точку отсчета выживаемости, т.е. время постановки диагноза, назад. Во-вторых, в скрининговые программы чаще попадают больные с менее агрессивными формами рака и, соответственно, с лучшей выживаемостью. Больные с быстро прогрессирующими формами рака чаще обращаются непосредственно к врачу в связи с ранним появлением симптомов. И, наконец, в-третьих, скрининг часто приводит к гипердиагностике, т.е. выявлению опухолей, которые в отсутствие скрининга никогда не проявляются клинически и, соответственно, имеют прекрасную выживаемость [8].

1.2. Низкодозовая компьютерная томография

В настоящее время приобретает большую популярность метод НДКТ с целью ранней диагностики рака легкого (РЛ). Данный вид исследования гораздо более информативен, чем рентгенография (РГ) ОГК и позволяет визуализировать новообразования на ранних стадиях, когда они слишком малы, чтобы быть видимыми на рентгенограмме. Некоторые довольно крупные зарубежные организации уже включили данный метод скрининга РЛ для групп высокого риска в свои гайдлайны. Так американская рабочая группа по профилактическим мероприятиям (United States Preventive

Services Task Force – USPSTF) добавила метод НДКТ в гайдлайн скрининга РЛ в декабре 2013 года [30].

Развитие КТ и использование низкодозовых протоколов для КТ грудной клетки позволяют использовать КТ с целью скрининга рака легких [51]. Главным отличием НДКТ от диагностической или высокоразрешающей КТ (ВРКТ) является использование специальных низкодозовых протоколов, благодаря чему достигается значительное снижение доз облучения пациентов. Примеры таких протоколов, использованных в некоторых зарубежных исследованиях, приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2.

Примеры низкодозовых протоколов, использованных в некоторых зарубежных исследованиях

Исследование	Анодное напряжение, кВ	Ток трубки/экспозиция, мА/мАс	Шаг спирали (pitch)	Шаг реконструкции, мм
ITALUNG	120-140	20-43 мА	3-6	1-1,5
NLST	120-140	40-80 мАс	-	1-2,5

Несколько исследований, в которых использовалась НДКТ для скрининга рака легкого, продемонстрировали применимость данного метода в качестве метода для скрининга рака легких [51]. Так национальное исследование по скринингу рака легких (The National Lung Screening Trial – NLST) включало в себя 53.454 курильщика с большим стажем, в возрасте 55-74 года, с отсутствием симптомов рака легких. Участники исследования имели стаж курения более 30 пачка лет. Также участвовали лица, бросившие курить менее 15 лет назад. Пациенты были поделены на две группы: первой группе (26722 чел.) выполнялась НДКТ, второй (26732 чел.) – РГ ОГК. Данные исследования выполнялись ежегодно в течение трех лет. Было выявлено 649 случаев РЛ в группе, которой выполнялась НДКТ, и 279 случая в группе, которой проводилась

РГ ОГК. Было отмечено относительное снижение уровня смертности от рака легких на 20% и относительное снижение уровня общей смертности на 6,7% в группе НДКТ-скрининга [50]. Примеры остальных исследований, с указанием характеристики когорт пациентов, принимавших участие в исследованиях, представлены в таблице 1.3 [37].

Таблица 1.3.

Краткая характеристика некоторых исследований по НДКТ-скринингу [37]

Исследование	DANTE	NLST	DLCST	ITALUNG	MILD	NELSON	LUSI
Период проведения исследования	2001-2006	2002-2004	2004-2006	2004	2005-2011	2003	2007-2011
Количество участников исследования	2811	53,454	4104	3206	4099	15,822	4052
Пол/возраст, лет	Мужчины/60-74	Мужчины и женщины/55-74	Мужчины и женщины/50-70	Мужчины и женщины /55-69	Мужчины и женщины / >49	Мужчины и женщины / 50-75	Мужчины и женщины / 50-69
Стаж курения	>20 пачка-лет, в т.ч. бросившие курить	>30 пачка-лет, в т.ч. бросившие курить <15 лет назад	>20 пачка-лет, в т.ч. бросившие курить после 50 лет и на срок <10 лет	>20 пачка-лет, в т.ч. бросившие курить	>20 пачка-лет, в т.ч. бросившие курить	>15 сигарет в день в течение 25 лет или более 10 сигарет в день в течение 30 лет; в т.ч. бросившие курить <10 лет назад	>15 сигарет в день в течение 25 лет или более 10 сигарет в день в течение 30 лет; в т.ч. бросившие курить <10 лет назад

Однако, отношение пульмонологов к НДКТ-скринингу остается неоднозначным. Как показало исследование, проведённое в Америке, только около половины врачей-пульмонологов (52.4%) следуют рекомендациям по проведению скрининга, в то время как 22.7% их коллег склонны к «сверхскринингу», а 24.9%, напротив, предпочитают воздерживаться от советов по прохождению данного обследования [34].

1.3. Рак легких

1.3.1 Распространенность рака легких

Онкологические заболевания являются одной из основных причин заболеваемости и смертности в мире – в 2012 г. было выявлено 14,1 млн новых случаев и 8,2 млн смертей [29]. Рак является второй из основных причин смерти в мире; так, в 2015 г. от этого заболевания умерли 8,8 млн человек. Согласно данным Росстата, в РФ смертность от злокачественных новообразований в 2010г. составила 206,2 на 100 тыс. населения, тем самым стоя на втором месте (14,4%) среди причин смерти после заболеваний системы кровообращения (56,2%) [13]. Заболеваемость в 2014 году составила 388,1 на 100 тыс. человек, всего впервые было диагностировано онкологическое заболевание у 567 тыс. человек (Таблица 1.4). Наблюдается рост заболеваемости (Рис 1.1) [9].

Таблица 1.4.

Заболеваемость населения злокачественными новообразованиями [9]

		2005г.	2010г.	2011г.	2012г.	2013г.	2014г.
Зарегистрировано заболеваний у пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни:	всего, тыс. человек	469,2	516,9	522,4	525,9	535,9	567,0
	на 100 тыс. человек населения	329,5	361,8	365,4	367,3	373,4	388,1

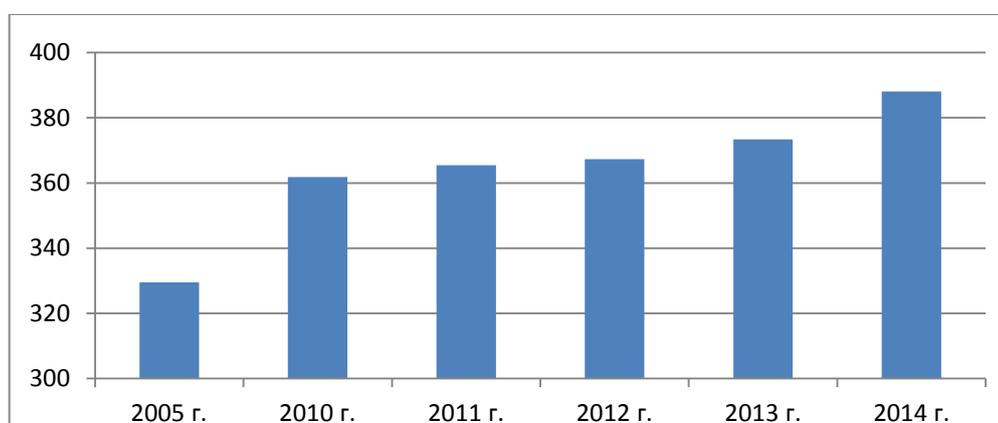


Рис 1.1. Динамика первичной заболеваемости населения злокачественными новообразованиями

По данным ВОЗ за 2014 год в РФ от рака умерло более 300 тыс. человек [3]. В структуре онкологической смертности у мужчин рак легкого занимает первое место (27,8% всех злокачественных опухолей) (Рис 1.2), у женщин его же доля составляет 6,8% (Рис 1.3). Ежегодно в России заболевают раком легких свыше 50 тыс. человек, при этом на поздних стадиях впервые выявляется до 70% случаев [22].



Рис 1.2. Профиль смертности от рака среди мужчин в РФ [3]

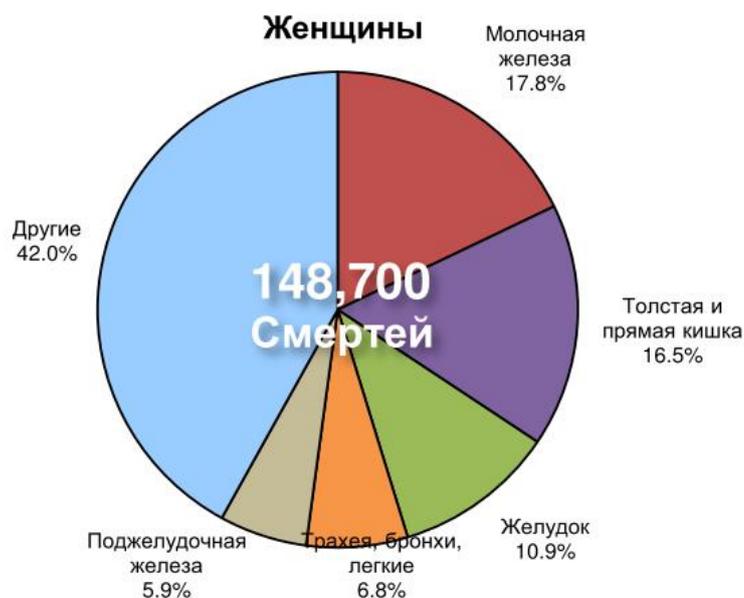


Рис 1.3. Профиль смертности от рака среди женщин в РФ [3]

С каждым годом число новых заболевших только растет. Наиболее распространенными являются рак молочной железы, а также трахеи, бронхов, легкого (Таблица 1.5, Рис 1.4).

Таблица 1.5.

Заболеваемость населения злокачественными новообразованиями по отдельным локализациям (выявлено заболеваний у пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни) [9]

	2005г.	2010г.	2011г.	2012г.	2013г.	2014г.
	всего, тыс. человек					
Все злокачественные новообразования	469,2	516,9	522,4	525,9	535,9	567,0
из них:						
губы, полости рта, глотки	14,4	15,3	15,0	15,1	12,9	13,5
пищевода	7,1	7,4	7,4	7,3	7,4	7,6
желудка	43,4	39,8	38,3	37,4	37,3	37,8
прямой кишки, ректосигмоидного соединения, ануса	23,6	25,6	25,7	26,3	26,4	27,8
печени и внутрипеченочных желчных протоков	6,5	6,5	6,5	6,3	6,8	7,3
поджелудочной железы	13,3	15,0	14,9	15,2	15,3	16,7
гортани	6,5	6,7	6,7	6,8	6,6	6,6
трахеи, бронхов, легкого	57,6	57,0	56,0	55,5	56,1	57,7
молочной железы	49,5	57,2	57,9	59,5	61,3	65,7
шейки и тела матки, плаценты	30,2	34,6	35,8	36,5	37,8	39,8
предстательной железы	16,9	26,3	28,6	29,1	31,6	37,2
мочевого пузыря	12,7	13,8	13,8	14,2	14,3	14,9
почек	15,7	18,7	19,7	19,7	20,9	22,2
лимфоидной и кроветворной ткани	22,0	24,5	24,3	24,4	24,8	26,1

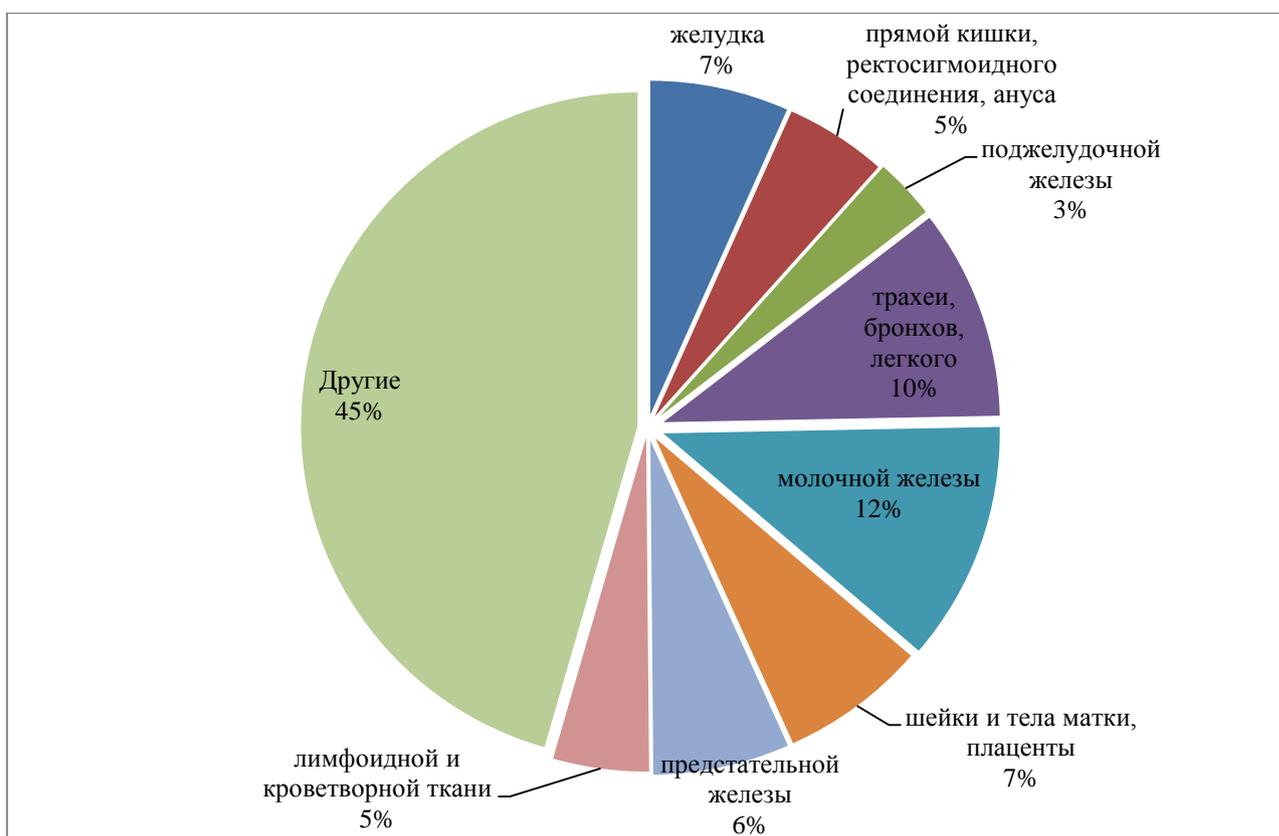


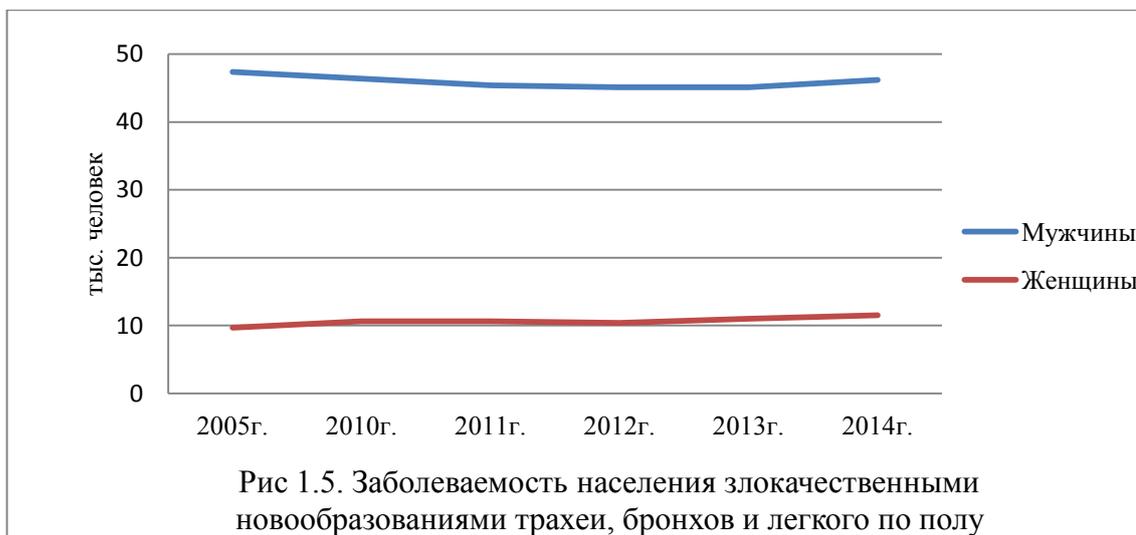
Рис 1.4. Удельный вес злокачественных новообразований по отдельным локализациям в структуре первичной онкологической заболеваемости населения за 2014 год.

Раку легкого больше подвержены мужчины. В последние годы отмечается постепенное нарастание уровня заболеваемости среди обоих полов (Таблица 1.6) (Рис 1.5).

Таблица 1.6.

Заболеваемость населения злокачественными новообразованиями трахеи, бронхов и легкого по полу [9]

	2005г.	2010г.	2011г.	2012г.	2013г.	2014г.
	всего, тыс. человек					
Зарегистрировано заболеваний у пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни:	57,6	57,0	56,0	55,5	56,1	57,7
мужчины	47,39	46,4	45,4	45,1	45,1	46,2
женщины	9,7	10,6	10,6	10,4	11,0	11,5



1.3.2 Диагностика и визуализация рака легких

С целью скрининга рака легкого в разное время предлагалось использовать различные методики:

- Нелучевые методы:

1. Цитологическое исследование мокроты (ЦИМ) – обладает высокой специфичностью (98%), но низкой чувствительностью (до 15%) [35].

2. Иммуноцитологическое исследование мокроты с использованием моноклональных антител [57].

3. Изучение с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР) теломеразной активности в бронхиальном лаваже – Dikmen E. со своими коллегами в 2003 году показал, что чувствительность и специфичность этого метода составили 72,7% и 85,7% соответственно. Сочетание данной методики с цитологическим исследованием значительно повышало чувствительность (более 80%), что было значительно выше чувствительности только цитологического метода (54,5%) [28].

4. Анализ протеома конденсата выдыхаемого воздуха – в работе Федорченко К.Ю. и его коллег [23] показано, что протеом больных РЛ, определяемый в конденсате выдыхаемого воздуха, резко отличается от

протеомов здорового молодого некурящего человек, больных ХОБЛ и пневмонией той же возрастной группы.

5. Метод автоматизированной количественной цитометрии (Automated Quantitative Cytology – AQC) – разработан в Канаде и основан на системной оценке ядерных характеристик клеток в образцах мокроты больных и поиске опухоль-ассоциированных изменений [43]. Метод апробирован в нескольких клинических центрах в мире, в том числе и в Институте онкологии им. Н.Н. Петрова в Санкт-Петербурге, где в исследовании участвовало 268 человек. Общая чувствительность метода составила 58%, при ранних стадиях достигала 56%, при специфичности 77% [12].

6. Различные эндоскопические методики [12].

- Лучевые методы:

1. Рентгенография ОГК.
2. НДКТ.

Рентгенологическая классификация рака легкого основывается на выделении той части бронхиального дерева, из которого развивается новообразование:

1. центральный рак – из эпителия крупных бронхов, 1-3 порядка;
2. периферический рак – из эпителия мелких бронхов;
3. бронхоальвеолярный рак произрастает из бронхиол и альвеол.

Для центрального рака типичны деформация корня легкого и нарушение бронхиальной проходимости. В зависимости от характера роста новообразования выделяют следующие его формы:

- эндобронхиальную;
- экзобронхиальную;
- панбронхиальную;
- смешанную.

Соответственно этому на рентгенограммах или КТ может быть объемное образование в области корня легкого, исходящее из бронха и

обычно сужающее или обтурирующее его просвет, вследствие чего в свою очередь может развиваться ателектаз части легкого. А в некоторых случаях это может привести, напротив, к гипервентиляции пораженной части легкого и локальной эмфиземе (так называемое клапанное вздутие). На фоне вышеописанных нарушений бронхиальной проходимости возможно развитие рецидивирующих вторичных пневмоний, маскирующих основную патологию. При этом возможны нормализация рентгенологической картины и исчезновение симптоматики на фоне антибиотикотерапии имеющейся пневмонии, так как само новообразование может быть довольно скромных размеров, вследствие чего визуализация опухоли на рентгенограмме не представляется возможным. Также существует феномен парадоксального корня, при котором визуализируется собственно сам уменьшенный корень легкого, отмечается обеднение сосудистого рисунка и повышение прозрачности легкого. Данный феномен имеет место быть при сдавлении опухолью крупного артериального ствола. Примечательно, что вследствие компенсаторного полнокровия другого легкого, сосудистый рисунок на противоположной от новообразования стороне будет усилен [19, 20].

Периферический рак чаще всего визуализируется, как одиночное объемное образование с лучистыми, бугристыми, неровными контурами в паренхиме легких. Лучистость контуров (так называемая *corona maligna*), обусловленная опухолевой инфильтрацией паренхимы легкого вокруг новообразования, может быть довольно неравномерной и располагаться только по одному краю узла. Причем степень ее выраженности во многом зависит от того, насколько опухоль прорастает и сдавливает кровеносные и лимфатические сосуды вокруг себя. Возможно наличие полостей распада внутри обнаруженного опухолевого узла (в виде просветлений), а в случае железистого рака могут быть и кальцинаты. Классика жанра при периферическом раке – «дорожка» к корню легкого в виде перибронхиального и периваскулярного лимфостаза и лимфангиита.

Особый тип данного вида рака – опухоль Панкоста, которая отличается расположением в верхушке легкого с прорастанием в плевру, ключицу, ребра и плечевое сплетение. Важно, что периферический рак вполне может дебютировать аналогично центральной форме, т.е. нарушением бронхиальной проводимости со всеми вытекающими отсюда последствиями в виде стеноза, гиповентиляции и ателектаза [19, 20, 21].

Дифференциальная диагностика небольшого объемного очага в легком затруднительна. Центральный рак легкого дифференцируют с хронической неспецифической пневмонией, туберкулезом, пневмосклерозом, доброкачественными новообразованиями бронхов и др. Периферический рак – с шаровидной пневмонией, туберкулемой, доброкачественными новообразованиями, солитарным метастазом злокачественного новообразования иной локализации, пороками развития, ограниченным пневмосклерозом, абсцессом, грибковым поражением легких, кистой и др. В таких случаях важно оценивать совокупность клинических, лабораторных и рентгенологических данных. В пользу рака говорит значимый рост опухолевого узла, обнаруживаемый при непродолжительном динамическом наблюдении, и повышение плотности узла при контрастировании из-за неоваскуляризации. Злокачественные новообразования могут увеличиваться в размерах с разной скоростью; диапазон времени, за которое опухоль увеличивается в объеме вдвое, варьирует от 40 до 720 и более дней.

Таким образом, очаг, не увеличивающийся в своих размерах в течение двух и более лет, вряд ли является злокачественным новообразованием. Однако есть и исключение, касающееся очагов по типу “матового стекла”, визуализируемых при КТ, и очагов любой структуры на рентгеновских снимках, представляющих собой бронхоальвеолярный рак [20, 21, 25].

Бронхоальвеолярный рак имеет три формы:

- узловую;

- инфильтративную;
- диссеминированную.

Первая (узловая) напоминает периферический рак и при визуализации представляет собой объемную структуру чаще округлой, реже неправильно округлой или овальной формы, нередко с нечеткими контурами, с тяжами в сторону корня легкого и плевры. В то же время имеется несколько довольно характерных признаков для данной опухоли:

- ✓ на рентгенограммах тень низкой интенсивности, в то время как на томограммах данный показатель достаточно выражен;
- ✓ вакуолеподобные округлые мелкие четкие просветления по периферии или в центре тени, обуславливающие ее неоднородность;
- ✓ симптом воздушной бронхограммы – парные полоски бронхов на фоне затенения (присутствует лишь у 25% больных).

Для инфильтративной формы характерно однородное довольно интенсивное затенение различных размеров, на фоне которого визуализируются неизменные бронхи. Также при данной форме зачастую можно наблюдать картину, напоминающую очаговую пневмонию, а именно – неоднородное ячеистое затенение с нечеткими контурами, но при этом у больных будет отсутствовать характерная для пневмонии клиника.

О диссеминированной форме можно говорить в тех случаях, когда визуализируются множественные очаговые тени средней интенсивности, чаще просовидные, в обоих легких. Диссеминация распространяется на все легочные поля, при этом она более выражена в средних и нижних отделах, очаги имеют склонность к слиянию, что в запущенных случаях проявляется тотальным затенением легочной ткани, на фоне которого видны неизменные просветы бронхов [20, 21].

Одной из основных проблем НДКТ-скрининга является высокий процент ложноположительных результатов исследования. Критерии

положительного результата скрининга, использованные в различных зарубежных исследованиях, представлены в таблице 1.7 [37].

Таблица 1.7.

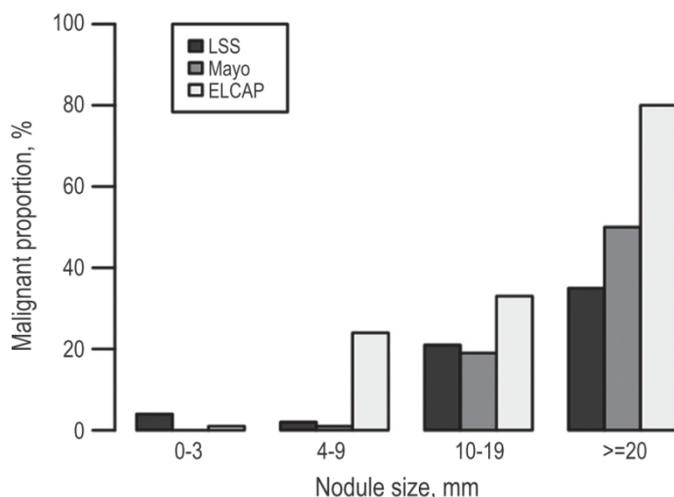
Критерии положительного результата скрининга в некоторых зарубежных исследованиях [37]

Исследование	DANTE	NLST	DLCST	ITALUNG	MILD	NELSON	LUSI
Критерии узла для положительного результата скрининга	Не определены	Размер >4 мм	Размер >5 мм	Размер >5 мм	Объем >60 мм ³	Объем >50 мм ³	Размер >5 мм

Визуализируемые образования удобнее всего классифицировать по четырем важным признакам:

1. размер;
2. плотность;
3. наличие или отсутствие кальцификации;
4. темп роста.

Размер образования является самым важным предиктором злокачественной природы процесса (Рис 1.6) [41].



LSS, Lung Screening Study; Mayo, Mayo Clinic Study; ELCAP, Early Lung Cancer Action Project.

Рис 1.6. Корреляция размера узла (Nodulesize) и риска злокачественности [41]

При детальном анализе результатов исследования The National Lung Screening Trial (NLST) оказалось, что вероятность злокачественности новообразования значительно увеличивалась, начиная от 1,7% для узлов 7-10 мм в диаметре до 11,9%, 29,7% и 41,3% для образований с диаметром 11-20, 21-30 и >30 мм соответственно [49]. Однако даже очень маленькие узелки (микроузлы) имеют определенный риск оказаться злокачественными [27].

По плотности все узлы делятся на три группы:

- ✓ по типу “матового стекла”;
- ✓ смешанные или частично солидные;
- ✓ солидного типа.

Образования по типу “матового стекла” имеют низкую плотность, вследствие чего на их фоне визуализируются контуры бронхов и сосудов, элементы измененной легочной паренхимы. Их обнаруживают чаще при неструктивных воспалительных процессах, атипичной аденоматозной гиперплазии и высокодифференцированных аденокарциномах. Суть данного феномена сводится к утолщению межальвеолярных перегородок на ограниченном участке при сохранной воздушности альвеол, что может развиваться при воспалительной инфильтрации, фиброзных изменениях или частичном заполнении экссудатом альвеол. В случае аденокарциномы ее клетки располагаются вдоль стенок альвеол и в течение довольно долгого времени не заполняют ее просвет. В результате возникает опухолевое образование по типу “матового стекла”.

Смешанные или частично солидные узлы имеют одновременно и более плотный участок в центре, и зону низкой плотности по типу “матового стекла” по периферии. Данные образования обычно появляются вокруг старых рубцов в паренхиме легких, в том числе и посттуберкулезных. Чаще всего это оказывается разрастанием железистой опухоли. До 34% несолидных образований представляют собой

злокачественную опухоль, а среди очагов частично солидного типа размером <1,5 см этот показатель достигает 50%.

Солидные узлы имеют типичную структуру локального уплотнения округлой формы, мягкотканной плотности, с различными контурами. Они могут наблюдаться практически при любом патологическом процессе в легочной ткани [21, 32, 39].

Считается, что обызвествление и внутриузловые жировые включения служат надежными показателями доброкачественности образования [32], однако, многие узелки слишком малы, для того, чтобы мы могли достаточно определенно говорить об их внутренних особенностях, поэтому их просто классифицируют как «не-кальцифицированные» узлы («non-calcified» nodules - NCNs). NCNs встречаются довольно часто – приблизительно в 25-50% случаев НДКТ-сканирования. Однако большинство NCNs все же имеют солидный характер.

Оценка скорости роста образования играет важную роль в дифференциальной диагностике. Данная оценка проводится с использованием данных уже проведенных ранее исследований (лучше всего по данным КТ). Как правило, отсутствие роста в солидном узле в течение 2 лет свидетельствует о доброкачественности процесса [40]. Однако данная оценка затруднительна: например, удвоение объема опухолевого очага диаметром 5 мм приводит к увеличению его диаметра всего на 1,5 мм (до 6,5 мм). Полуавтоматическое измерение объема с использованием специальных программ является более точным [21, 41, 44, 56].

1.4 Туберкулез

1.4.1 Распространенность туберкулеза

Порядка одной трети населения Земли инфицирована МБТ. По данным ВОЗ в мире каждый год заболевают ТБ более 9 млн человек (около 140 на 100 тыс. населения). Порядка 50% заболевших являются активными

выделителями МБТ, т.е. являются заразными больными. Из общего числа заболевших ТБ 8% приходится на людей, живущих с ВИЧ-инфекцией. От данного заболевания ежегодно погибают около 1,5 млн человек. ТБ является одной из самых распространенных причин смерти при инфекционных заболеваниях. Именно поэтому в 1993 г. ВОЗ объявила ТБ проблемой номер один в мире [16].

В 2015 году туберкулезом заболели 10,4 миллиона человек, в т.ч. 5,9 млн. (56%) мужчин, 3,5 млн. (34%) женщин и 1,0 млн. (10%) детей. Это написано в введении.

В 2015 г. 1,8 миллиона человек (в том числе 0,4 миллиона людей с ВИЧ) умерли от этой болезни. Таким образом, на сегодняшний день ТБ является одной из 10 ведущих причин смерти в мире [2, 55].

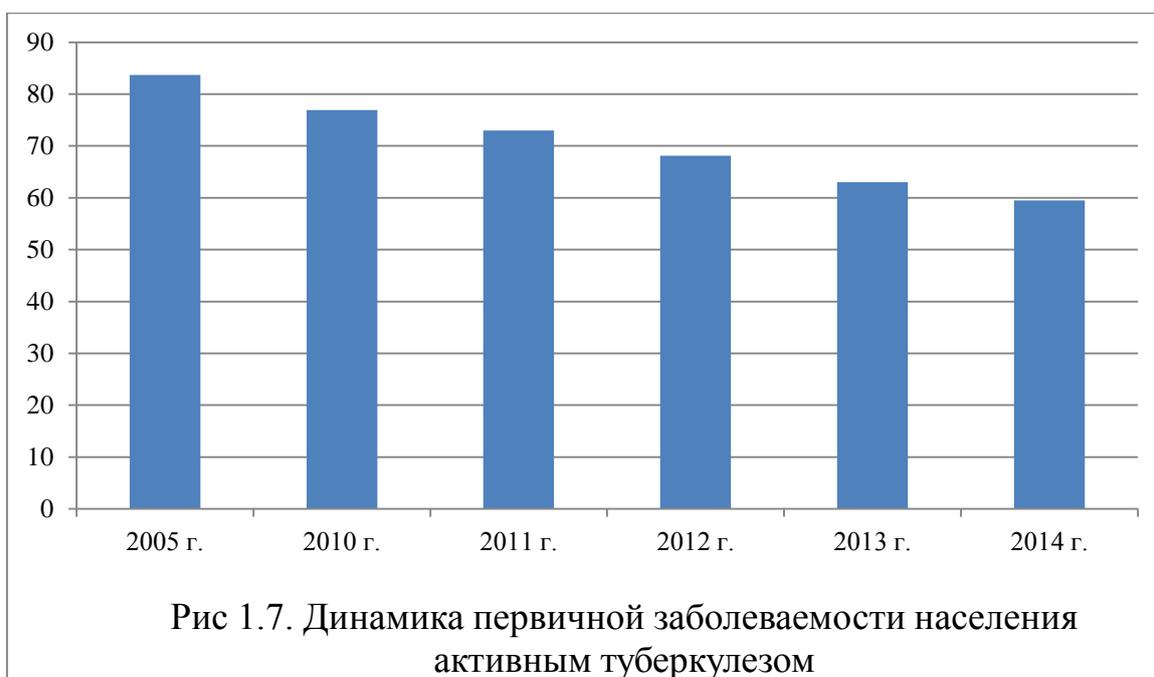
В России на 2015 год заболеваемость ТБ составила 115 тыс. человек (80 на 100тыс населения 93% новых случаев и рецидивов – ТБ с легочной локализацией [2, 4].

В 2014 году первичная заболеваемость составила 59,5 на 100 тыс. человек, всего впервые активный ТБ был диагностирован у 87 тыс. человек (Таблица 1.8), из которых у 43 тыс. – при проведении профилактических осмотров. Наблюдается некоторое снижение заболеваемости (Диаграмма 1.7) [9].

Таблица 1.8.

Заболеваемость населения активным туберкулезом [9]

		2005	2010	2011	2012	2013	2014
Зарегистрировано заболеваний у пациентов с диагнозом активного туберкулеза, установленным впервые в жизни:	всего, тыс. человек	119,2	109,9	104,3	97,5	90,4	87,0
	на 100 000 человек населения	83,7	76,9	73,0	68,1	63,0	59,5
Выявлено пациентов при профилактических осмотрах:	всего, тыс. человек	51,6	52,9	50,2	47,9	44,3	43,0
	в процентах к числу взятых на учет пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни	53,4	59,9	60,0	60,7	60,3	60,6

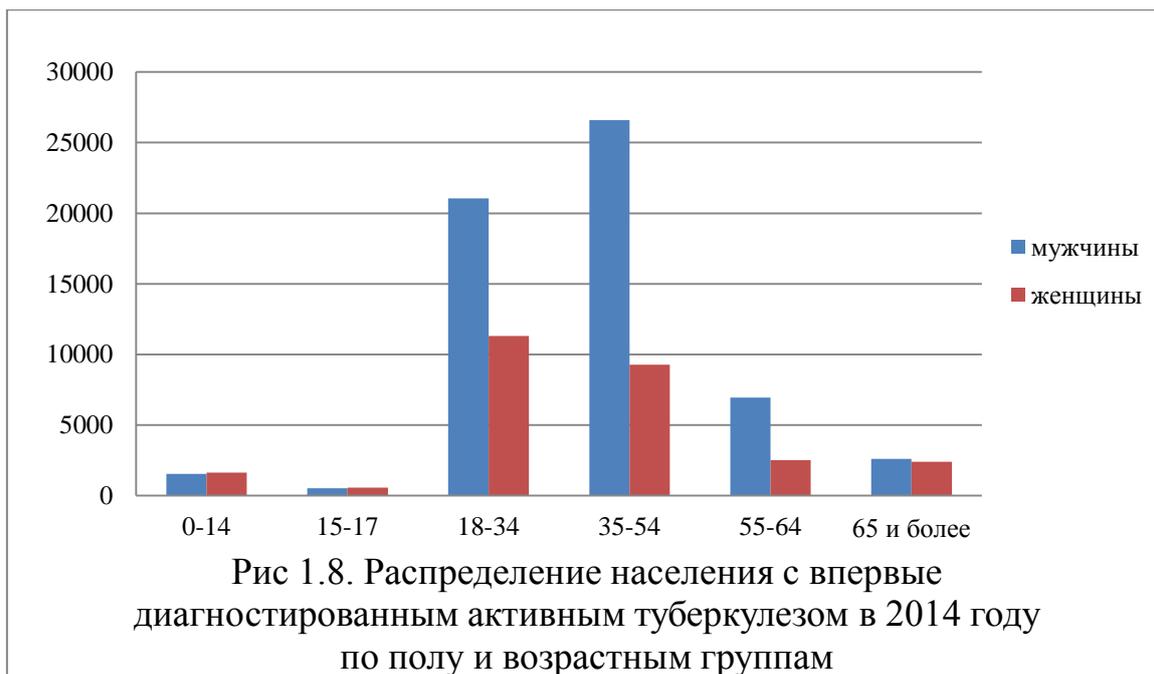


Основную массу заболевших составляют люди трудоспособного возраста от 18 до 54 лет (около 78% от общего числа больных), преимущественно мужского пола (Таблица 1.9; Рис 1.8).

Таблица 1.9.

Заболеваемость населения активным туберкулезом по полу и возрастным группам (зарегистрировано заболеваний у пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни) [9]

		2005	2010	2011	2012	2013	2014
Всего, человек	мужчины	84953	76330	71849	66968	62334	59267
	женщины	34273	33574	32471	30574	28093	27686
0-14	мужчины	1779	1639	1781	1793	1626	1552
	женщины	1751	1624	1764	1895	1672	1630
15-17	мужчины	1390	808	644	676	636	537
	женщины	1217	853	739	709	660	576
18-34	мужчины	31452	30643	28832	26174	23321	21055
	женщины	14311	14900	15107	13278	11785	11301
35-54	мужчины	38210	31715	30505	27904	26824	26579
	женщины	11763	10704	10236	9696	9131	9267
55-64	мужчины	7482	8284	7877	7578	7250	6939
	женщины	2291	2841	2870	2585	2589	2515
65 и более	мужчины	4640	3241	2854	2843	2677	2605
	женщины	2940	2652	2494	2411	2256	2397



1.4.2 Роль лучевых методов в диагностике туберкулеза

Тем не менее, использование относительно недорогого рентгенографического оборудования, позволяет быстро и просто получать изображения высокого качества при низкой лучевой нагрузке на пациента. Благодаря этому в 2013 году ВОЗ выпускает рекомендации, по которым РГ ОГК совместно с опросом по симптомам, характерным для ТБ (постоянный кашель, продолжающийся в течение 2-3 недель и более, ночная потливость, гипертермия и потеря веса) предлагается в качестве таргетного метода скрининга ТБ в группах высокого риска [36, 45, 47, 54].

Результаты, полученные при проведении РГ ОГК, подразделяются на группы, в зависимости от того, могут ли быть они ассоциированы с ТБ или иными патологиями, нуждающимися в дальнейшем медицинском наблюдении [36]. При этом необходимо учитывать, что рентгенологическая картина также зависит от таких факторов как: возраст пациента, его иммунный статус и предшествующий контакт с МБТ [31].

Под категорию «нормы» подходят случаи без какой-либо выявленной патологии, либо с неидентифицируемыми кардиоторакальными или костно-мышечными отклонениями.

К патологии, возможно ассоциированной с ТБ, относятся:

- Результаты, по которым можно заподозрить активный ТБ (эта категория охватывает все находки, характерные для активной легочной формы ТБ):

1. Инфильтрация или уплотнение – затенение воздушных пространств в пределах легочной паренхимы. Они могут быть массивными или очаговыми, могут иметь неровные, слабовыраженные или трудноопределяемые границы.

2. Любое полостное образование – просветление в пределах паренхимы легкого, края могут быть неровными, может быть окружено зоной уплотнения, инфильтрации или фиброза, или их сочетанием. Стенки образования могут быть толстыми или тонкими. Также вокруг полости в некоторых случаях обнаруживают участки обызвествления.

3. Образование с нечеткими краями – очаговоподобное или округлое образование в пределах легочной паренхимы с нечеткими границами. Может иметь место уплотнение или инфильтрация окружающей ткани легкого.

4. Плевральный выпот – наличие выраженного гидроторакса.

5. Прикорневая или средостенная лимфаденопатия – увеличение лимфатических узлов в одном или обоих корнях легких или в средостении.

6. Другое – любые другие находки, позволяющие предположить активный ТБ, как, например, диссеминация при милиарном ТБ, при котором поражается вся паренхима легких.

- Результаты, по которым можно заподозрить неактивный туберкулез (эта категория охватывает все находки, характерные для перенесенного ТБ):

1. Локальный пневмофиброз или линейное затенение – локальное линейное или сетчатое затенение в паренхиме легких, с четкими краями и интактной легочной тканью по периферии. В пределах данных изменений могут иметь место участки обызвествления.

2. Единичные некальцифицированные очаги – одна или несколько очаговых затенений с четкими границами и интактной окружающей легочной тканью. Тени обычно круглые или имеют закругленные края, не имеют кальцификатов.

3. Локальный фиброз с уменьшением объема или втяжением – участки локального линейного фиброза с уменьшением объема верхней доли легкого.

4. Единичный узел/узлы (до 3 см) с уменьшением объема или втяжением – одно или несколько очагоподобных затенений с четкими границами при отсутствии затенений в верхних долях с уменьшением их объема. Данные образования обычно круглой формы или имеют закругленные края.

5. Другое – любые другие находки, говорящие в пользу перенесенного ТБ, такие как бронхоэктазы в верхней доле [36].

В случае расхождения клинических и рентгенографических признаков рекомендовано проведение КТ исследования. Также использование данного метода диагностики позволит оценить возможные поражения паренхимы легких, сосудов, лимфатических узлов, плевры и органов средостения [31]. Высокую информативность данного метода диагностики подтверждает и тот факт, что в 2010 году LeeS.W. и его коллеги [38], изучая роль КТ грудной клетки при исследовании вспышки ТБ среди 92 солдат армии Южной Кореи, смогли диагностировать активную форму ТБ у 9 военнослужащих, которые не имели патологии по результатам РГ ОГК. В то же время, по мнению NakanishiM., Demura Y. и их коллег [42] основная роль КТ в вопросе диагностики ТБ состоит в распознавании возможного или высоковероятного легочного ТБ с

инфильтратами в легких неясного генеза и с отрицательными результатами микроскопии мокроты. К тому же, КТ может быть использована с целью выбора пациентов, которым необходима дополнительная углубленная лабораторная диагностика или проведение бронхоскопии для постановки диагноза [46].

Подтверждение диагноза ТБ осуществляется по данным бактериологического и/или гистологического исследований [31].

Таким образом, в настоящее время РГ ОГК является полезным, эффективным и экономически выгодным методом первичного скрининга активного ТБ [26].

1.5. Методы оценки негативных последствий, связанных с использованием ионизирующего излучения в медицине.

1.5.1. Дозовые величины, применяющиеся в контексте защиты пациента от медицинского облучения

Защитные величины используются для того, чтобы установить пределы облучения и добиться того, что выход стохастических биологических эффектов был бы ниже неприемлемых уровней, а тканевые реакции были бы полностью исключены. Определение защитных величин основано на средней поглощенной дозе излучения R в объеме данного органа или ткани T , $D_{T,R}$. Излучение R задается видом и энергией излучения, падающего на поверхность тела или испускаемого инкорпорированными в организме радионуклидами. Защитная величина – эквивалентная доза в органе или ткани – определяется как

$$H_T = \sum_R w_R \cdot D_{T,R} \quad D_{T,R} = \frac{1}{m_T} \int D_R dm$$

где w_R – взвешивающий коэффициент излучения R . Суммирование выполняется для всех видов рассматриваемых излучений. Единицей

эквивалентной дозы является $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$, имеющей специальное название «зиверт» (Зв). Для фотонного излучения значение взвешивающего коэффициента – 1. Величины w_R были выбраны на основании экспертных оценок из широкого диапазона данных по относительной биологической эффективности (ОБЭ) для стохастических эффектов. Значения ОБЭ достигают максимума (ОБЭМ) при снижении дозы излучения [18].

Понятие эффективной дозы, E , введенное в Публикации 60 (ICRP, 1991b), определяется, как взвешенная сумма эквивалентных доз в тканях:

$$E = \sum_T w_T \cdot H_T$$

где w_T – взвешивающий коэффициент ткани T и $\sum_T w_T = 1$. Суммирование производится по всем органам и тканям организма человека, считающимся чувствительными к индукции стохастических эффектов. Значения w_T выбираются так, чтобы представить вклады отдельных органов и тканей в суммарный радиационный вред от развития стохастических эффектов. Единица эффективной дозы, $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$, имеет специальное название «зиверт» (Зв). Органы и ткани, для которых установлены значения w_T , перечислены в таблице 1.10 [1].

Таблица 1.10.

Значения взвешивающих коэффициентов тканей [1]

Ткань	w_T	$\sum_T w_T$
Костный мозг (красный), толстая кишка, легкие, желудок, молочная железа, остальные ткани*	0.12	0.72
Гонады	0.08	0.08
Мочевой пузырь, Пищевод, Печень,	0.04	0.16

щитовидная железа		
Поверхность кости, головной мозг, слюнные железы, кожа	0.01	0.04
	Итого	1.00

* Остальные ткани: надпочечники, экстрагепатобиллярный (ЭТ) отдел, желчный пузырь, сердце, почки, лимфоузлы, мышцы, слизистая рта, поджелудочная железа, простата (♂), тонкий кишечник, селезенка, тимус, матка/шейка матки (♀).

На основании эпидемиологических исследований индукции рака в облученных популяциях, а также оценок риска наследственных эффектов, набор значений w_T приведен исходя из соответствующих значений относительного радиационного вреда. Эти значения являются усредненными для людей обоих полов и всех возрастов, а не относятся к характеристикам отдельных индивидуумов. Значение w_T для тканей категории «Остальные» (0.12) относится к среднеарифметической дозе по 13 органам и тканям людей каждого пола, которые перечислены в примечании к таблице 1.10 [1].

Эффективная доза не является измеряемой величиной, а рассчитывается с помощью специального программного обеспечения, в основе которого лежит метод Монте-Карло и один или несколько виртуальных фантомов человека. С помощью метода Монте-Карло рассчитываются вероятности прохождения отдельных квантов рентгеновского излучения от пучка с заданными параметрами через органы и ткани выбранного фантома; рассчитываются эквивалентные органные дозы и на их основе рассчитывается эффективная доза. Следует помнить, что разное программное обеспечение будет рассчитывать эффективную дозу с различной точностью (в зависимости от выбранного фантома) [48].

В Российской Федерации для определения эффективных доз в повседневной практике используется МУ 2.6.1.2944-11 «Контроль эффективных доз облучения пациентов при медицинских рентгенологических исследованиях» [10]. Эффективная доза рассчитывается через значение радиационного выхода рентгеновского аппарата или ПДП путем умножения их на соответствующие коэффициенты для типовых рентгенологических процедур.

$$E = R \cdot i \cdot t \cdot K_e, \text{мкЗв}$$

R - радиационный выход рентгеновского излучателя, $(\text{мР} \cdot \text{м}^2)/(\text{мА} \cdot \text{с})$;

i - ток рентгеновской трубки, мА;

t - время проведения исследования, с;

K_e - коэффициент перехода к эффективной дозе облучения пациента данного возраста с учетом вида проведенного рентгенологического исследования, проекции, размеров поля, фокусного расстояния и анодного напряжения на рентгеновской трубке, мкЗв/ $(\text{мР} \cdot \text{м}^2)$.

Следует помнить, что в МУ содержится лишь ограниченное количество типовых процедур; для всех других процедур, отличающихся по своим параметрам от вышеуказанных, значения эффективной дозы будут завышены или занижены [5, 6, 15].

1.5.2. Понятие о радиационно-индуцированном риске.

Применение ионизирующего излучения (ИИ) в медицине, связанное с облучением пациентов, может приводить к вредным последствиям для их здоровья. Под радиационным риском для здоровья понимается дополнительная (сверх спонтанной) вероятность возникновения онкологического заболевания в течение жизни у человека (пациента), подвергшегося облучению ИИ в малых дозах, скорректированная с учетом ущерба для здоровья, что подразумевает учёт тяжести и летальности онкологического заболевания, оценку числа лет потерянной здоровой жизни. Также в оценке риска учитывается дополнительная возможность

тяжелого наследственного заболевания у его потомства. Радиационный риск является характеристикой популяции, к которой относится пациент, и не учитывает его/ее индивидуальную радиочувствительность [1, 15].

Для целей радиационной защиты в диапазоне малых доз, общепринятой является линейная беспороговая модель МКРЗ. Согласно этой модели, радиационный риск линейно возрастает в зависимости от дозы ИИ, в т.ч. малой дозы. Коэффициент пожизненного радиационного риска рака составляет $5,5 \cdot 10^{-5}$ мЗв⁻¹ для всего населения независимо от пола и возраста, а для взрослых обоого пола в трудоспособном возрасте (18-64 года) – $4,1 \cdot 10^{-5}$ мЗв⁻¹. Это означает, что если 100 тысяч человек с обычным поло-возрастным распределением получают эффективную дозу 1 мЗв, то у 5-6 из них через годы или десятилетия онкологические заболевания, вызванные облучением, приведут к тяжелым последствиям для здоровья. В дополнение к канцерогенному эффекту радиации в системе радиационной защиты учитываются возможные вредные наследственные эффекты с коэффициентом пожизненного риска $0,2 \cdot 10^{-5}$ мЗв⁻¹ для всего населения и $0,1 \cdot 10^{-5}$ мЗв⁻¹ для взрослых в трудоспособном возрасте [1, 18].

Согласно данным эпидемиологических и радиобиологических исследований органы и ткани человека обладают разной радиочувствительностью в отношении развития радиогенных злокачественных заболеваний. Общей закономерностью является более высокая радиочувствительность органов и тканей с более высокой пролиферативной и метаболической активностью. Наиболее чувствительными являются красный костный мозг, толстый кишечник, желудок, легкие, молочная железа. Умеренной чувствительностью характеризуются мочевой пузырь, пищевод, печень и щитовидная железа. Низкая радиочувствительность известна для костной поверхности, головного мозга, слюнных желез и других органов и тканей. Средней

между высокой и умеренной осторожно полагается радиочувствительность гонад в отношении развития наследственных заболеваний [1, 6].

Упрощенную оценку радиационного риска с целью обоснования проведения диагностического рентгенологического или радионуклидного исследования у лиц определенной возрастной группы можно сделать на основе эффективной дозы с использованием номинальных коэффициентов риска МКРЗ с поправкой на возрастную радиочувствительность:

$$R(A) = E(A) \cdot r_n \cdot k(A)$$

где: $R(A)$ – пожизненный радиационный риск у пациента любого пола в возрасте A (лет) вследствие диагностического рентгенологического или радионуклидного исследования, отн. единиц,

$E(A)$ – эффективная доза у пациента любого пола в возрасте A (лет) от диагностического исследования, мЗв,

r_n – номинальный коэффициент пожизненного радиационного риска, равный $5,7 \cdot 10^{-5} \text{ мЗв}^{-1}$ для лиц любого пола и возраста,

$k(A)$ – поправочный множитель на возрастную радиочувствительность, равный 2,3 для детей и подростков (до 18 лет), 0,9 для взрослых (18-65 лет) и 0,1 для лиц старшего возраста (старше 65 лет), отн. единиц [1].

Глава 2. Материалы и методы

Исследование проводилось на базе рентгеновского отделения СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница».

2.1 Ретроспективный этап исследования

Ретроспективно была проанализирована выборка пациентов, которым была выполнена цифровая флюорография в ФЛГ-кабинете Мариинской больницы за 2016 год. Данные были собраны путем обработки журналов за 2016 год, ведущихся в данном кабинете. При этом фиксировалась следующая информация: пол пациента, возраст, эффективная доза за рентгенологическое исследование ОГК, заключение по исследованию. Для последующей обработки результаты исследования были сгруппированы по следующим категориям: норма, ограниченное затемнение, очаговые затемнения, синдром круглой тени, посттуберкулезные изменения, диссеминированное поражение, туберкулез, опухолевое поражение (как первичный рак легких, так и метастазы в легких) и другое. В категорию «другое» были отнесены следующие заключения: гидроторакс, кольцевидные тени, бронхоэктазы, ателектаз, ХОБЛ, застойные процессы в лёгких, ТЭЛА, пневмофиброз, инфильтрация, синдром Поланда.

2.2 Проспективный этап исследования

Проспективный сбор данных осуществлялся с февраля по апрель 2017 года на базе ФЛГ-кабинета Мариинской больницы. Схема исследования представлена на рисунке 2.1.

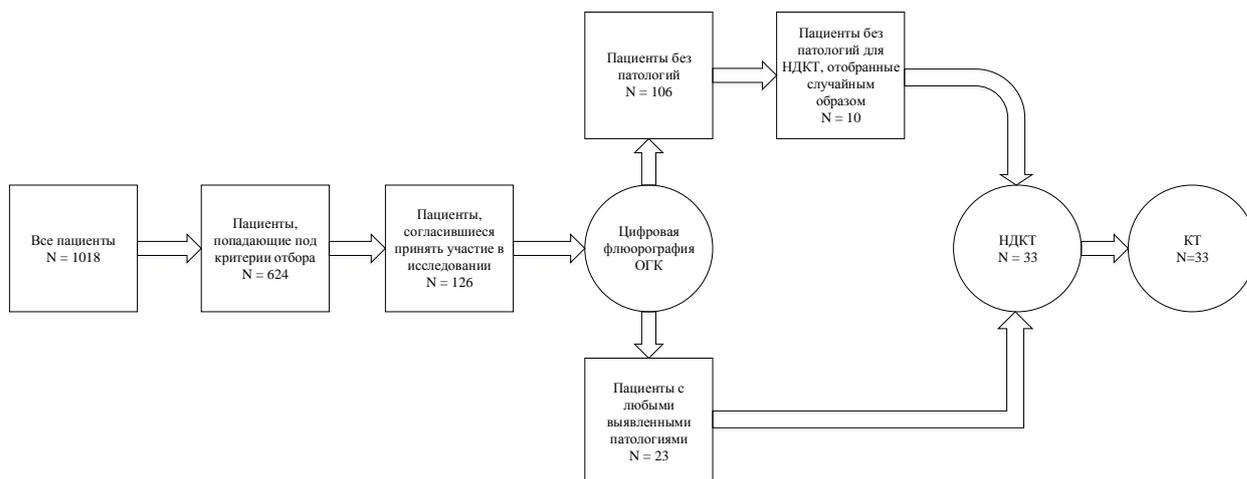


Рис 2.1. Схема проведения исследования.

Всем пациентам, проходящим ФЛГ ОГК в данный период времени и попадающим под критерии отбора пациентов на НДКТ-скрининг (возраст > 40 лет, стаж курения более 20 пачка-лет), предлагалось принять участие в исследовании. После получения информированного добровольного согласия, отобранные пациенты заполняли анкету, состоящую из трех частей:

1. Информация о пациенте:
 - контактные данные;
 - антропометрические сведения (рост, вес);
 - сведения о курении;
 - анамнестические данные по факторам риска;
2. Информированное добровольное согласие пациента;
3. Третья часть содержала параметры проведения и результаты ФЛГ, НДКТ и ВРКТ.

Бланк анкеты представлен в приложении 1.

Всего в выборку пациентов для проспективного исследования вошло 126 человек. Всем этим пациентам была выполнена цифровая ФЛГ ОГК, по результатам которой они были разделены на две подгруппы: первую составили пациенты без патологии (106 пациентов), во вторую вошли

больные с любыми признаками, отличными от нормальной рентгеновской анатомии (23 пациента). В дальнейшем направление пациентов на НДКТ и ВРКТ осуществлялось по двум схемам:

- из подгруппы пациентов без выявленной патологии случайным образом выбрано 10 пациентов, которым проведены НДКТ и ВРКТ. Эти пациенты составили группу контроля;

- все пациенты с обнаруженными отклонениями от рентгенологической нормы, преимущественно с очаговой тенью, были направлены на НДКТ и ВРКТ.

Таким образом, НДКТ и ВРКТ были выполнены 33 пациентам (количество пациентов было ограничено в связи с объективными возможностями отделения компьютерной томографии Мариинской больницы).

Цифровые флюорограммы ОГК описывал врач ФЛГ - кабинета (стаж работы 4 года); томограммы НДКТ и ВРКТ анализировал заведующий отделением компьютерной томографии (стаж работы 10 лет). Все цифровые снимки, НДКТ и ВРКТ оценивал эксперт (заведующей рентгенологическим отделением, стаж работы 25 лет).

Описание результатов ФЛГ проводили на выделенной рабочей станции с монитором NEC MD21GS-2MP-BB, 21 дюйм, разрешение 3000×3000 пикселей, в стандартных условиях. При этом разрешалось использовать постобработку рентгеновских снимков.

Описание результатов НДКТ и ВРКТ проводили на рабочей станции Siemens с 19-дюймовым ЖК-монитором, разрешение 1280×1024 пикселей, в стандартных условиях.

2.3. Характеристика использованного оборудования.

Для ФЛГ исследования использовали аппарат ФЦ-Электрон (Россия), технические характеристики которого приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1.

Технические характеристики аппарата ФЦ-Электрон

Год установки	2008
Тип приемника изображения	РЭОП-ПЗЦ-матрица
Размер детектора	40x40 см
Характеристики раstra	110 линий/дюйм, R=13:1, F=180 см
Толщина полной фильтрации, ммAl	5
Расстояние источник-приемник, см	150
Наличие клинического дозиметра	ДРК-1 (ДОЗА, Россия)
Анодное напряжение, кВ	100 кВ

Пациент позиционировался к стойке в стандартном положении. Расстояние от фокуса трубки до поверхности тела 125 см.

НДКТ исследование выполняли на томографе Siemens Somatom Definition AS 64 с использованием низкодозового протокола. Технические характеристики данного аппарата представлены в таблице 2.2. Параметры протокола описаны в таблице 2.3.

Таблица 2.2.

Технические характеристики томографа SiemensSomatomDefinition AS 64

Характеристики	SOMATOM Definition AS 64
Время вращения 360°, с	0.30*, 0.33, 0.5, 1
Количество физических срезов собираемых за одно вращение 360°	64
Количество реконструируемых срезов за одно вращение 360°	192
Мощность генератора, кВт	80; 100*
Ток на трубке, мА	20–666, 800*
Напряжение на трубке, кВ	70, 80, 100, 120, 140
Апертура гентри, см	78; 80*

Диапазон динамических исследований, мм	80*
Низкоконтрастное разрешение на 20-сантиметровом фантоме Catphan	5мм, 3НУ при 11мГр
Высококонтрастное разрешение	30* пл/см при 0% ПФ
Пространственное изотропное разрешение, мм ³	0,33; 0,24*
Максимальный вес пациента, кг	212; 227*; 307*
Эффективная теплоемкость трубки, МТЕ	50

*опционально

Таблица 2.3.

Параметры низкодозового протокола КТ ОГК

Анодное напряжение, кВ	Экспозиция, мАс	Шаг спирали (pitch)	Коллимация	Толщина среза, мм
100	40	1,35	64*0,6	5,0

Высокоразрешающая компьютерная томография (ВРКТ) выполнялась на том же томографе, что и НДКТ, технические характеристики которого даны выше. Параметры протокола описаны в таблице 2.4.

Таблица 2.4.

Параметры протокола ВРКТ ОГК

Анодное напряжение, кВ	Экспозиция, мАс	Шаг спирали (pitch)	Коллимация	Толщина среза, мм
120	80-200*	1,35	64*0,6	1,0

*с включенной автоматической модуляцией мАс

2.4. Расчет эффективных доз.

При проведении ФЛГ для определения измеряемой дозовой характеристики (произведения дозы на площадь (ПДП)) использовался стандартный для аппарата ФЦ-Электрон клинический дозиметр ДРК-1. Перед его использованием была проведена проверка с помощью эталонной

проходной ионизационной камеры ДРК-1П. Дозиметр был признан исправным и пригодным к эксплуатации. Полученные значения ПДП вносились в вышеупомянутую анкету лаборантом в момент выполнения снимка. Расчет эффективной дозы производился с использованием тканевых взвешивающих коэффициентов из 103 публикации МКРЗ на основании ПДП. Эффективная доза рассчитывалась с помощью программного обеспечения РСХМС (Финляндия), основанного на использовании метода Монте-Карло (расчет вероятностного прохода заданного числа квантов рентгеновского излучения через органы и ткани виртуального антропоморфного фантома с дальнейшим определением органных эквивалентных доз и эффективной дозы для пациента).

Расчет эффективных доз при НДКТ производился по методическим указаниям МУ 2.6.1.2944-11 [10] с использованием выражения 1:

$$E = DLP \times e \quad (1),$$

где:

E - эффективная доза, мЗв;

DLP - произведение дозы на длину, мГр*см;

e - дозовый коэффициент для соответствующей анатомической области, в данном случае - для грудной клетки, 0,017 мЗв/(мГр*см).

2.5. Оценка диагностической эффективности методов ФЛГ и НДКТ.

Оценка диагностической эффективности методов ФЛГ и НДКТ осуществлялась путем сравнения чувствительности и специфичности данных методов сВРКТ по результатам сбора и обработки данных. При этом чувствительность метода определялась с использованием следующего выражения:

$$\text{Чувствительность (Se)} - Se = \frac{PD}{D} \times 100\%. \quad (2)$$

Специфичность метода определялась с использованием выражения:

$$\text{Специфичность (Sp)} - Sp = \frac{NH}{H} \times 100\%. \quad (3)$$

Прогностичность положительного результата (PP) - частота его совпадения с заболеванием: $PP = \frac{PD}{P} \times 100\%.$ (4)

Прогностичность отрицательного результата (PN)- частота его совпадения с отрицательным результатом: $PN = \frac{NH}{N} \times 100\%.$ (5)

К интегральной оценке эффективности теста относится диагностическая эффективность (DE), который представляет собой долю истинных результатов в общем количестве исследуемых и рассчитывается по формуле $DE = \frac{(PD+NH)}{n} \times 100\%$ (6), где:

D - количество больных;

H - количество здоровых;

P - количество лиц с положительным результатом теста;

N - количество лиц с отрицательным результатом теста;

PD - количество больных с положительным результатом теста;

NH - количество здоровых с отрицательным результатом теста;

n - количество всех обследуемых.

2.6. Оценка экономической эффективности методов ФЛГ и НДКТ.

Оценка экономической эффективности данных методов осуществлялась путем сравнения прямых и косвенных затрат на выполнение флюорографии и компьютерной томографии в расчете на одного пациента. При этом учитывались следующие факторы:

- стоимость оборудования для проведения цифровой флюорографии/компьютерной томографии;
- стоимость сервисных и гарантийных работ для обеспечения бесперебойной эксплуатации оборудования;
- заработная плата персонала (врачей-рентгенологов и рентгенлаборантов);

2.7. Оценка рисков развития радиационно-индуцированных стохастических эффектов.

Оценка рисков развития радиационно-индуцированных раков осуществлялась согласно МР [15] с использованием выражения 2:

$$R(A) = E(A) \cdot r_n \cdot k(A) \quad (7)$$

где: $R(A)$ – пожизненный радиационный риск у пациента любого пола в возрасте A (лет) вследствие диагностического рентгенологического или радионуклидного исследования, отн. единицы,

$E(A)$ – эффективная доза у пациента любого пола в возрасте A (лет) от диагностического исследования, мЗв,

r_n – номинальный коэффициент пожизненного радиационного риска, равный $5,7 \cdot 10^{-5} \text{ мЗв}^{-1}$ для лиц любого пола и возраста,

$k(A)$ – поправочный множитель на возрастную радиочувствительность, равный 2,3 для детей и подростков (до 18 лет), 0,9 для взрослых (18-65 лет) и 0,1 для лиц старшего возраста (старше 65 лет), отн. единицы.

При этом сравнение рисков осуществлялось, как для отдельных пациентов, принимавших участие в исследовании, так и для всей выборки пациентов по итогам ретроспективного сбора данных.

Глава 3. Результаты исследования и их обсуждение

3.1. Результаты ретроспективного анализа выборки пациентов.

Всего за 2016 г. цифровая флюорография ОГК была выполнена 8554 пациентам (4115 мужчинам и 4439 женщинам). Распределение пациентов по возрасту представлено на рис. 3.1.

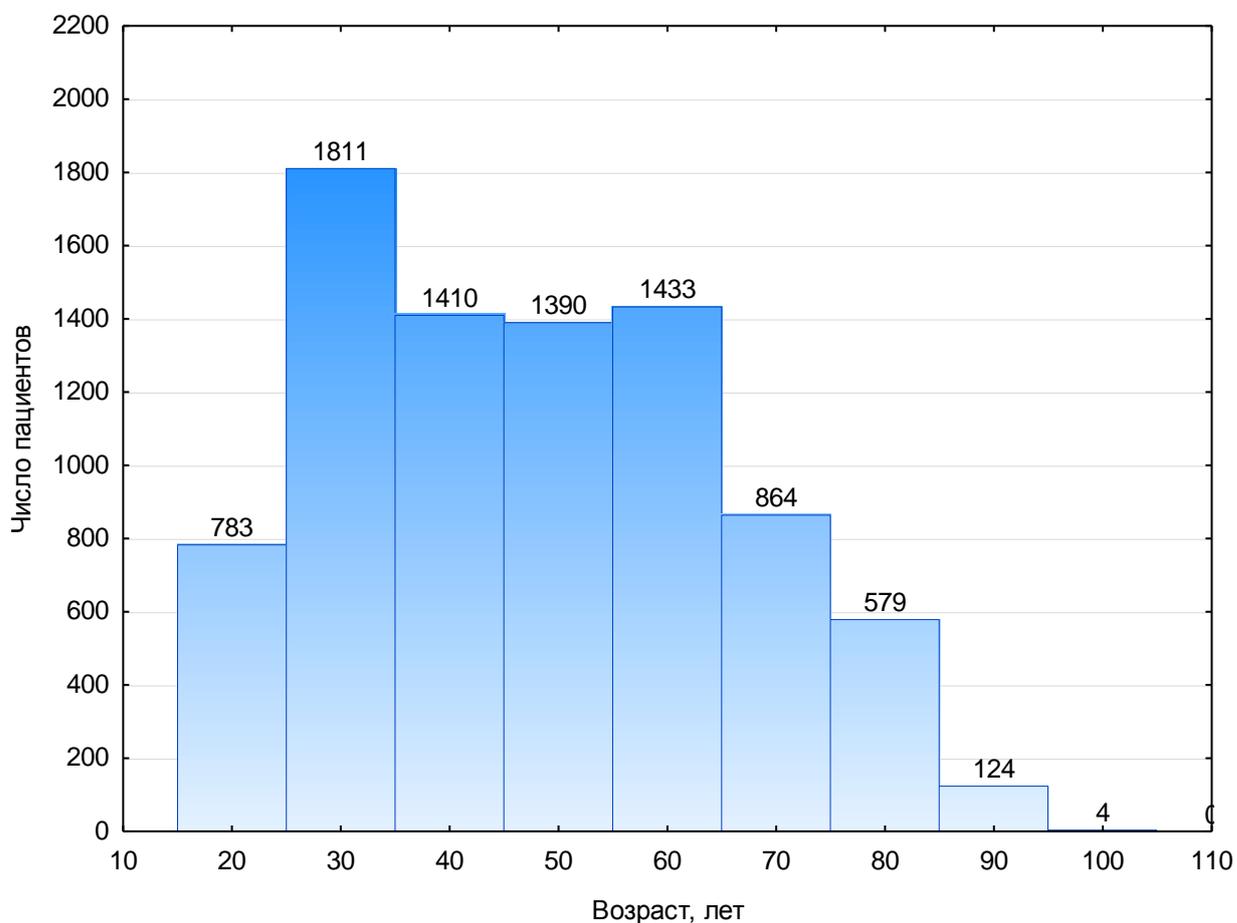


Рис 3.1. Распределение пациентов по возрасту

Как видно из таблицы, в основном обследование проходили лица с 30 до 60 лет. Результаты ретроспективного исследования показали, что значимая группа лиц, прошедших ФЛГ в 2016 году подходит под половозрастные критерии выборки пациентов, использованных в зарубежных исследованиях [37] (8% пациентов соответствует критериям выборки, использованным в DANTE trial; 27% - NLST; 34% - DLCST; 24% - ITALUNG; 45% - MILD; 37% - NELSON; 33% - LUSI). Удельный вес лиц,

удовлетворяющих половозрастным критериям, использованным в проведенных иностранных исследованиях, представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

Сравнение половозрастного состава выборки пациентов за 2016 г. с критериями отбора пациентов в зарубежных исследованиях

Название исследования	DANTE	NLST	DLCST	ITALUNG	MILD	NELSON	LUSI
Половозрастные критерии (пол; возраст, лет)	М 60–74	М&Ж 55–74	М&Ж 50–70	М&Ж 55–69	М&Ж >49	М&Ж 50–75	М&Ж 50–69
Доля пациентов, удовлетворяющих критериям	8%	27%	34%	24%	45%	37%	33%

Сокращения: М, мужчины; М&Ж, мужчины и женщины.

Таким образом, приемлемо проводить исследование на базе данного рентгеновского отделения СПб ГБУЗ «Мариинская больница».

Был проведен анализ распределений пациентов по полу и возрасту для различных месяцев с помощью метода однофакторного дисперсионного анализа с использованием критериев Краскела-Воллиса и медианного теста. При подтверждении различий между выборками в дальнейшем проводилось попарное сравнение выборок с использованием теста Манна-Уитни. Для всех тестов различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$. Достоверные различия распределения пациентов по полу и возрасту отсутствуют ($p > 0,05$).

Распределение пациентов по эффективным дозам за все исследование ОГК представлено на рис. 3.2.

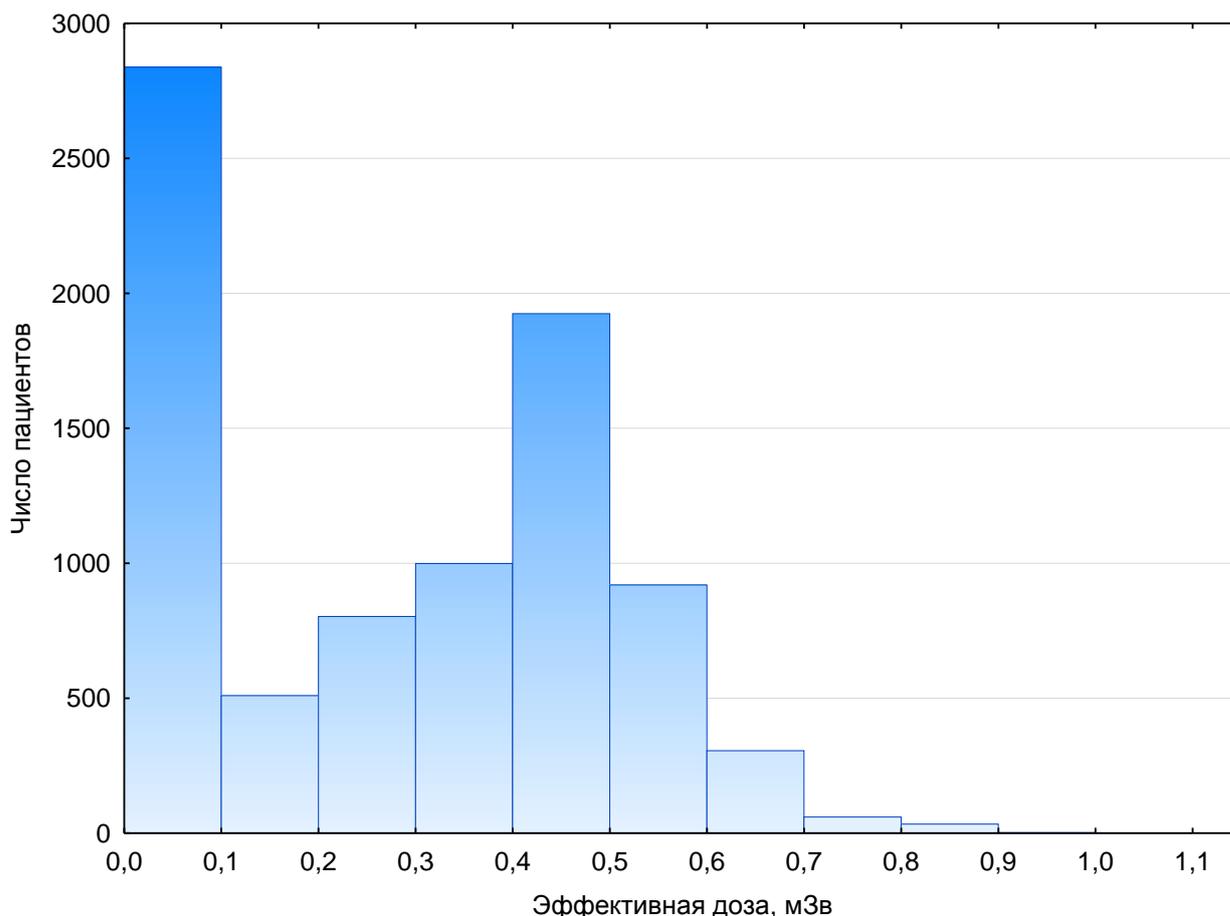


Рис 3.2. Распределение пациентов по эффективным дозам за все исследование ОГК, мЗв

Специфический вид распределения обусловлен тем, что фиксировались дозы за исследование (зачастую включавшее в себя несколько снимков в прямой и боковых проекциях). Средняя доза за исследование составила $0,3 \pm 0,002$ (0,01 – 0,93) мЗв. Данная доза существенно выше предполагаемых доз от цифровой ФЛГ ОГК, что может объясняться особенностями их определения. Средняя доза пациентов отличается от предполагаемой дозы от НДКТ в 3,3 раза.

Были определены величины радиационно-индуцированного риска для всей выборки пациентов за 2016 год с использованием выражения 7. Результаты представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2.

Риски развития радиационно-индуцированных эффектов у пациентов за
2016 год

Возрастная категория, лет	Суммарная эффективная доза, мЗв	Возраст-специфический множитель, отн. ед.	Суммарный риск, отн. ед.
<18	1,47	2,3	$0,2 \times 10^{-3}$
18-65	1845,6	0,9	$9,5 \times 10^{-2}$
>65	645,2	0,1	$3,7 \times 10^{-3}$
Итого	-	-	$9,9 \times 10^{-2}$

Проведенный расчет рисков радиационно-индуцированных патологий (новообразования, сердечно-сосудистые заболевания и наследственные заболевания) показал, что при текущих уровнях эффективных доз пациентов вероятность развития таковых эффектов составляет $9,9 \times 10^{-2}$ случаев для всей выборки пациентов за 2016 г. Данный показатель будет в дальнейшем использован в качестве эталона сравнения для оценки применимости использования НДКТ-скрининга.

Результаты исследований для всей выборки пациентов представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3.

Распределение результатов исследований для всей выборки пациентов

Результат	Количество пациентов	%
Без патологии	7339	85,79
Ограниченное затенение	256	2,99
Очаговое затенение	65	0,76
Синдром круглой тени	39	0,46
Посттуберкулезные обызвествления	102	1,19
Диссеминированные процессы	17	0,20
Туберкулез	16	0,19
Злокачественное	21	0,24

новообразование (рак легких, метастатическое поражение)		
Другое	699	8,17
Итого	8554	100

Как следует из таблицы 3.3, более 85% обследованных лиц по заключению врача-рентгенолога какой-либо патологии не имели. Чаще всего в заключениях фигурировали следующие изменения: синдром ограниченного затенения (256 случаев, что составляет 3% от общего количества пациентов), посттуберкулезные обызвествления (102 случая, 1,2%), а также с различной частотой выявлялись патологии, объединенные в группу «другое» (всего на данную группу пришлось 699 случаев, что составило 8,2% от общего массива). Количество выявленных злокачественных новообразований крайне мало и составляет 21 случай (0,24 %). Это может быть объяснено как низкой заболеваемостью данной патологией в использованной выборке пациентов, так и низкой выявляемостью данной патологии с помощью цифровой ФЛГ ОГК.

Анализ выборки пациентов за 2016 год показал крайне незначительный вклад злокачественных новообразований в общее количество выявленной патологии, что делает чрезвычайно затруднительным проведение исследования с использованием зарубежных методик (с акцентом на раннюю диагностику рака легких). Дополнительным фактором является преимущественный фокус отечественной системы профилактики на раннюю диагностику туберкулеза.

Таким образом, использование НДКТ-скрининга исключительно для выявления рака легких в текущих условиях априори необоснованно, как минимум по экономическим соображениям. В условиях отечественной медицины НДКТ должна быть использована для всего спектра заболеваний.

3.2. Результаты проспективного сбора данных.

Общие сведения о выборке пациентов, принявших участие в проспективном исследовании, соотношение количества мужчин и женщин, участвовавших в исследовании, средний возраст, рост и вес представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4.

Данные пациентов, прошедших ФЛГ, НДКТ и ВРКТ

Параметр	Пол, чел. (%)		Возраст (лет)	Рост (см)	Вес (кг)
	Мужчины	Женщины			
Здоровые ¹	5 (50%)	5 (50%)	56 ± 9,8 ² (43 – 71)	164,7 ± 10,4 (153 – 185)	68,8 ± 12,4 (52 – 92)
Пациенты с патологией	13 (57%)	10 (43%)	58,3 ± 11,8 (41 – 83)	175 ± 8,6 (160 – 187)	76,2 ± 9,9 (61 – 100)
Всего	18 (55%)	15 (45%)	57,5 ± 11 (41 – 83)	171,6 ± 10,3 (153 – 187)	73,7 ± 11,1 (53 – 100)

¹Под «здоровыми» подразумеваются пациенты без патологии по результатам ФЛГ ОГК

²Здесь и далее данные приводятся в формате: среднее ± стандартное квадратичное отклонение; диапазон выборки

Удельный вес курящих пациентов среди обследованных лиц, стаж курения и иные факторы риска развития рака легких представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5.

Анамнестические данные пациентов, прошедших ФЛГ, НДКТ и ВРКТ

	Число курящих, чел.* (%)	Стаж курения (пачка-лет)	Частота наличия дополнительных факторов риска, шт. (%)				
			Сопутствующая патология (ХОБЛ, эмфизема или фиброз легких)	Рак легких в анамнезе	Рак легких у ближайших родственников	Онкологические заболевания иных локализаций в анамнезе	Предрасполагающие факторы (условия труда, факторы окружающей среды)
Здоровые	7 (70%)	33,7 ± 6 (25 – 42)	2 (20%)	0 (0%)	2 (20%)	0 (0%)	3 (30%)
Лица с патологией	15 (65%)	26,3 ± 12 (10 – 50)	7 (30%)	0 (0%)	3 (13%)	2 (9%)	3 (13%)

Всего	22 (67%)	28,9 ± 11 (10 – 50)	9 (27%)	0 (0%)	5 (15%)	2 (6%)	6 (18%)
-------	-------------	------------------------	---------	--------	---------	--------	---------

*В т. ч. бросившие курить менее 10 лет назад

При анализе факторов риска у пациентов из проспективного исследования (таблица 3.5) обращает на себя внимание низкая частота наличия дополнительных факторов риска (не более 30% для всей выборки). Так, например, наличие рака легких в анамнезе отсутствует у всех пациентов, иные онкологические заболевания имеются в анамнезе у 2 человек (6%). Наиболее распространенным дополнительным фактором риска являлась сопутствующая патология – 9 случаев (27%). Из всех участников исследования к курящим относилось 22 пациента (67%); средний стаж курения составил 29 пачка-лет.

Анализ факторов риска и половозрастного распределения выборки пациентов из проспективного исследования (таблицы 3.3 и 3.2) свидетельствуют об их соответствии критериям из большинства зарубежных исследований (NLST, DLSCT; NELSON и другие). Усредненные значения ПДП, DLP и эффективной дозы представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6.

Сравнение доз пациентов при проведении ФЛГ, НДКТ и ВРКТ

Параметр	ПДП, сГр*см ²	DLP, мГр*см	Эффективная доза, мЗв
ФЛГ	71,4 ± 31,8 (37,4 – 157,2)	-	0,13 ± 0,06 (0,06 – 0,28)
НДКТ	-	56,7 ± 5,3 (49,6 – 68)	0,96 ± 0,09 (0,84 – 1,16)
КТ	-	283,6 ± 26,3 (248 – 340)	4,82 ± 0,45 (4,22 – 5,78)

Соотношение эффективных доз при ФЛГ, НДКТ и ВРКТ исследованиях проиллюстрировано на рисунке 3.3.

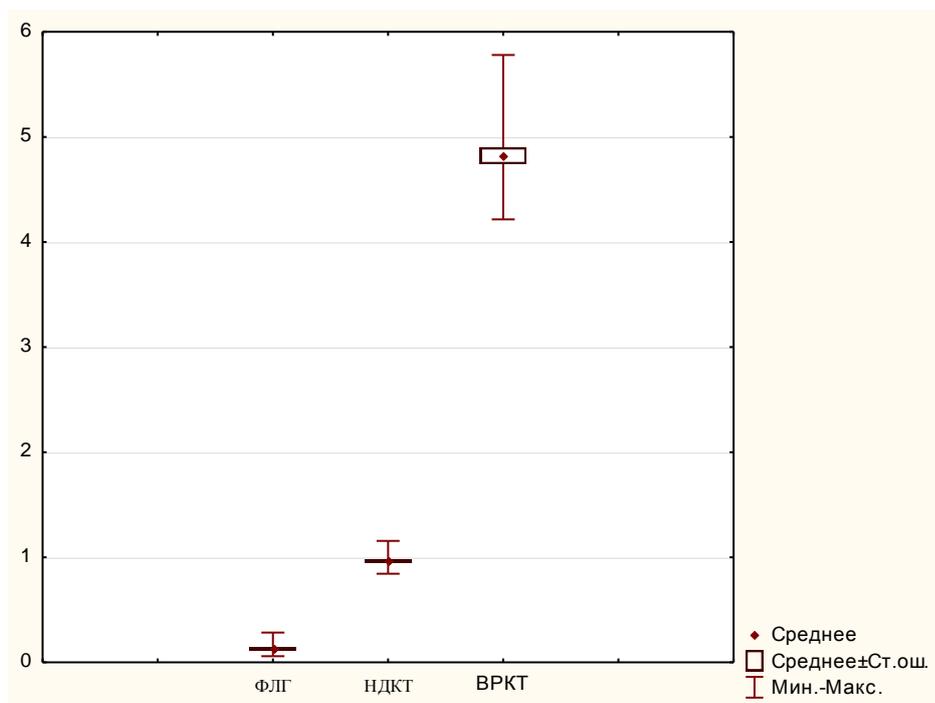


Рисунок 3.3 Распределения эффективных доз при ФЛГ, НДКТ и ВРКТ

Результаты описаний ФЛГ, НДКТ и ВРКТ представлены в таблицах 3.7, 3.8 и 3.9, соответственно.

Таблица 3.7.

Результаты ФЛГ исследований

Пациенты	Заключение врача	Заключение эксперта
1	Очаговое затемнение 7 мм переднего отрезка I ребра справа	Круглая тень 19 мм средней интенсивности в проекции S 5 правого легкого; в надключичной области справа очаговое затемнение 8 мм
2	Усиление легочного рисунка. Пневмофиброз.	Усиление легочного рисунка. Пневмофиброз.
3	Круглая тень с лучистым контуром в S 4 справа; признаки лимфаденопатии средостения	Круглая тень 4x3 см с лучистым контуром неоднородной структуры; признаки лимфаденопатии средостения
4	Очаговое затемнение 6 мм в S 3 левого легкого	Очаговое затемнение 6 мм в S 3 левого легкого
5	Круглая тень в S 6 правого легкого	В S 6 правого легкого круглая тень с бугристыми контурами 32 мм
6	Единичный очаг 6 мм в правом легком	Единичный очаг 6 мм в правом легком
7	Очаговое затемнение 8 мм в нижней доле левого легкого	Очаговое затемнение 8 мм в нижней доле левого легкого
8	Участки локального пневмофиброза	Участки локального пневмофиброза в обоих легких

9	2 очаговых плотных тени в правом легком	2 кальцината диаметром 5 мм в правом легком, участки фиброза
10	Гидроторакс, участки фиброза в обоих легких	Гидроторакс, участки фиброза в обоих легких
11	Без патологии	Без патологии
12	Без патологии	Без патологии
13	2 очаговых затенения в проекции переднего отрезка I ребра справа	2 очаговых затенения в проекции переднего отрезка I ребра справа
14	Кальцинат в правой верхней доле	Единичный кальцинат 5 мм в верхней доле правого легкого
15	Очаговое затенение 5 мм в правом легком	Очаговое затенение 5 мм в правом легком в I межреберье
16	Очаговое затенение 7 мм в левом легком	Очаговое затенение на фоне переднего отрезка VII ребра 7 мм в левом легком
17	Участки фиброза	Участки фиброза
18	Очаговое затенение 9 мм в средней доле правого легкого	Очаговое затенение 9 мм в VI межреберье справа
19	Без патологии	Без патологии
20	Пневмофиброз; единичные очаги в верхней доле правого легкого	Пневмофиброз; единичные очаги < 5 мм в верхней доле правого легкого
21	Без патологии	Без патологии
22	Кистозно-буллезная деформация левого легкого; одиночная плотная очаговая тень 7 мм в средней доле правого легкого	Кистозно-буллезная деформация левого легкого; одиночная плотная очаговая тень 7 мм в средней доле правого легкого
23	Единичное плотное очаговое затенение в верхней доле правого легкого	2 очаговых затенения 4,5 и 9,5 мм в верхней и нижней долях правого легкого соответственно
24	Пневмофиброз; единичные очаги в верхних долях обоих легких	Пневмофиброз; единичные очаги в верхних долях обоих легких
25	Без патологии	Без патологии
26	Без патологии	Без патологии
27	Кальцинат в верхней доле правого легкого	Кальцинат в верхней доле правого легкого
28	Без патологии	Без патологии
29	Без патологии	Без патологии
30	Очаговое затенение 6 мм в правом легком	Очаговое затенение 6 мм в проекции заднего отрезка VII ребра правого легкого
31	Без патологии	Без патологии
32	Без патологии	Без патологии
33	Единичный очаг 6 мм в правом легком	Единичный очаг 6 мм средней интенсивности в проекции переднего отрезка VII ребра правого легкого

Результаты НДКТ исследований

Пациенты	Заключение врача	Заключение эксперта
1	Локальный пневмофиброз в S 5 правого легкого	Локальный пневмофиброз в S 5 правого легкого
2	Участки фиброза в базальных отделах обоих легких	Субплевральный очаг в S3; участки фиброза в базальных отделах обоих легких; киста 8 мм в верхней доле левого легкого
3	Справа в S4 инфильтрат неправильной формы 3,5х2,5 см с бугристыми контурами, фиброзными тяжами связан с плеврой; в S9 справа инфильтраты 1-2 см, очаги на фоне фиброза. Слева в S6 по ходу междолевой плевры очаги до 1см. Лимфаденопатия	Справа в S4 инфильтрат неправильной формы 3,5х2,5 см с бугристыми контурами, фиброзными тяжами связан с плеврой; в S9 справа инфильтраты 1-2 см, очаги на фоне фиброза. Слева в S6 по ходу междолевой плевры очаги до 1см. Лимфаденопатия
4	Субплевральные солидные очаги 2-4 мм в обоих легких; увеличенные лимфатические узлы, некоторые с кальцинатами	Субплевральные солидные очаги 2-4 мм в обоих легких; увеличенные лимфатические узлы, некоторые с кальцинатами
5	Разнокалиберные инфильтраты с полостями распада в S 6 правого легкого, очаги отсева; лимфаденопатия средостения, бронхоэктазы правого легкого	Многоочаговые сливные тени разного калибра (до 32 мм) с полостями распада, локальное обсеменение; лимфаденопатия средостения; кисты; единичные кальцинаты.
6	Кальцинат 6 мм в S 6 правого легкого	Кальцинат 6 мм в S 6 правого легкого, субплевральные солидные очаги 3-6 мм в обоих легких
7	Локальный пневмофиброз в нижней доле левого легкого	Локальный пневмофиброз в нижней доле левого легкого
8	Участки локального пневмофиброза в обоих легких	Субплевральный солидный очаг 2 мм в средней доле правого легкого; участки локального пневмофиброза в обоих легких
9	2 кальцината в S 8 правого легкого	2 кальцината до 6 мм в S 8 правого легкого; участки фиброза
10	Двусторонняя нижнедолевая пневмония, гидроторакс, участки фиброза	Двусторонняя нижнедолевая пневмония, гидроторакс, участки фиброза
11	Без патологии	Без патологии
12	Образование в правой молочной железе 6х4,6х4 см	Образование в правой молочной железе 6х4,6х4 см; субплевральный солидный очаг 3 мм в правом легком; участки фиброза
13	Локальные фиброзные изменения правого легкого	Локальные фиброзные изменения правого легкого

14	Кальцинат 6 мм в S 3 правого легкого	Кальцинат 5 мм в S 3 правого легкого
15	Эностоз 5 ребра справа	Субплевральные солидные очаги 3-5 мм в правом легком; эностоз правого 5 ребра; участки фиброза
16	Консолидированный перелом 7 ребра слева	Остеосклероз левого 7 ребра; участки фиброза
17	Участки фиброза, единичные увеличенные лимфатические узлы	Участки фиброза; кистозно-буллезная деформация левого легкого, интерстициальные изменения по типу "матового стекла" в дорзальных отделах обоих легких
18	Буллезная эмфизема	Буллезная эмфизема
19	Без патологии	Без патологии
20	Апикальные и плевроперикардальные спайки с обеих сторон; эмфизема; грыжа пищеводного отверстия диафрагмы	Кистозная перестройка верхушки левого легкого; апикальные и плевроперикардальные спайки с обеих сторон; субплевральные очаги в верхней доле правого легкого; грыжа пищеводного отверстия диафрагмы
21	Без патологии	Без патологии
22	Кистозно-буллезная деформация обоих легких	Кистозно-буллезная деформация обоих легких, больше в верхней доле слева
23	Очаг Гона S 1 правого легкого	Единичный обызвествленный очаг 4 мм в S 1 правого легкого
24	Единичные кальцинаты в верхних долях обоих легких до 8 мм; участки фиброза	Апикальные спайки с известковыми отложениями; единичные очаги Гона в верхней доле правого легкого ≈ 7 мм и 3 очага слева до 2 мм; участки фиброза
25	Плевромедиастинальные спайки	Плевромедиастинальные спайки, участки фиброза
26	Без патологии	Без патологии
27	Единичный кальцинат 5 мм в S2 правого легкого; субплевральные фиброзные изменения в S1 справа.	Единичный кальцинат 5 мм в S2 правого легкого; субплевральные фиброзные изменения в S1 справа.
28	Без патологии	Без патологии
29	Без патологии	Без патологии
30	4 солидных очага 2-6 мм в S 2 правого легкого	Мешотчатая аневризма 7 мм в S 2 справа
31	Без патологии	Без патологии
32	Без патологии	Без патологии
33	Субплевральный солидный очаг до 6 мм в S 8 правого легкого; два аналогичных очага в S 6 слева	Субплевральный солидный очаг до 6 мм в S 8 правого легкого; два аналогичных очага в S 6 слева

Результаты ВРКТ исследований

Пациенты	Заключение врача	Заключение эксперта
1	Локальный пневмофиброз в S 5 правого легкого	Локальный пневмофиброз в S 5 правого легкого
2	Участки фиброза в базальных отделах обоих легких	Субплевральный очаг в S3; участки фиброза в базальных отделах обоих легких; киста 8 мм в верхней доле левого легкого
3	Справа в S4 инфильтрат неправильной формы 3,5x2,5 см с бугристыми контурами, фиброзными тяжами связан с плеврой; в S9 справа инфильтраты 1-2 см, очаги на фоне фиброза. Слева в S6 по ходу междолевой плевры очаги до 1см. Лимфаденопатия	Справа в S4 инфильтрат неправильной формы 3,5x2,5 см с бугристыми контурами, фиброзными тяжами связан с плеврой; в S9 справа инфильтраты 1-2 см, очаги на фоне фиброза. Слева в S6 по ходу междолевой плевры очаги до 1см. Лимфаденопатия
4	Субплевральные солидные очаги 2-4 мм в обоих легких; увеличенные лимфатические узлы, некоторые с кальцинатами	Субплевральные солидные очаги 2-4 мм в обоих легких; увеличенные лимфатические узлы, некоторые с кальцинатами
5	Разнокалиберные инфильтраты с полостями распада в S 6 правого легкого, очаги отсева; лимфаденопатия средостения, бронхоэктазы правого легкого	Многоочаговые сливные тени разного калибра (до 32 мм) с полостями распада, локальное обсеменение; лимфаденопатия средостения; кисты; единичные кальцинаты.
6	Кальцинат 6 мм в S 6 правого легкого	Кальцинат 6 мм в S 6 правого легкого, субплевральные солидные очаги 3-6 мм в обоих легких
7	Локальный пневмофиброз в нижней доле левого легкого	Локальный пневмофиброз в нижней доле левого легкого
8	Участки локального пневмофиброза в обоих легких	Субплевральный солидный очаг 2 мм в средней доле правого легкого; участки локального пневмофиброза в обоих легких
9	2 кальцината в S 8 правого легкого	2 кальцината до 6 мм в S 8 правого легкого; участки фиброза
10	Двусторонняя нижнедолевая пневмония, гидроторакс, участки фиброза	Двусторонняя нижнедолевая пневмония, гидроторакс, участки фиброза
11	В S3 левого легкого зона уплотнения легочной ткани по типу "матового стекла" и центрилобулярные очаги общим размером до 4x3,5см.	В S3 левого легкого зона уплотнения легочной ткани по типу "матового стекла" и центрилобулярные очаги общим размером до 4x3,5см.
12	Образование в правой молочной железе 6x4,6x4 см	Образование в правой молочной железе 6x4,6x4 см; субплевральный

		солидный очаг 3 мм в правом легком; участки фиброза
13	Локальные фиброзные изменения правого легкого	Локальные фиброзные изменения правого легкого
14	Кальцинат 6 мм в S 3 правого легкого	Кальцинат 5 мм в S 3 правого легкого
15	Эностоз 5 ребра справа	Субплевральные солидные очаги 3-5 мм в правом легком; эностоз правого 5 ребра; участки фиброза
16	Консолидированный перелом 7 ребра слева	Остеосклероз левого 7 ребра; участки фиброза
17	Участки фиброза, единичные увеличенные лимфатические узлы	Участки фиброза; кистозно-буллезная деформация левого легкого, интерстициальные изменения по типу "матового стекла" в дорзальных отделах обоих легких
18	Буллезная эмфизема	Буллезная эмфизема
19	Без патологии	Без патологии
20	Апикальные и плевроперикардальные спайки с обеих сторон; эмфизема; грыжа пищеводного отверстия диафрагмы	Кистозная перестройка верхушки левого легкого; апикальные и плевроперикардальные спайки с обеих сторон; субплевральные очаги в верхней доле правого легкого; грыжа пищеводного отверстия диафрагмы
21	Без патологии	Без патологии
22	Кистозно-буллезная деформация обоих легких	Кистозно-буллезная деформация обоих легких, больше в верхней доле слева
23	Очаг Гона S 1 правого легкого	Единичный обызвествленный очаг 4 мм в S 1 правого легкого
24	Единичные кальцинаты в верхних долях обоих легких до 8 мм; участки фиброза	Апикальные спайки с известковыми отложениями; единичные очаги Гона в верхней доле правого легкого ≈ 7 мм и 3 очага слева до 2 мм; участки фиброза
25	Плевромедиастинальные спайки	Плевромедиастинальные спайки, участки фиброза
26	Без патологии	Без патологии
27	Единичный кальцинат 5 мм в S2 правого легкого; субплевральные фиброзные изменения в S1 справа.	Единичный кальцинат 5 мм в S2 правого легкого; субплевральные фиброзные изменения в S1 справа.
28	Без патологии	Без патологии
29	Без патологии	Без патологии
30	4 солидных очага 2-6 мм в S 2 правого легкого	Мешотчатая аневризма 7 мм в S 2 справа
31	Без патологии	Без патологии
32	Без патологии	Без патологии
33	Субплевральный солидный очаг до	Субплевральный солидный очаг до

	6 мм в S 8 правого легкого; два аналогичных очага в S 6 слева	6 мм в S 8 правого легкого; два аналогичных очага в S 6 слева
--	---	---

Как следует из данных таблиц, по результатам ФЛГ 10 (30%) пациентов отнесено к варианту нормы, 23 (70%) человека имеют какую-либо патологию, которая в том числе может быть ассоциирована с туберкулезом или раком легких. После проведения НДКТ частота встречаемости различных изменений, требующих врачебного внимания, существенно изменяется. Патология отсутствует у 20 (60%) пациентов. Метод НДКТ позволяет более детально дифференцировать выявленные изменения в соответствии с дальнейшей тактикой диагностики и лечения. Как следует из таблиц 3.7 и 3.8 43% обнаруженных при ФЛГ исследовании изменений были интерпретированы после проведения НДКТ, как диагностически незначимые. НДКТ позволяла дать более детальное описание характеристик (размер, плотность, однородность, характер контуров и прочее) и локализации найденных изменений.

Результаты ВРКТ значимо не отличались от результатов НДКТ: диагностически значимых данных, касающихся характеристик и локализации изменений в исследуемой области, получено не было. Однако у 1 пациента с отсутствующей на ФЛГ и НДКТ патологией по результатам ВРКТ были обнаружены инфильтративные изменения.

Все исследования также были проанализированы экспертом для верификации описаний и заключений врачей-рентгенологов. Анализ проводился в идентичных условиях; исследования были экспортированы в формате DICOM. Для всех исследований заключение эксперта подтверждало заключение врача-рентгенолога.

3.3. Оценка диагностической, экономической эффективности и рисков развития радиационно-индуцированных патологий для выбранных методов.

Дизайн проведения исследования разрабатывался с учетом трех объективных факторов:

- 1) ограниченное время на проведение исследования;
- 2) незначительное количество выявленных за 2016 год случаев злокачественных новообразований;
- 3) ограниченные возможности кабинета компьютерной томографии.

В связи с этим из группы пациентов, добровольно принимающих участие в исследовании, на НДКТ направлялись все пациенты с какой-либо выявленной патологией по результатам ФЛГ ОГК. Количество пациентов в контрольной группе (участники исследования без патологии по результатам ФЛГ) также было ограничено в связи с высокой загруженностью кабинета компьютерной томографии. Следует отметить, что в исследовании изъявило желание принять участие менее 25% пациентов.

Специально для исследования был разработан протокол, адаптированный для целей и задач данной работы с учетом особенностей оборудования СПб ГБУЗ "Городская Мариинская больница". Предварительные расчеты эффективной дозы с использованием программного обеспечения VirtualDoseCT показали возможность проведения НДКТ с порогом в 1 мЗв за исследование. Параметры протокола и предполагаемая эффективная доза сопоставимы с требуемыми в зарубежных протоколах [51] и соответствуют требованиям НРБ-99/2009.

В качестве подтверждающего метода использовалась ВРКТ (параметры протокола указаны в таблице 2.4.), которую выполняли на том же томографе.

При проведении исследования использовалась следующая последовательность:

- После получения информированного добровольного согласия на участие в исследовании и заполнения анкеты, пациенту выполнялась цифровая ФЛГ ОГК. При этом обязательным был 1 снимок в прямой задне-передней проекции; в отдельных случаях до двух дополнительных боковых снимков. Структура исследования определялась врачом-рентгенологом исходя из результатов снимка в задне-передней проекции.

- Из выборки пациентов без патологии по результатам ФЛГ ОГК случайным образом была отобрана группа из 10 пациентов. Всем этим лицам были выполнены НДКТ и ВРКТ исследования.

- Всем пациентам с какой-либо выявленной патологией выполнялись НДКТ и ВРКТ. При этом данные исследования проводились в 1 день с интервалом 1-5 дней с момента выполнения ФЛГ.

- Все исследования описывались врачами в день проведения исследования; заключения и цифровые записи исследований передавались эксперту для верификации. Все предварительные и окончательные результаты фиксировались в анкету пациента.

Данная схема позволила собирать всю необходимую информацию для определения диагностической эффективности ФЛГ и НДКТ и определения дозовых нагрузок пациентов и рисков развития радиационно-индуцированного рака.

Для оценки диагностической эффективности методов ФЛГ и НДКТ результаты исследований были распределены по группам: истинно положительные, истинно отрицательные, ложноположительные, ложноотрицательные. При этом эталоном сравнения служил метод ВРКТ. Результаты оценки диагностической эффективности методов ФЛГ и НДКТ представлены в таблице 3.10.

Диагностическая эффективность ФЛГ и НДКТ ОГК

Параметр	Чувствительность, %	Специфичность, %	Прогностичность положительного результата, %	Прогностичность отрицательного результата, %	Диагностическая эффективность, %
ФЛГ	93	47	57	90	67
НДКТ	93	100	100	95	97

Следует обратить внимание, что при идентичной чувствительности методов ФЛГ и НДКТ (92%) специфичность методов отличается в 2 раза: 47% и 100% для ФЛГ и НДКТ соответственно. Метод ФЛГ отличается низкой прогностичностью положительного результата (57%) и диагностической эффективностью (67%), в то время как у НДКТ данные показатели приближаются к 100%.

Высокая чувствительность метода ФЛГ оправдывает использование данного метода в профилактических целях. При этом НДКТ не имеет преимуществ по данному показателю перед методом ФЛГ. Как следует из таблицы 3.8 в большинстве случаев информация, полученная при проведении НДКТ, является избыточной. Данные положения подтверждаются клиническими случаями.

В качестве примера представлен ряд наиболее показательных клинических случаев.

Пациент №32, 65 лет. Стаж курения: 26 пачка-лет. Дополнительные факторы риска: отрицает.

Результат ФЛГ исследования: на рентгенограмме органов грудной клетки в прямой проекции в нижнем легочном поле, над диафрагмой слева определяется круглая тень, размером – 3 см в диаметре, с пузырьком воздуха и уровнем жидкости, заполненная на $\frac{3}{4}$ объема. Контуры тени четкие. В боковой проекции данная тень проецируется на позвоночный

столб, в области S₁₀ слева, не имеет четких границ. В заднем плевральном синусе слева не исключается малый объем выпота, т.к. синус не имеет обычной остроконечной формы.

Легочный рисунок усилен по интерстициальному типу (пневмосклероз). Тело двенадцатого грудного позвонка (Th₁₂) имеет клиновидную форму, компримировано все, но больше в центральной части. Костная структура порозная (метастатическое поражение?). Другие позвонки обычных размеров.

Заключение: синдром круглой тени в S₁₀ левого легкого с распадом (злокачественное новообразование?). Компрессионный перелом тела Th₁₂ I степени (метастатическое поражение?). Остеопороз.

Результат НДКТ исследования: в заднем базальном сегменте нижней доли левого легкого субплеврально определяется округлое образование, размерами ≈ 3,0x2,7 см. Образование окружено зоной лимфангита, имеет связь с сосудами. Центральная полость деструкции субтотально заполнена жидкостью (+1,5 - +5 НУ).

В средостении визуализируются множественные паратрахеальные и трахеобронхиальные лимфатические узлы от 0,7 см в диаметре до 1,7x1,1 см, единичные аортопульмональные лимфатические узлы до 0,7 см в диаметре.

Заключение: периферическое новообразование в S₁₀ левого легкого. Лимфаденопатия средостения.

Результаты НДКТ подтверждены ВРКТ.

Примеры данных, полученных при ФЛГ и НДКТ исследованиях, представлены на рис. 3.4. и 3.5, соответственно.



Рис 3.4. ФЛГ ОГК, прямая проекция. Пациент № 32, 65 лет.
Стрелкой отмечена круглая тень с распадом в S₁₀ левого легкого

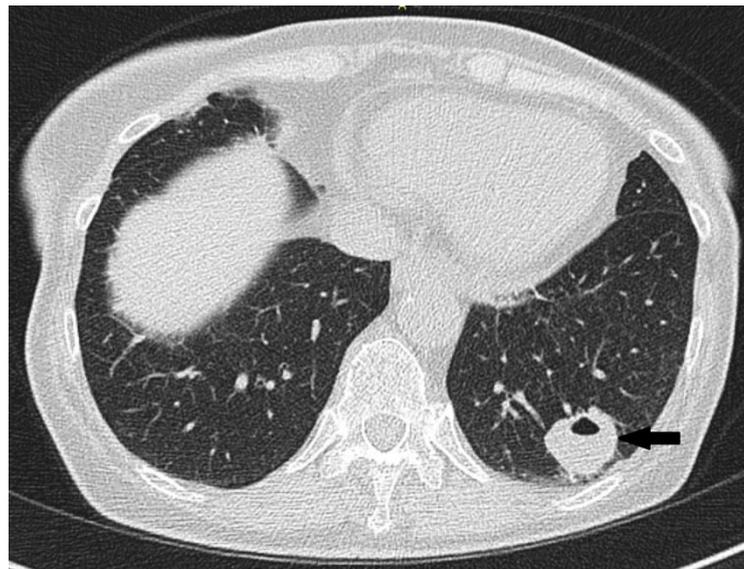


Рис 3.5. НДКТ органов грудной клетки, аксиальная проекция,
легочный режим. Пациент № 32, 65 лет. Визуализируется периферическое
новообразование в S₁₀ левого легкого (стрелка)

Пациент №12, 53 года. Стаж курения: 25 пачка-лет. Дополнительные факторы риска:рак легких у ближайших родственников. Результат ФЛГ исследования: Заключение: без патологии.

Результат НДКТ исследования: в правой молочной железе определяется бугристое образование с четкими контурами, однородной плотностью $\approx +20$ HU, размерами 6x4,6x4 см.

Заключение: Объемное образование правой молочной железы.

Результаты НДКТ подтверждены ВРКТ.

Примеры данных, полученных при ФЛГ и НДКТ исследованиях, представлены на рис. 3.6 и 3.7, соответственно.

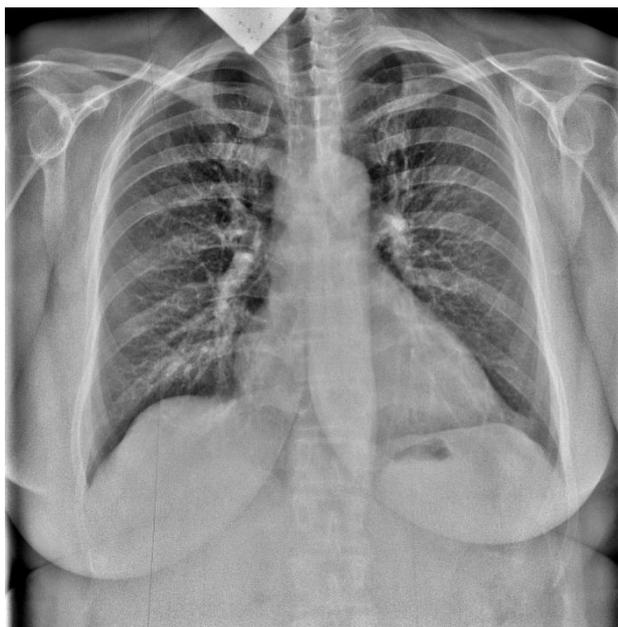


Рис 3.6. ФЛГ ОГК, прямая проекция. Пациент № 12, 53 года.

Патология не визуализируется

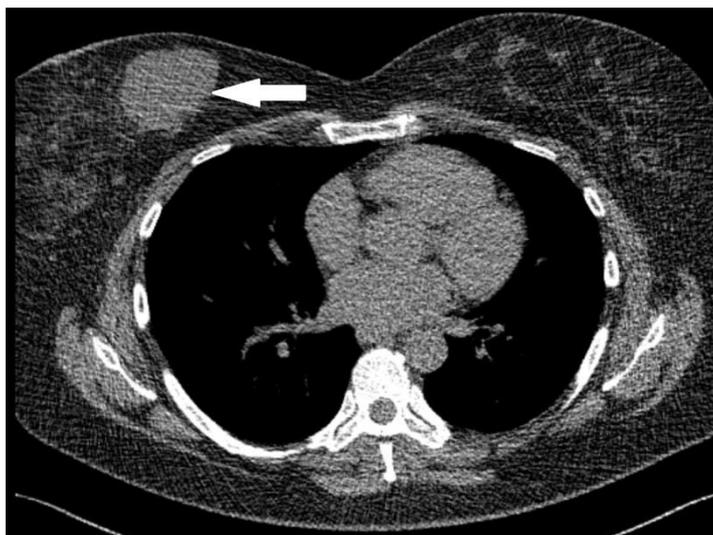


Рис 3.7. НДКТ органов грудной клетки, аксиальная проекция, средостенный режим. Пациент № 12, 53 года. Визуализируется объемное образование в правой молочной железе (стрелка)

Пациент №5, 57 лет. Стаж курения: 40 пачка-лет. Дополнительные факторы риска: ХОБЛ в анамнезе, предрасполагающие факторы со стороны окружающей среды.

Результат ФЛГ исследования: в прямой проекции S₆ правого легкого круглая тень с бугристыми контурами диаметром 3,2 см, прилежит к корню легкого. Корень уплотнен, структурен. В боковой проекции едва заметное затенение в S₆ с проецированием на позвонки и задние отрезки ребер. Интенсивность тени от средней до высокой.

Заключение: синдром круглой тени в S₆ правого легкого (новообразование?).

Результат НДКТ исследования: на фоне повышенной воздушности легочной паренхимы, в S₆ правого легкого, по дорсальной поверхности и в медиальных отделах, выявляются многоочаговые сливные тени разного калибра (до 3,2 см) с перифокальным отеком, полостями распада и локального обсеменения. В кортикальных и базальных отделах S₈, S₉, S₁₀ – множественные бронхоэктазы. Отмечаются овальной формы, немногочисленные, увеличенные максимум до 1,1x1,7 см лимфатические

узлы: парааортальной, паратрахеальной, бифуркационной групп, бронхопульмональной группы, больше слева.

Заключение: КТ картина разнокалиберных инфильтратов с полостями распада в S_6 правого легкого, с наличием очагов отсева, наиболее характерна для инфильтративного туберкулеза в фазе распада и обсеменения. Бронхоэктазы правого легкого.

Результаты НДКТ подтверждены ВРКТ.

Примеры данных, полученных при ФЛГ и НДКТ исследованиях, представлены на рис. 3.8 и 3.9, соответственно.

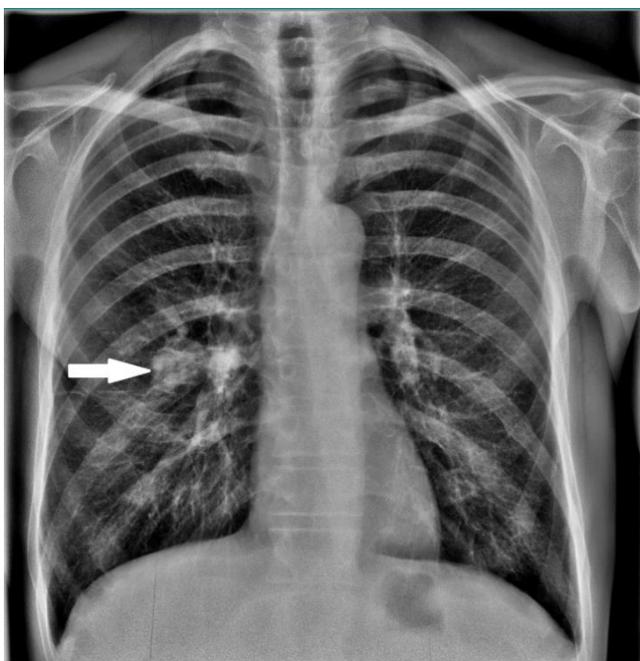


Рис 3.8. ФЛГ ОГК, прямая проекция. Пациент №5, 57 лет. Синдром круглой тени в S_6 правого легкого (стрелка)

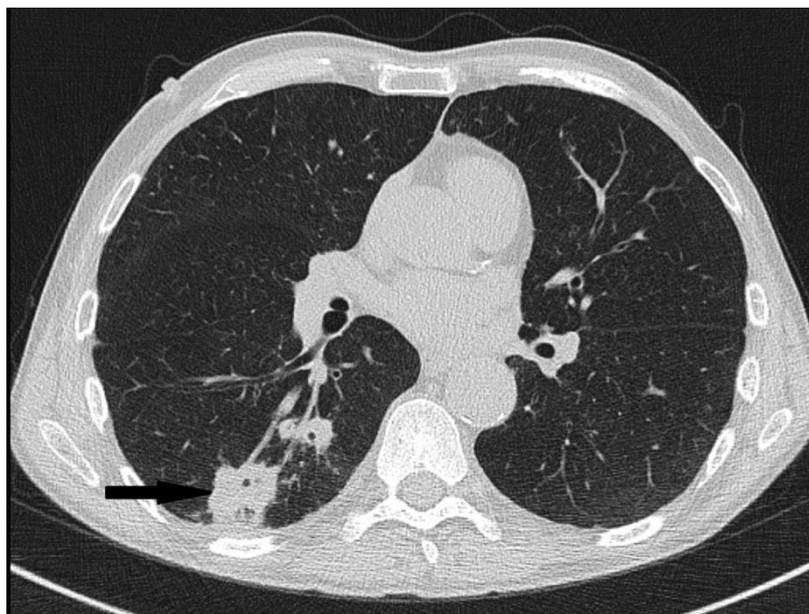


Рис 3.9. НДКТ органов грудной клетки, аксиальная проекция, легочный режим. Визуализируются многоочаговые сливные тени разного калибра с полостями распада (стрелка)

Пациент №11, 43 года. Курение и наличие дополнительных факторов риска отрицает.

Результат ФЛГ исследования:

Заключение: без патологии.

Результат НДКТ исследования:

Заключение: без патологии.

Результаты ВРКТ исследования:

В S3 левого легкого определяется зона уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла» и центрилобулярные очаги общим размером до 5,0x4,5 см.

Заключение: КТ-признаки бронхиолита в S3 левого легкого.

Примеры данных, полученных при ФЛГ, НДКТ и ВРКТ исследованиях, представлены на рис. 3.10 и 3.11., соответственно.

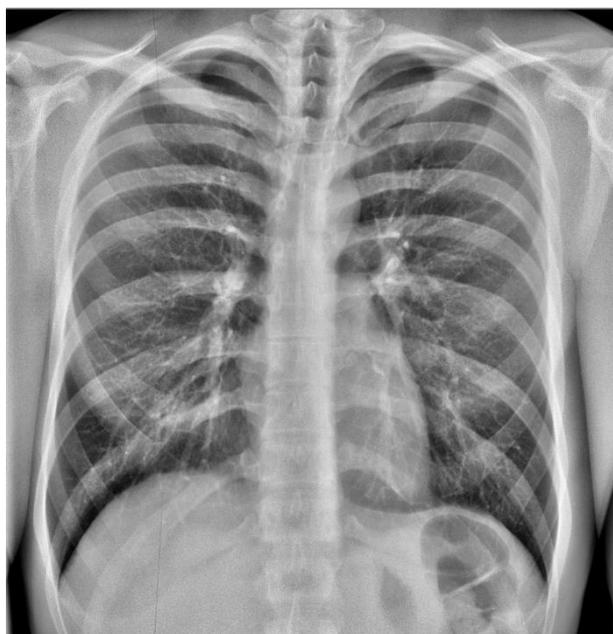


Рисунок 3.10. ФЛГ ОГК, прямая проекция. Пациент №11, 43 года.
Патология не визуализируется.

При НДКТ органов грудной клетки патология не визуализировалась, при ВРКТ изменения в лёгких замечались и представлены на рис. 3.11.

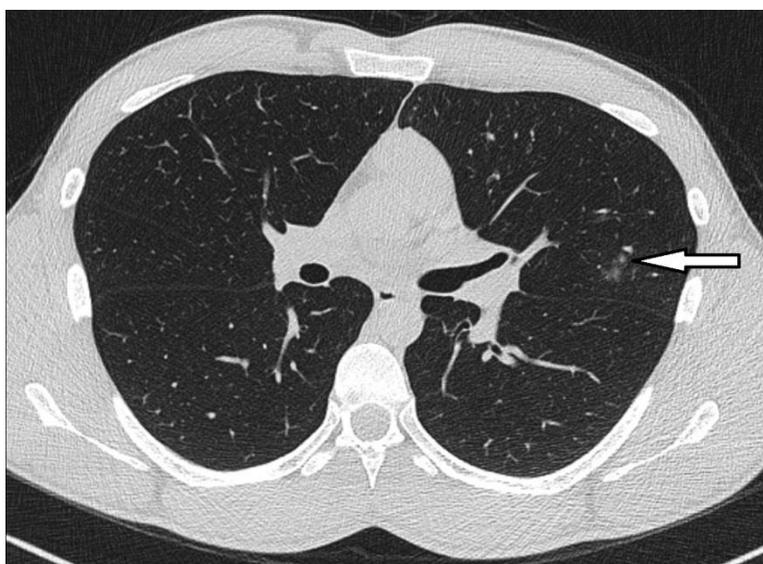


Рис 3.11. ВРКТ органов грудной клетки, аксиальная проекция, легочный режим. Пациент №11, 43 года. В S3 левого легкого визуализируется зона уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла» и центрилобулярные очаги.

Экономическая составляющая методов ФЛГ и НДКТ представлена в таблице 3.11. Представленные цены актуальны на 2016 г. Расходы на электроэнергию не учитывались.

Таблица 3.11

Затраты на выполнение ФЛГ и НДКТ ОГК

Статья расходов	ФЛГ, руб.	НДКТ, руб.
Стоимость нового аппарата	5203175	51220000
Техническое обслуживание (в год)	350000	2000000
Зарботная плата врача-рентгенолога (в год)	300000 (25000/мес.)	300000
Зарботная плата рентгенлаборанта (в год)	180000 (15000/мес.)	180000
Стоимость 1 исследования	250	3000

* внутрибольничные расценки

Как следует из таблицы 3.11, экономические издержки, связанные с заработной платой персонала, идентичны для обоих методов. Однако, штаты ФЛГ и КТ-кабинетов существенно отличаются. Для обеспечения непрерывной работы ФЛГ-кабинета требуется одна ставка врача и одна ставка рентгенлаборанта; для КТ-кабинета потребуется как минимум 5 ставок врачей и 5 ставок лаборантов (операторов) соответственно. Стоимость компьютерного томографа превышает стоимость аппарата для цифровой флюорографии в 10 раз; стоимость годового технического обслуживания – в 6 раз. При этом следует учесть дополнительные затраты по замене рентгеновской трубки компьютерного томографа (около 80 000 евро; 5200000 руб. по курсу на 2016 г.). Ресурс такой трубки, как правило, составляет 500000 мА*с; что при использовании низкодозовых протоколов (см. таблицу 2.3) соответствует 12500 пациентам. Данный ресурс будет выработан в течение полутора лет при условии сохранения потока пациентов в среднем 8500 пациентов в год (усредненные данные за 5 лет по кабинету ФЛГ).

Также следует учесть ограниченную пропускную способность кабинета КТ – не более 25 пациентов в сутки. Для сравнения, среднее количество пациентов в день для ФЛГ кабинета за 2016 г. (247 рабочих дней) составило 34 пациента. Замена одного ФЛГ-аппарата на 1 компьютерный томограф позволит обследовать только 6175 пациентов в год. Для обследования идентичного количества пациентов необходим дополнительный компьютерный томограф.

Результаты расчетов стоимости исследования на одного пациента за 10 лет (период амортизации рентгеновского оборудования) исходя из сохранения потока пациентов в 8500 чел. в год для методов ФЛГ и НДКТ представлены в таблице 3.12.

Таблица 3.12.

Расчет стоимости ФЛГ и НДКТ исследования на одного пациента за период 10 лет

Статья расходов	ФЛГ, руб.	НДКТ, руб.
Число лет эксплуатации аппарата	10	10
Заработная плата персонала		
Заработная плата врача-рентгенолога в год	300000	300000
Число ставок врача	1	5
Заработная плата рентгенлаборанта (оператора) в год	180000	180000
Число ставок рентгенлаборантов (операторов)	1	5
Итого:	4800000	24000000
Технические расходы		
Стоимость нового аппарата	5203175	51220000
Техническое обслуживание в год	350000	2000000
Стоимость замены трубки	-	5200000

Стоимость замены трубки в год	-	2568800
Число пациентов на 1 трубку	-	12500
Число пациентов в день	34	25
Число пациентов в год	8500	6175
Число пациентов за 10 лет	85000	61750
Расходы за 10 лет на 1 аппарат	13503175	120908000
Затраты на 1 пациента	159	1958

За период в 10 лет расходы на одного пациента составят 159 руб. для ФЛГ и 1958 руб. для НДКТ (в 12 раз выше). При этом для сохранения пропускной способности отделения потребуется установка дополнительного (второго) компьютерного томографа, что еще больше увеличит затраты. Данное соотношение существенно затрудняет внедрение НДКТ в практику городской больницы, принимая во внимание, что профилактические исследования оплачиваются государством.

В связи с тем, что профилактические исследования выполняются преимущественно здоровому населению (см. таблицу 3.3) существенным критерием применимости метода НДКТ также будет являться оценка рисков развития радиационно-индуцированных раков и наследственных заболеваний. Результаты данной оценки представлены в таблице 3.13 для выборки пациентов, принимавших участие в проспективном исследовании.

Таблица 3.13.

Риски развития радиационно-индуцированного рака у участников
исследования

Метод	Возрастная категория	Суммарная эффективная доза, мЗв	Возраст-специфический множитель, отн. ед.	Суммарный риск, отн. ед.
ФЛГ	18-65	3,42	0,9	$1,8 \times 10^{-4}$
	>65	0,83	0,1	$4,7 \times 10^{-6}$
НДКТ	18-65	23,92	0,9	$1,2 \times 10^{-3}$

	>65	7,91	0,1	$4,5 \times 10^{-5}$
ВРКТ	18-65	119,58	0,9	$6,1 \times 10^{-3}$
	>65	39,53	0,1	$2,3 \times 10^{-4}$

Как следует из представленного сравнения значений коллективного риска радиационно-индуцированных эффектов (таблица 3.12), при переходе от ФЛГ к НДКТ существенно возрастает соответствующий коллективный риск (вплоть до порядка величины).

Аналогичным образом был оценен риск для выборки пациентов за 2016 г. (см. рисунок 3.1 и таблицу 3.2) предполагая, что всем им была выполнена НДКТ взамен ФЛГ. Результаты сравнения представлены в таблице 3.14.

Таблица 3.14.

Сравнение суммарного пожизненного риска при условии замены ФЛГ на НДКТ для выборки пациентов из ретроспективного исследования

Метод	Возрастная категория	Число пациентов	Суммарная эффективная доза	Суммарный пожизненный риск для данной выборки, число случаев
ФЛГ	<18	52	7,73	0,099097
	18-65	6923	1840,270	
	65+	1423	645,170	
НДКТ	<18	52	49,920	0,355275
	18-65	6923	6646,080	
	65+	1423	1366,080	

Переход на метод НДКТ в алгоритме диагностики увеличит суммарный пожизненный риск для выборки пациентов из ретроспективного исследования в 4 раза, что будет соответствовать 4,2 случаям рака в дополнение к фоновой заболеваемости для выборки в 100 тыс чел.

Заключение

Предпосылки для проведения НДКТ в профилактических целях в РФ существенно отличаются от таковых в зарубежной практике, что объясняется следующими факторами:

- отличается структура заболеваемости ТБ и РЛ в РФ и странах ЕС;
- существенно менее значительный вклад злокачественных новообразований легких в общую заболеваемость по сравнению с зарубежными странами;
- ограниченное оснащение отделений лучевой диагностики современным оборудованием (компьютерными томографами);
- особенностями финансирования отечественного здравоохранения.

В практике кабинета ФЛГ городской больницы выявляемость РЛ остается достаточно низкой (0,21%), что может быть связано, как с особенностью выборки пациентов, характерной для данной медицинской организации, так и с недостаточным уровнем диагностики.

Проведенное проспективное исследование показало:

- высокую чувствительность и низкую специфичность метода ФЛГ, что подтверждает возможность его использования в профилактических целях;
- высокие чувствительность и специфичность метода НДКТ. Полученная диагностическая информация была сопоставима с результатами ВРКТ.

Следует отметить, что в выборке пациентов для проспективного исследования был обнаружен только один случай, соответствующий раку легкого. При этом во всех остальных случаях метод НДКТ либо позволял верифицировать ложноположительные случаи по результатам ФЛГ, либо

предоставлял дополнительную информацию, не имеющую высокой диагностической значимости.

Метод НДКТ является существенно менее экономически эффективным по сравнению с ФЛГ: 1958 руб. на одного пациента для НДКТ против 159 руб. – для ФЛГ. При этом использование НДКТ сопряжено со значительно (до одного порядка величины) более высоким риском радиационно-индуцированных эффектов: 4,2 случаев для НДКТ против 1,05 случаев (на 100 тыс чел.) для ФЛГ.

Исходя из вышеизложенного, возможны следующие пути использования НДКТ:

1) Замена ФЛГ на НДКТ с использованием текущего алгоритма диагностики: с проведением ВРКТ по результатам НДКТ. В таком случае информация, полученная при НДКТ исследовании, является заведомо избыточной при существенно более высоких дозовых нагрузках пациентов и экономических затратах.

2) Замещение ВРКТ на НДКТ в текущем алгоритме диагностики. Результаты данного исследования свидетельствуют о высоких показателях диагностической эффективности метода НДКТ, что позволяет рассматривать НДКТ в качестве замены ВРКТ. Это позволит существенно снизить дозы пациентов и оптимизировать экономические затраты на проведение исследования (сохранение ресурса трубки КТ-аппарата). Однако ограниченный характер данного исследования не позволяет в полной мере судить о потенциальных диагностических ошибках, связанных с низким качеством изображений (большая толщина среза, низкое пространственное разрешение, высокий уровень шума).

Выводы

1. В структуре результатов флюорографии ОГК в городской больнице за 2016 г 85 % было без патологии лёгких, 3% составили пневмонии, 1,2% – посттуберкулёзные изменения, 0,24% – опухоли лёгких и 0,19% – различные формы активного туберкулёза. Синдром очаговой тени встречали в 0,76%, круглой тени – 0,46%, диссеминации – 0,2%. На изменения, не вошедшие в вышеперечисленные категории, приходилось 8,2%.
2. Диагностическая эффективность НДКТ в выявлении лёгочной патологии выше ФЛГ и соотносится, как 97% против 67%. Чувствительность методов равнозначна – 93%, специфичность НДКТ – 100%, ФЛГ – 47%.
3. Низкодозовая КТ ОГК существенно менее экономически эффективный метод по сравнению с ФЛГ. Из расчёта на одного пациента проведение НДКТ в 12 раз дороже ФЛГ (1958 руб. против 159 руб.).
4. Риск развития радиационно-индуцированных злокачественных опухолей и наследственных заболеваний в 4 раза выше при выполнении НДКТ ОГК, чем ФЛГ, и составляет 4,2 случая против 1,05 на 100 тыс чел.
5. Проведение НДКТ ОГК с профилактической целью в условиях городской больницы не обосновано.

Список литературы

1. Водоватов А.В. Управление дозами, полученными пациентами в цифровой рентгенографии на примере скрининговых исследований органов грудной клетки: автореф. дис. ... магистра физики: 03.04.02 - СПб. 2015. – 78с.
2. Всемирная организация здравоохранения. Доклад о глобальной борьбе с туберкулезом 2016 г. Онлайн-ресурс. Доступен по адресу: www.who.int/tb/publications/global_report/gtbr2016_executive_summary_ru.pdf. 16.05.2017.
3. Всемирная организация здравоохранения. Профили рака в странах – 2014. Онлайн-ресурс. Доступен по адресу: www.who.int/cancer/country-profiles/rus_ru.pdf. 16.05.2017 г.
4. Всемирная организация здравоохранения. Профиль страны по туберкулезу – Российская Федерация. Онлайн-ресурс. Доступен по адресу: www.who.int/tb/country/data/profiles/ru/. 16.05.2017 г.
5. Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований. СанПиН 2.6.1.1192-03. М. // Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России. 2003.
6. Голиков В.Ю., Барковский А.Н., Барышков Н.К., Власов А.Ю. Оценка эффективных доз облучения пациентов при проведении рентгенологических исследований / Сборник научных трудов «Радиационная гигиена». СПб. 2003. С.75-88.
7. Двойников С. И. Проведение профилактических мероприятий // М.:ГЭОТАР-Медиа. 2016. – 448 с.
8. Заридзе Д. Г. Профилактика рака. Руководство для врачей // М.:ИМА-ПРЕСС. 2009. — 224 с.
9. Здравоохранение в России. 2015: Стат. сб. / Росстат. М. 2015. – 174 с.

10. Контроль эффективных доз облучения пациентов при медицинских рентгенологических исследованиях МУ 2.6.1.2944-11 // М. Роспотребнадзор. 2011.
11. Костицын К.А. Оценка эффективности современных методов первичной и уточняющей диагностики рака лёгкого: автореф. дис. канд. мед. наук - СПб. 2014. – 174с.
12. Левченко Е.В. Скрининг рака легкого // Практическая Онкология. 2010. Т.11. №2 – С.88-95.
13. Максимова Т.М., Белов В.Б. Заболеваемость злокачественными новообразованиями и смертность от них в России и некоторых зарубежных странах // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2012. №1 – С. 9-12.
14. Медик В. А., Юрьев В. К. Общественное здоровье и здравоохранение // М. : ГЭОТАР-Медиа. 2016. – 608 с.
15. Оценка радиационного риска у пациентов при проведении рентгенорадиологических исследований. Методические рекомендации // М.: Федеральный Центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. 2013 – 30 с.
16. Перельман М. И., Богадельникова И. В. Фтизиатрия // М.: ГЭОТАР-Медиа. 2015. – 448 с.
17. Петровский Б. В. Большая Медицинская Энциклопедия. Онлайн-ресурс. Доступен по адресу: www.бмэ.орг. 16.05.2017 г.
18. Публикация МКРЗ 105. Радиационная защита в медицине. Ред. русского перевода Балонов М.И. // ФГУН НИИРГ. СПб. 2011 – 66 с.
19. Терновой С. К. Лучевая диагностика и терапия. Частная лучевая диагностика // М.: ГЭОТАР-Медиа. 2014. Т. 2. – 356 с.
20. Трахтенберг А.Х., Чиссов В.И. Рак легкого // М.:ГЭОТАР-Медиа. 2009. – 256 с.
21. Тюрин И. Е. Одиночные очаги в легких: возможности лучевой диагностики // Практическая пульмонология. 2008. №2 – С. 15-22.

22. Тюрин И. Е. Скрининг заболеваний органов дыхания: современные тенденции // Практическая пульмонология. 2011. №2 – С. 12-16.
23. Федорченко К.Ю., Рябоконт А.М., Кононихин А.С. Ранняя диагностика рака легкого на основе анализа протеома конденсата выдыхаемого воздуха // Вестн.Моск. Ун-та. Сер. 2. Химия. 2016. Т.57. № 2 – С.112-119.
24. Abram E. Screening and Diagnostic Tests. Онлайн-ресурс. Доступен по адресу: <http://emedicine.medscape.com/article/773832-overview>. 16.05.2017 г.
25. Aoki T., Nakata H., Watanabe H. et al. Evolution of peripheral lung adenocarcinomas: CT findings correlated with histology and tumor doubling time // Amer. J. Roentgenol. 2000. Vol. 174. – P. 763-768.
26. Aviram G. Chest radiography for tuberculosis screening: a valuable tool // Isr. Med. Assoc. J. 2015. Vol. 17(1). – P. 50-51.
27. Bellomi M., Veronesi G., Rampinelli C., et al. Evolution of lung nodules < or = 5 mm detected with low-dose CT in asymptomatic smokers // Br. J. Radiol. 2007. Vol. 80. – P. 708-12.
28. Dikmen E., Kara M., Dikmen G., et al. Detection of telomerase activity in bronchial lavage as an adjunct to cytological diagnosis in lung cancer // Europ. J. Cardiothorac. Surg. 2003. Vol.23(2). – P.194–199.
29. Ferlay J., Soerjomataram I., Dikshit R., et al. Cancer incidence and mortality worldwide: Sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012 // Int. J. Cancer. 2015. Vol. 136. № 5. – P. 359–386.
30. Final recommendation statement: lung cancer: screening. U.S. Preventive Services Task Force. December 2016. Онлайн-ресурс. Доступен по адресу: www.uspreventiveservicestaskforce.org/Page/Document/RecommendationStatementFinal/lung-cancer-screening. 16.05.2017 г.
31. Hantous-Zannad S., Zidi A., Néji H., et al. Apport de l'imagerie dans la tuberculose thoracique // Rev. Pneumol. Clin. 2015. Vol. 71(2-3). – P. 93-109.

32. Henschke C.I., Yankelevitz D.F., Mirtcheva R., et al. CT screening for lung cancer: frequency and significance of part-solid and nonsolid nodules // *Am. J. Roentgenol.* 2002. Vol. 178(5). – P. 1053-7.
33. Humphrey L.L., Deffebach M., Pappas M., et al. Screening for lung cancer with low-dose computed tomography: a systematic review to update the U.S. Preventive Services Task Force recommendation // *Ann. Intern. Med.* 2013. Vol. 159. – P. 411-20.
34. Iaccarino J.M., Clark J., Bolton R., et al. A National Survey of Pulmonologists' Views on Low-Dose Computed Tomography Screening for Lung Cancer // *Ann. Am. Thorac. Soc.* 2015. Vol. 12(11). – P. 1667-75.
35. Ikeda N., Hayashi A., Miura Y., et al. Present strategy of lung cancer screening and surgical management // *Ann. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2005. Vol.11(6). – P.363-366.
36. Instructions to panel physicians for completing chest-x ray classification sheet (DS-3024) from Centers for Disease Control and Prevention. Онлайн-ресурс. Доступен по адресу:www.lianglaw.com/INS/medical-exam-ds-forms-instructions.pdf. 16.05.2017 г.
37. Kanodra N.M., Silvestri G.A., Tanner N.T. Screening and Early Detection Efforts in Lung Cancer // *Cancer.* 2015. Vol. 1. – P. 1347-56.
38. Lee S.W., Jang Y.S., Park C.M. et al. The role of chest CT scanning in TB outbreak investigation // *Chest.* 2010. Vol. 137 (5). – P. 1057–1064.
39. Li F., Sone S., Abe H., et al. Malignant versus benign nodules at CT screening for lung cancer: comparison of thin-section CT findings // *Radiology.* 2004. Vol. 233(3). – P. 793-8.
40. MacMahon H., Austin J.H., Gamsu G., et al. Guidelines for management of small pulmonary nodules detected on CT scans: a statement from the Fleischner Society // *Radiology.* 2005. Vol. 237. – P. 395-400.

41. Marshall H.M., Bowman R.V., Yang I.A., et al. Screening for lung cancer with low-dose computed tomography: a review of current status // *Journal of Thoracic Disease*. 2013. Vol. 5. – P. 524-539.
42. Nakanishi M., Demura Y., Ameshima S., et al. Utility of high-resolution tomography for predicting risk of sputum smear-negative pulmonary tuberculosis // *Eur. J. Radiol*. 2010. Vol. 73. – P. 545–550.
43. Palcic B., Garner D.M., Beveridge J., et al. Increase of sensitivity of sputum cytology using high-resolution image cytometry: field study results // *Cytometry*. 2002. Vol.50(3). – P.168-176.
44. Revel M.P., Lefort C., Bissery A., et al. Pulmonary nodules: preliminary experience with three-dimensional evaluation // *Radiology*. 2004. Vol. 231. – P. 459-66.
45. Schafer-Prokop C., Neitzel U., Venema H.W., et al. Digital chest radiography: an update on modern technology, dose containment, and control of image quality // *Eur. Radiol*. 2008. Vol. 18. – P. 1818-30.
46. Shaarrawya H., Zeidan M. et al. Assessment of the role of high resolution computed tomography in the diagnosis of suspected sputum smear negative active pulmonary TB // *Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis*. 2013. Vol. 62. Issue 2. – P. 263–268.
47. Story A., Aldridge R., Abubaka I., et al. Active case finding for pulmonary tuberculosis using mobile digital chest radiography: an observational study // *Int. J. Tuberc. Lung Dis*. 2012. Vol.16. – P. 1461-7.
48. Tapiovaara M., Siiskonen T. PCXMC: A Monte Carlo program for calculating patient doses in medical x-ray examinations // Helsinki.: STUK. 2008. – 52 p.
49. The national lung screening trial research team. Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening // *N. Engl. J. Med*. 2011. Vol. 365(5). – P. 395-409.

50. The national lung screening trial research team. Results of initial low-dose computed tomographic screening for lung cancer // *N. Engl. J. Med.* 2013. Vol. 368. – P. 1980-91.
51. Venkatesh A., Mannudeep K. et al. Lung cancer screening: computed tomography radiation and protocols // *J. Thorac. Imaging.* 2015. Vol. 30. – P. 283–289.
52. Wilson J.M.G., Jungner G. Principles and practice of screening for disease. Geneva: World Health Organization. 1968. P – 168.
53. World Health Organization. Cancer Fact Sheet №297. 2017 *Онлайн-ресурс.* Доступен по адресу: www.who.int/mediacentre/factsheets/fs297/en. 16.05.2017 г.
54. World Health Organization. Systematic screening for active tuberculosis. Principles and recommendations. WHO/HTM/TB/2013.04. Geneva, World Health Organization. 2013. P – 137.
55. World Health Organization. Tuberculosis Fact Sheet №104. 2017 *Онлайн-ресурс.* Доступен по адресу: www.who.int/mediacentre/factsheets/fs104/en. 16.05.2017 г.
56. Yankelevitz D.F., Reeves A.P., Kostis W.J., et al. Small pulmonary nodules: volumetrically determined growth rates based on CT evaluation // *Radiology.* 2000. Vol. 217. – P. 251-6.
57. Zech V.F., Dlaska M., Tzankov A., Hilbe W. Prognostic and diagnostic relevance of hnRNP A2/B1, hnRNP B1 and S100 A2 in non-small cell lung cancer // *Cancer Detect Prev.* – 2006. – Vol. 30(5). – P. 395–402.

Приложения

Приложение 1

Анкета для фиксирования данных пациента, результатов и параметров проведения исследований, добровольное информированное согласие

I. Информация об участнике исследования

Ф.И.О.: _____

—

Адрес
проживания: _____

Возраст (полных лет): _____

Пол: М Ж

Рост (см): _____ Вес (кг): _____

Контактная информация: Телефон: +7 (____) ____ - ____ - ____

Email: _____

II. Оценка риска развития рака легких

Вы в настоящее время курите? Да

Нет

Если бросили курить: дата (год) прекращения курения? _____

Сколько лет вы курите(ли)? _____ лет

В среднем, сколько пачек сигарет вы курите(ли) в день? _____ пачек

Дополнительные факторы риска:

Вопрос	Да	Нет
Вам когда-нибудь были поставлены следующие диагнозы: ХОБЛ, эмфизема или фиброз легких?		
Проводилось ли Вам лечение рака легких за предыдущие пять лет?		
Был ли диагностирован рак легких у Ваших отца, матери, брата или сестры?		
Вам когда-нибудь были поставлены следующие диагнозы: лимфома; злокачественное новообразование полости рта, гортани, головы и шеи, мочевого пузыря, почек, или пищевода?		

<p><i>Вы когда-нибудь работали в течение года и более в одной или нескольких из следующих сфер: пескоструйная; сварочные работы; малярное дело; сельское хозяйство; пожаротушение; обработка хлопка; помол зерна; литейное дело; добыча твёрдых горных пород; добыча угля; производство химических веществ или пластмассы; забой скота или переработка мяса; выпечка?</i></p>		
<p><i>Вы когда-нибудь в течение года и более были подвержены воздействию следующих соединений: асбест, радон, кварцевая пыль, дизельные пары, мышьяк, хром, бериллий, никель?</i></p>		
<p><i>Согласны ли Вы на низкодозовую КТ в профилактических целях?</i></p>		

Информированное добровольное согласие пациента на рентгенологическое исследование

Информированное согласие для скрининга

Информированное согласие дает людям возможность принять осознанное решение участвовать в медицинском исследовании. Ни один тест не является совершенным. Как цифровая флюорография, так и низкодозовая компьютерная томография (КТ) органов грудной клетки обладают потенциалом, позволяющим обнаружить рак легких на ранних стадиях, пока он излечим. Было доказано снижение смертности от рака легких у обследованных лиц на 20%. Однако, как и любой тест, цифровая флюорография и низкодозовая КТ сопряжены с определенным потенциальным риском:

- Облучение во время процедуры;
- Риск того, что тест будет отрицательным, хотя рак легких на самом деле присутствует (ложноотрицательный результат). Данный риск оценивается в 6-7%;
- Риск того, что тест будет положительным, хотя рака легких на самом деле нет. Другими словами, обследование позволяет обнаружить в легких что-то, не являющееся раком. Гораздо более вероятно, что при КТ обнаружится аномалия, которая не является раком легких. Риск заключается в том, что таком случае дальнейшие дополнительные исследования могут причинить вред организму. Данный риск оценивается в 0,06%;
- Некоторые люди могут испытывать тревогу при положительном результате.

Подтверждение

В случае положительного результата обследования, может появиться необходимость в проведении дополнительных исследований, редко - инвазивных, для того, чтобы подтвердить или опровергнуть диагноз рака легких.

Разрешение на обработку и использование персональной информации о состоянии здоровья

Я разрешаю СПб ГУЗ «Городская Мариинская больница» обрабатывать и использовать мою конфиденциальную медицинскую информацию в исследовательских целях. Медицинская информация может включать данные медицинского осмотра, а также результаты любой медицинской, аналитической или диагностической процедуры. Вся медицинская информация будет храниться в условиях конфиденциальности и не будет раскрыта за пределами медицинской организации

Для женщин: Я подтверждаю, что на момент исследования не имею беременности, так как информирована о вредном воздействии рентгеновского излучения на развитие плода.

Пациент:

Фамилия И.О. _____ / _____ /

Врач:

Фамилия И.О. _____ / _____ /

Дата _____

Параметры проведения **рентгенографии ОГК** (заполняется рентгенлаборантом)

Анодное напряжение, кВ	Экспозиция, мАс	Размер поля, см*см	Произведение дозы на площадь, сГр*см ²

Результаты описания снимка:

Параметры проведения **низкодозового КТ грудной клетки**:

Анодное напряжение, кВ	Экспозиция, мАс	Питч	Коллимация		DLP

Результаты описания КТ:
