

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ЦЕНТР ИМ. В.А. АЛМАЗОВА» МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

АЛХАЗИШВИЛИ  
АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ

ВОЗМОЖНОСТИ НИЗКОДОЗОВОЙ МИКРОФОКУСНОЙ РЕНТГЕНОГРАФИИ  
В ДИАГНОСТИКЕ ПАТОЛОГИИ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ И  
БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ У НОВОРОЖДЕННЫХ И ДЕТЕЙ РАННЕГО  
ВОЗРАСТА

14.01.13 – лучевая диагностика, лучевая терапия

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:  
доктор медицинских наук, профессор  
Труфанов Геннадий Евгеньевич

Научный консультант:  
доктор медицинских наук, доцент  
Первунина Татьяна Михайловна

Санкт-Петербург

2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |     |
|---|-----|
| СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ .....   | 4   |
| ВВЕДЕНИЕ .....  | 5   |
| ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ<br>ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ И<br>БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ У НОВОРОЖДЕННЫХ И ДЕТЕЙ РАННЕГО<br>ВОЗРАСТА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) ..... | 13  |
| 1.1. Краткие сведения о заболеваниях органов грудной клетки и брюшной<br>полости у новорожденных и детей раннего возраста .....   | 13  |
| 1.2. Возможности рентгенологических методов исследования в диагностике<br>патологических изменений грудной клетки и брюшной полости .....   | 27  |
| ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....  | 35  |
| 2.1. Общая характеристика обследованных детей .....   | 35  |
| 2.2. Рентгенологические исследования органов грудной клетки и брюшной<br>полости .....  | 38  |
| 2.3. Методика микрофокусной рентгенографии .....  | 45  |
| ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....  | 61  |
| 3.1. Рентгенологическая семиотика патологических изменений органов<br>грудной клетки и брюшной полости по данным микрофокусной<br>рентгенографии .....  | 61  |
| 3.2. Результаты сравнительной оценки информативности микрофокусной<br>рентгенографии и традиционной рентгенографии в визуализации органов<br>грудной клетки и брюшной полости .....             | 80  |
| 3.3. Определение степени снижения дозовых нагрузок на пациента<br>при использовании методики микрофокусной рентгенографии в сравнении с<br>традиционными рентгеновскими методиками .....        | 96  |
| ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ .....   | 98  |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....  | 105 |
| ВЫВОДЫ .....  | 106 |

|  |     |
|--|-----|
| ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ .....              | 107 |
| ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ..... | 108 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....                      | 109 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ .....                             | 126 |

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БЛД – бронхолегочная дисплазия

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

ВПС – врожденный порок сердца

КТ – компьютерная томография

КТИ – кардиоторакальный индекс

ЦВК – центральный венозный катетер

ЭТТ – эндотрахеальная трубка

DICOM – формат медицинских изображений

PACS – система архивации и передачи DICOM изображений

## ВВЕДЕНИЕ

## Актуальность темы

В настоящее время в Российской Федерации (РФ) совокупный удельный вес заболеваний системы органов дыхания и пищеварения у новорожденных и детей раннего возраста составляет более половины от общей структуры заболеваемости – 52,3% в 2013 году, 53,9% в 2017 году и 51,5% в 2020 году. Соотношение заболеваний органов грудной клетки и брюшной полости остается практически неизменным, в соотношении около 9 к 1 соответственно. Показатель смертности детей на первом году жизни с 2013 года по 2020 год активно снижался с 8,2 на 1000 родившихся живыми в 2013 году, 5,6 в 2017 году и до 4,5 в 2020 году (Федеральная служба государственной статистики, 2020).

Наряду с клиническими проявлениями и данными лабораторных исследований при различных заболеваниях органов грудной клетки и брюшной полости, рентгенологические исследования являются ведущими в выявлении патологии и определении динамики изменений на фоне лечения (Васильев А.Ю., 2010; Лаптева Е.С., 2013; Поздняков А.В., 2016; Czarnecki L.M., 2015).

От совершенствования качества рентгенологических исследований зависит визуализация слабовыраженных изменений, что помогает в более детальной интерпретации патологических изменений при заболеваниях органов грудной клетки и брюшной полости на раннем этапе (Васильев А.Ю., 2008; Потрахов Н.Н., 2012; Usman A.K., 2019).

Рентгенологические исследования новорожденным и детям раннего возраста всегда сопряжены с трудностями в подготовке к процедуре и ее выполнении. В большинстве случаев исследование необходимо проводить в неспециализированных условиях на передвижном оборудовании, что обязывает персонал применять дополнительные меры защиты от ионизирующего излучения и усложнять процедуру исследования. Установка передвижного аппарата в правильном и удобном положении непосредственно рядом с кувезом

ограничивает свободу передвижения персонала и затрудняет доступ к пациенту. Также отмечается потребность в фиксации пациента, так как съемка активируется дистанционно и на этот момент персонал должен полностью покинуть помещение (Колтунов И.Е., 2017).

Таким образом, актуальность темы обусловлена возрастанием частоты встречаемости патологии органов грудной клетки и брюшной полости у новорожденных и детей раннего возраста, трудностями ранней диагностики, необходимостью снижения лучевой нагрузки, повышению мобильности и эргономичности рентгенологического оборудования.

### Степень разработанности темы

В настоящее время распространенной методикой выполнения рентгенологического исследования органов грудной клетки и брюшной полости у новорожденных является получение единой торакоабдоминальной рентгенограммы. Исследование проводится на обычном, стационарном или палатном, оборудовании в передней прямой проекции. При необходимости возможно получение рентгенограмм в дополнительных проекциях (Васильев А.Ю., 2008; Лаптева Е.С., 2013; Hamilton P., Bickle I., 2017).

Преимуществами рентгенологического исследования являются быстрота выполнения, достаточная информативность и доступность. Негативным аспектом принято считать наличие радиационной нагрузки и с учетом особенно высокой восприимчивости детей к ионизирующему излучению, сопровождается необходимостью соблюдать радиационную безопасность (Гигиенические требования по ограничению доз облучения детей при рентгенологических исследованиях, 2007).

Цифровая микрофокусная рентгенография представляет собой сочетание микрофокусной съемки и цифровой системы визуализации; при этом информативность методики существенно возрастает при выполнении рентгенограмм в условиях прямого увеличения. Особенности этой методики

(высокое пространственное разрешение, возможность оптимизации рентгеновского изображения) позволяют эффективно использовать ее с целью выявления патологических изменений органов грудной клетки и брюшной полости (Акиев Р.М., Малаховский В.Н., Цыган Е.Н., и соавт., 2009).

Главными преимуществами микрофокусной рентгенографии считается низкая, по сравнению со стандартной рентгенографией, лучевая нагрузка, а также возможность получение первично увеличенных в 5-25 раз и более изображений с высокой степенью разрешения, что значительно увеличивает диагностические возможности в клинической практике (Васильев Ю.А., 2015).

Методика микрофокусной рентгенографии наиболее полно освещена в стоматологии и травматологии (Потрахов Н.Н., 2012; Анохин Д.Ю., 2013). В других же областях, в том числе неонатологии, её применение в современных публикациях не отражено. Не разработана методика микрофокусной рентгенографии при обследовании новорожденных и детей раннего возраста. Не обобщена рентгеновская семиотика патологии органов грудной клетки и брюшной полости. Не проведена сравнительная оценка информативности микрофокусной рентгенографии и традиционной рентгенографии в визуализации органов грудной клетки и брюшной полости. Не определена степень снижения дозовых нагрузок на пациента при использовании методики микрофокусной рентгенографии в сравнении с традиционными рентгеновскими методиками.

### Цель исследования

Улучшение диагностики патологии органов грудной клетки и брюшной полости у новорожденных и детей раннего возраста путем проведения микрофокусной рентгенографии с проведением сравнительной оценки с традиционной рентгенографией.

### Задачи исследования

1. Разработать методику микрофокусной рентгенографии органов грудной клетки и брюшной полости у новорожденных и детей раннего возраста с оптимизацией физико-технических условий (напряжение, ток, экспозиция).
2. Изучить рентгенологическую семиотику патологических изменений органов грудной клетки и брюшной полости у новорожденных и детей раннего возраста по данным микрофокусной рентгенографии.
3. Провести сравнительную оценку информативности микрофокусной рентгенографии и традиционной рентгенографии в визуализации органов грудной клетки и брюшной полости с привлечением трех независимых врачей-экспертов.
4. Определить степень снижения дозовых нагрузок на пациента при использовании метода микрофокусной рентгенографии в сравнении с традиционными рентгеновскими методиками.

#### Научная новизна исследования

Впервые научно обоснованы возможности использования и методика выполнения микрофокусной рентгенографии при исследовании органов грудной клетки и брюшной полости новорожденных и детей раннего возраста.

Изучены возможности микрофокусной рентгенографии в неонатологии и педиатрии с разработкой методических рекомендаций по выполнению исследований органов грудной клетки и брюшной полости.

Разработана рентгенологическая семиотика различных патологических состояний органов грудной клетки и брюшной полости при выполнении исследований с использованием мобильного микрофокусного рентгеновского комплекса.

Проведена сравнительная оценка диагностической информативности микрофокусной рентгенографии и подтверждено снижение эффективной лучевой нагрузки при сравнении с традиционной рентгенографией.

#### Теоретическая и практическая значимость работы



Проведенные исследования доказали высокую информативность микрофокусной рентгенографии в определении различных патологических изменений органов грудной клетки и брюшной полости.

Проведение микрофокусной рентгенографии позволяет на раннем этапе выявлять патологические состояния, проводить дифференциальную диагностику, оценивать динамику изменений на фоне лечения, получать сведения об особенностях скialogической картины на разных стадиях заболеваний.

Низкая лучевая нагрузка при микрофокусной рентгенографии позволяет чаще проводить контрольные исследования при необходимости, что способствует своевременному выявлению возможных осложнений.

Разработаны методические рекомендации по выполнению исследований органов грудной клетки и брюшной полости с использованием микрофокусной рентгенографии в неонатологии и педиатрии с оптимизацией физико-технических условий и применением цифрового детектора.

Результаты работы могут быть использованы для проведения диагностической рентгенографии в педиатрических стационарах, перинатальных центрах и бригадами скорой медицинской помощи для выявления патологии и определения эффективности проводимого лечения.

#### Методология и методы исследования

Диссертационное исследование выполнялось в несколько этапов.

На первом этапе изучали современную отечественную и зарубежную литературу, посвященную как физико-техническим характеристикам методов исследования, так и патологическим состояниям в диагностике органов грудной клетки и брюшной полости.

На втором этапе диссертационного исследования обследованы и проанализированы данные микрофокусных рентгенограмм 513 пациентов, из которых 364 были новорожденными (включая 153 недоношенных) и 149 детей

раннего возраста. Контрольная группа, исследование которой проводилось с использованием классической рентгенографии, состояла из 40 пациентов, 23 пациента из них были из основной выборки, но исследования выполнялись в близкий промежуток времени для динамического наблюдения, и 17 пациентов со схожими антропометрическими данными и идентичными диагностическими задачами.

Микрофокусную рентгенографию проводили при помощи отечественного мобильного микрофокусного рентгеновского комплекса, источник рентгеновского излучения разработан СПбГЭТУ «ЛЭТИ», а беспроводной детектор и мобильная станция обработки изображений со специализированным программным обеспечением (Diga X) предоставлены АО НИПК «Электрон».

Группе контроля исследования проводили при помощи мобильного рентгеновского аппарата MOBILETT XP Digital (Siemens).

На третьем этапе научной работы произведен анализ скиалогической картины микрофокусных рентгенограмм, статистический и сравнительный анализ рентгенограмм, выполненных при помощи микрофокусной и традиционной рентгенографии, а также проанализированы показатели эффективной лучевой нагрузки обоих методов.

#### Положения, выносимые на защиту

1. Микрофокусная рентгенография, выполняемая при помощи мобильного цифрового рентгеновского комплекса, является эффективным методом выявления патологических изменений органов грудной клетки и брюшной полости у новорожденных и детей раннего возраста.

2. Микрофокусная рентгенография может использоваться в передвижных, эргономичных рентгеновских аппаратах для оперативного выполнения диагностической процедуры.

3. По качеству получаемых изображений микрофокусная рентгенография сопоставима с классической рентгенографией.

4. Микрофокусная рентгенография характеризуется меньшей лучевой нагрузкой в сравнении с традиционной рентгенографией.

#### Степень достоверности и апробация результатов работы

Достоверность проведенного диссертационного исследования определяется достаточным и репрезентативным количеством обследованных пациентов (n=513), а также адекватной статистической обработкой результатов исследования. На основании полученных данных сформулированы положения, выводы и практические рекомендации.

Диссертационное исследование проводилось в рамках выполнения государственного задания № 056-00048-19-01, проведение прикладных научных исследований №42 «Инновационный цифровой рентгенодиагностический комплекс для неонатологии и педиатрии», регистрационный номер НИОКТР АААА-А18-118042390150-0.

Основные результаты работы доложены и обсуждены на: Невском радиологическом форуме (СПб., 2018, 2019, 2021); конгрессе Российского общества рентгенологов и радиологов (М., 2019); Алмазовском молодежном медицинском форуме (СПб., 2020).

Апробация работы проведена на заседании Проблемной комиссии по неонатологии, педиатрии, акушерству и гинекологии ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России от 26.06.2021 года, протокол №3.

#### Публикации по теме диссертации

По теме диссертационного исследования опубликована 21 печатная работа, из них 2 публикации в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России и науки РФ, 2 на английском языке в журнале, индексируемом в международной базе данных Scopus и 1 учебное пособие.

## Внедрение результатов работы в практику

Результаты работы внедрены в работу рентгеновского кабинета Перинатального центра и отделения лучевой диагностики Детского лечебно-реабилитационного комплекса, а также используются в учебном процессе на кафедре лучевой диагностики и медицинской визуализации ФГБУ «Национального медицинского исследовательского центра им. В.А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

## Личный вклад автора

Тема и план диссертации, ее основные идеи и содержание разработаны совместно с научным руководителем и научным консультантом на основе многолетних целенаправленных исследований.

Автор самостоятельно сформулировал и обосновал актуальность темы диссертации, цель, задачи и этапы научного исследования. Лично автором была создана электронная база данных пациентов.

Диссертант лично обследовал 513 пациентов при помощи микрофокусной рентгенографии. Личный вклад автора в изучение литературы, сбор, обобщение, анализ полученных данных и написание диссертации – 100%.

## Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 138 страницах машинописного текста и состоит из введения, трех глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, указателя литературы, включающего 147 источников (из них 61 отечественных и 86 зарубежных авторов). Текст содержит 10 таблиц и 38 рисунков.

# ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ И БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ У НОВОРОЖДЕННЫХ И ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

## 1.1. Краткие сведения о заболеваниях органов грудной клетки и брюшной полости у новорожденных и детей раннего возраста

### Респираторный дистресс-синдром

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) как наиболее частой патологией, так и причиной летального исхода у новорожденных становятся заболевания дыхательной системы (Ann-Beth Moller, 2017). В большинстве случаев причиной смерти в первые дни жизни является респираторный дистресс-синдром (Дегтярева М. В., 2017; Bern R. A., 2010).

Респираторный дистресс-синдром или синдром дыхательных расстройств, заболевание, которое развивается в первые дни жизни и обуславливает дыхательную недостаточность, что особенно выражено у недоношенных новорожденных (Лепехина А.С., 2019). Основная причина развития респираторного дистресс-синдрома у недоношенных новорожденных является нарушение синтеза и секреции сурфактанта альвеолоцитами II типа, обусловленное функциональной и структурной недостаточностью легочной ткани. Также среди причин имеет место нарушение структуры сурфактанта или его разрушение за счет гипоксических изменений (De Luca D, 2013; Fasso M, 2014; Yang Q., 2017).

Сурфактант начинает вырабатываться с 20-24 недели гестации. Так, у детей со сроком гестации менее 30 недель, без проведения роженице гормональной профилактики, вероятность развития РДС составляет не менее 65%, при проведении профилактики 35%. При родах с 30 по 34 недели вероятность развития составляет 25% и 10%, соответственно. После 34 недель зависимость

вероятности от проведения профилактики снижается и в обоих случаях составляет 5% (Sud S., 2008; De Luca D, 2011).

Перинатальная асфиксия, сахарный диабет у матери, ранняя отслойка плаценты, мужской пол новорожденного, особенно если он второй из двойни и в анамнезе у полнородных братьев и сестер также имеется РДС, также являются обстоятельствами, предрасполагающими развитие РДС (Акиншин И. И., 2017; Suzanne R., 2014; Kumar A., 1996).

В клинической картине признаки дыхательной недостаточности – это появившаяся после рождения одышка, не менее 60 дыхательных движений в минуту, западение грудной клетки в фазе вдоха с одновременным напряжением крыльев носа и раздуванием щек (дыхание «трубача», цианоз, экспираторные шумы, ослабленное дыхание в легких, крипитирующие хрипы), гипотермия. На фоне развивающейся дыхательной недостаточности прогрессирует легочная гипертензия, системная гипотензия и, как следствие, нарушение микроциркуляции. У недоношенных новорожденных с экстремально низкой массой тела возможно апноэ. (Глуховец Б.И., 2006, Herting E., 2002; Lopez-Candiani C., 2007; Angela A., 2017).

При эндотрахеальном введении сурфактанта в идеальных условиях он должен распределиться равномерно, но при контроле проводимой терапии на рентгенограмме определяются участки неоднородного восстановления пневматизации, расположенные преимущественно в среднем поясе обоих легких. При распределении сурфактанта в одном легком нередко определяется смещение органов средостения контрлатерально на фоне асимметричной пневматизации (Herting E., 2000; Kesecioglu J., 2009; Principi T., 2011; De Luca D., 2019).

Таким образом, респираторный дистресс-синдром является важной составляющей структуры заболеваемости, преимущественно недоношенных новорожденных, требующий особого внимания и контроля со стороны клинических специалистов.

Бронхолегочная дисплазия

Бронхолегочная дисплазия является исходом лечения РДС и воспалительных изменений легких, преимущественно, у недоношенных новорожденных. Клинически диагноз БЛД устанавливается после 28 суток жизни при сохраняющейся дыхательной недостаточности, кислородозависимости и бронхообструктивном синдроме. При этом рентгенологически определяются 4 стадии развития БЛД (Овсянников Д.А., 2020).

Первая стадия идентична рентгенографическим проявлениям РДС в виде диффузного затенения легочной паренхимы за счет ретикулогранулярных изменений и наличия симптома «воздушной бронхографии» до 2-3 суток жизни. При второй стадии на 4-9 сутки жизни патоморфологически выявляются гиалиновые мембраны, некротизированный эпителий альвеол и их эмфизематозное вздутие, сосудистые и интерстициальные изменения. Рентгенографическая картина смещается к проявлениям интерстициального отека, что в редких случаях может приводить к симптому «белого легкого», на фоне которого отчетливо не дифференцируется тень сердца. На 10-20 сутки жизни на фоне диффузного затенения определяются участки разнокалиберных вздутий, мозаично определяющихся по легочным полям. По гистологическим данным на третьей стадии отмечается большее повреждение альвеолярного эпителия со снижением количества гиалиновых мембран, повышается объем слизи в просвете бронхов. Четвертая стадия определяется с 21 суток жизни и является проявлением хронизации процесса. Отмечается увеличение объема грудной клетки, увеличение размеров участков кистозной трансформации на фоне участков консолидированной и фиброзированной легочной паренхимы с наличием участков отека междолькового интерстиция (Сиротина-Карпова М.С., 2017).

Новая форма БЛД характеризуется меньшим объемом пневмофиброзных изменений и заключается в дисплазии альвеол, уменьшении их количества и истончении их перегородок. Благодаря современным технологиям выхаживания стадийность рентгеновской картины сглаживается, за счет менее продолжительного нахождения на ИВЛ с меньшей концентрацией кислорода и таким образом определение тяжести БЛД сводится преимущественно к степени

кислородозависимости. Рентгеновские градации тяжести БЛД используются для характеристики структурных изменений, но имеют уже достаточно низкий прогностический эффект (Баранов А.А., 2016).

Градация тяжести БЛД, предложенная Greenough (1999), заключается в оценке вздутия грудной клетки, пневмофиброзных и интерстициальных изменений и наличия кистозных просветлений, где определялись баллы от 0 до 4 в зависимости от выраженности изменений. Ранее данная шкала являлась важным прогностическим критерием для определения возможности рецидива респираторных симптомов (Таблица 1) (Дегтярева М. В., 2017).

Таблица 1 – Градация тяжести БЛД по Гриноу (Greenough A., 1999)

| Признаки  | Баллы |        |                         |   |   |
|---|-------|--------|-------------------------|---|---|
|   | 0     | 1      | 2                       | 3 | 4 |
| Количество задних отрезков ребер в проекции легких с обеих сторон до купола диафрагмы                             | До 14 | 14-16  | Больше 16               | - | - |
| Количество верхних и нижних отделов легких в проекции которых отмечаются участки фокального и линейного затенение | -     | 1      | 2                       | 3 | 4 |
| Кистозные вздутия   | Нет   | Мелкие | Множественные и крупные | - | - |

Из таблицы 1 следует, что высокая сумма баллов коррелирует со степенью выраженности клинических проявлений БЛД.

Таким образом, несмотря на меньшую прогностическую значимость, рентгеновский метод является одним из основных в диагностике и динамическом наблюдении пациентов с БЛД.

### Пневмонии

Пневмония, как бактериальной, так и вирусной природы, острое респираторное заболевание, являются важнейшим фактором в структуре детской



смертности. В абсолютных цифрах, по состоянию на 2017 год, в мире в возрасте до 5 лет с диагнозом пневмония погибает более 800 тысяч детей в год, 99% смертей происходят в развивающихся странах (WHO, 2018). Пневмония диагностируется по клинической картине и рентгеновскому исследованию, выполнение лабораторных исследований для определения системного ответа также происходит нередко, а выявление патогенетического фактора – возбудителя, зачастую не проводится, что приводит к риску некорректного назначения лечения (Горячко А. Н., 2017).

В раннем неонатальном периоде пациент может иметь врожденную пневмонию, развившуюся в утробе матери или непосредственно в родах; приобретенная пневмония развивается после рождения, в стационаре или уже после выписки. Чаще всего возбудителем бактериальной пневмонии является стрептококк группы В, стафилококк и кишечная палочка, а вирусной – вирусы краснухи, герпеса и аденовирусы (Gallacher D. J., 2016).

Неонатальная пневмония у недоношенных новорожденных может иметь схожую клиническую и рентгеновскую картину с РДС, но косвенными клиническими признаками непосредственно воспалительной картины могут служить увеличение остаточного содержимого желудка, снижение аппетита, срыгивание и рвота, а по рентгеновским данным часто присоединяется картина гидроторакса. С учетом того, что на рентгенограмме прямые признаки пневмонии могут не определяться, исследования в динамике необходимо выполнять для подтверждения диагноза и оценки адекватности терапии (Перепелица С. А., 2018).

По данным многих авторов долевые пневмонии в неонатальном периоде крайне редки, соответственно при наличии характерной скалилогической картины необходимо проводить более тщательную дифференциальную диагностику (Костюченко М. В., 2012; Левченко Л. А., 2017; Bhatia R., 2011; Sengupta S., 2013). С учетом активности и системности воспалительных процессов у новорожденных изменения лоцируются преимущественно билатерально и за короткое время развиваются в массивные участки инфильтрации. В зависимости от возбудителя

пневмоническая инфильтрация может проявляться очаговыми изменениями, очагами сливного характера, кистозно-буллезными изменениями, массивными инфильтратами с проявлениями «воздушной бронхографии» (Рябова Т. М., 2005; Алу Н., 2004).

При вирусной этиологии пневмонии скалиогическая картина часто не разнится в зависимости от возбудителя и проявляется двусторонним усилением легочного рисунка за счет интерстициального компонента, а затем появлением сливных участков инфильтративных изменений (Warren J.B., 2010).

При возникновении деструктивной пневмонии осложнения подразделяют на два типа – внутрилегочные, это абсцедирование, и легочно-плевральные, пио- и пиопневмоторакс (Nissen M.D, 2007)

Таким образом, полиэтиологический характер воспалительных заболеваний легких и возможность развития тяжелых осложнений требует особого внимания и ранней диагностики заболевания для адекватного и своевременного назначения лечения и корректировки проводимой терапии.

#### Синдром мекониальной аспирации

Аспирация меконием и околоплодными водами у новорожденных развивается преимущественно у доношенных и переносенных детей за счет внутриутробного или антенатального попадания мекония в бронхиальное дерево. Характеризуется полной обструкцией бронхов с формированием ателектазов или частичной с перерастяжением альвеол и задержки воздуха при выдохе, нарушением работы сурфактанта и возможным развитием неонатальной пневмонии (Källander K., 2008). Рентгенографически при легкой степени определяются низкоплотностные фокусы затенения и иногда проявления пневмоторакса, при средней степени дифференцировались линейные участки затенения и при тяжелой степени появление участков консолидации паренхимы. Таким образом степень выраженности аспирации меконием связана с выраженностью участков консолидации, граничащих с зонами повышенной воздушности (Богомазова И.М., 2018).

### Ателектазы

Консолидация легочной паренхимы на фоне гиповентиляции является частым осложнением РДС, бронхообструкции или некорректной установки эндотрахеальной трубки. Скиалогически определяется пирамидальными участками затенения с достаточно четкими контурами в случае сегментарного ателектазирования, либо диффузными участками снижения пневматизации в случае долевых или лобарных ателектазов. В зависимости от объема ателектазированной ткани возможно смещение средостения, высокое стояние купола диафрагмы на стороне поражения и компенсаторное повышение воздушности окружающей паренхимы. (Peroni D.G., 2000; Alvares B.R., 2012; Dominguez M.C., 2018).

Клинически ателектаз может проявляться затруднением дыхания, проявлением цианоза и втягивание нижнего конца грудины на высоте вдоха (Thomas K., 1999).

Таким образом, наличие участков консолидации легочной паренхимы может значимо влиять на жизненные показатели пациента, и требуют постоянного контроля его состояния.

### Пороки развития легких

Врожденные пороки развития могут быть сформированы на различных стадиях развития органа и глобально их подразделяют на пороки развития трахеи, бронхов, паренхимы легких и диафрагмы (Сиротина З. В., 2003; Зыкова М. А., 2012; Дорофеева Е. И., 2017).

Выделяют несколько периодов (Романов Л.К., 2006; Langston С., 2003):

Эмбриональный период – на 3-6 неделе внутриутробного развития из выпячивания стенки передней кишки образуется дивертикул трахеи из которого также формируются правый и левый главные бронхи.

Псевдоглангулярный период – на 6-16 неделе формируется бронхиальное дерево. Недостаток дистальных отделов бронхиального дерева, альвеол, на

данном этапе сводит к минимуму возможность выживания плода при преждевременных родах.

Ацинарный период – на 16-28 неделе образуются респираторные бронхиолы и альвеолярные ходы. Формируются зачатки альвеол, развивается сосудистая сеть. Начинается дифференцировка клеток дыхательных путей в альвеолоциты I и II типа. Иницируется синтез сурфактанта. Легкие, трахея и носоглотка заполнены жидкостным содержимым.

Саккулярный период – на 28-35 неделе продолжается дифференцировка клеток дыхательных путей с развитием альвеол и альвеолярных ходов.

Альвеолярный период – с 36 недели и до трех лет после рождения, число альвеол возрастает в 15 раз. Легкие окончательно формируются и сурфактант становится устойчивым к патологическим воздействиям, например гипоксии или ацидозу.

Агенезия, стеноз трахеи, трахеопищеводный свищ или трахеомалиция относятся к первой группе пороков. Стеноз трахеи формируется преимущественно за счет аномалии развития полных колец трахеи, либо за счет дистопии и деформации хрящей. Он может быть локальным и реже протяженным или воронкообразным, часто сопровождается с врожденными пороками пищевода, непосредственно легких и сердечно-сосудистой системы. (Ryan D.P., 2014; Wang B., 2014).

Атрезия бронхов, добавочные бронхи и бронхогенные кисты ко второй группе. Бронхогенные кисты являются самым частым встречающимся бронхолегочным пороком, могут быть центрального или периферического расположения, одно- или многокамерными. Полагаясь на полученные данные их подразделяют на медиастинальные и внутрилегочные, медиастинальные практически не воспаляются за счет их редкой связи с бронхиальным деревом, а внутрилегочные преимущественно располагаются в базальных отделах легких и заполнены содержимым (Ji-Hyuk Y., 2007, Blanchard M., 2014).

Со стороны легочной паренхимы выделяют агенезию, аплазию и гипоплазию легкого. В первом случае не дифференцируется ни ткани легкого, ни главный бронх, во втором определяется редуцированная культя главного бронха и чаще всего эти аномалии ассоциируются в том числе с врожденными пороками сердца и VACTERL синдромом (Попова Н. Г., 2019, Stevenson R.E., 2013).

Кистозно-аденоматозная мальформация является собирательным понятием вариантов гипоплазии легкого и делится на пять типов, где в нулевом типе аномалии затрагивают проксимальные отделы трахеобронхиального дерева, в первом дистальные бронхи, во втором терминальные и респираторные бронхиолы, в третьем респираторных бронхиол и альвеолярных ходов и в четвертом непосредственно альвеол. Наиболее распространенным считается первый тип, при котором чаще всего определяются множественные разнокалиберные кисты с наличием доминантной в центральных отделах группы, нередко наблюдается и смещение средостения в контрлатеральную сторону (Ильина Н. А., 2010; Досмагамбетов С. П., 2018; Langston C., 2003; Ankermann T., 2004).

Врожденная долевая эмфизема может характеризуется повышенной воздушностью одной или нескольких долей, может сопровождаться разрывом альвеолярных перегородок и истинным стенозом соответствующих бронхов, либо быть следствием фиброзной дисплазии или внешней компрессии долевого бронха. Первично, сразу после рождения, измененная доля зачастую имеет меньшую пневматизацию паренхимы, а при последующих рентгеновских снимках определяются ее эмфизематозные изменения. Больше подвержены изменениям верхние доли легких и реже средние и нижние (Omer F. D., 2019).

Таким образом, пороки развития дыхательной системы – это сложные структурные аномалии, которые нуждаются в четкой интерпретации совокупных диагностических данных для определения необходимой тактики ведения пациентов.

### Диафрагмальные грыжи

Диафрагма новорожденного ребенка имеет значительные анатомо-топографические и функциональные особенности. В ней мышечные элементы преобладают над соединительнотканными и граница между ними выражена слабо. Сама диафрагма подвижна и легко смещается при различных патологических состояниях, например на фоне скопления жидкости в грудной или брюшной полости, увеличенного скопления газа в желудке или кишке (Patel N., 2012).

Для детей раннего возраста характерно высокое положение купола диафрагмы, типично на уровне задних отрезков 8 ребер и возрастам опускается ниже, а выпуклость диафрагмы сглаживается (Patricia K., 2016; Praveen K.S., 2017).

Врожденная диафрагмальная грыжа также является пороком развития, встречающегося одинаково часто у детей разных полов. При грыже происходит миграция органов брюшной полости и жировой клетчатки через отверстие или выпячивание истонченного участка диафрагмы. Классифицируются они по локализации – грыжи реберно-позвоночного отдела диафрагмы (Бохдалека), грудино-реберного (Морганьи), грыжи пищеводного отверстия диафрагмы или другие различные грыжи купола диафрагмы. Также бывают истинные и ложные грыжи в зависимости от характера дисплазии и, соответственно, наличия грыжевого мешка. (Чуканов А. Н., 2019; Trachsel D., 2005).

Клиническая картина заключается в одышке и цианозе, а также можно обратить внимание на запавший ладьевидный живот, но при большом объеме грыжи могут развиваться более выраженные проявления со стороны дыхательной системы, а также присоединяться нарушения функции пищеварительного тракта и сердечно-сосудистой системы. Сразу после рождения левосторонняя диафрагмальная грыжа на рентгенограмме определяется как участок затенения, но после распространения газа по пищеварительному тракту можно наблюдать участки пневматизации петель кишки и на уровне грудной клетки. Правосторонние диафрагмальные грыжи обычно диагностируют несколько

позже, в этом случае через диафрагму может пролабировать в первую очередь печень, затем уже левая почка или петли кишки (Аврелькина Е. В., 2015; Menon S.C., 2012).

Таким образом, диафрагмальные грыжи могут иметь существенное влияние на общее состояние пациента, что обуславливает необходимость правильной и своевременной дифференциальной диагностики выявленных изменений для решения вопроса об оперативном вмешательстве.

### Кишечная непроходимость

Наиболее частая патология со стороны органов брюшной полости у новорожденных является острая кишечная непроходимость. Пороки развития кишки, брыжейки, сосудов и других органов брюшной полости могут являться триггерами для развития острой кишечной непроходимости. Первично возможны стенозы и атрезия кишки, нередко экстаинтестинальное воздействие оказывает верхняя брыжеечная артерия при синдроме Щелкунчика и кольцевидная поджелудочная железа. Кишечную непроходимость принято подразделять на высокую, когда затронуты двенадцатиперстная кишка, и проксимальные отделы тощей и низкую, когда изменения определяются ниже (Афониная О. Ю., 2019; Miliard D., 2009; Mustefa M., 2017).

Первым симптомом в клинической картине высокой кишечной непроходимости является рвота, и она зачастую окрашена желчью. Объем рвотных масс и учащенность варьируют от уровня непроходимости, при атрезии она становится еще более частая. У некоторых пациентов с частичной компрессией кишки через неделю может определяться скудный стул. До первой рвоты обычно живот вздут в верхних отделах и можно наблюдать перистальтику кишки, а затем и западение по передней брюшной стенке. Для уточнения характера изменений в подобных ситуациях рекомендована ирригография с водорастворимым контрастным препаратом для дифференциальной диагностики и пилоростенозом (Тен Ю. В., 2015; Rattan K.N., 2017).

При низкой кишечной непроходимости рвота появляется к третьим суткам и не связана с кормлением. На первые сутки отмечается умеренное вздутие живота, которое достаточно стремительно нарастает. Атрезия толстой кишки может спровоцировать мекониальный перитонит на фоне перфорации стенки. Непроходимость возможно выявить рентгенологически при наличии множественных вздутых петель кишки с формированием чаш Клойбера, а при перфорации определяется свободный газ в брюшной полости. (Шейбак В. М., 2007; Rode H., 2003).

Таким образом, кишечная непроходимость является острой патологией, при подозрении на которую необходимо оперативно проводить диагностические мероприятия для своевременного выявления патологии, выполнения лечебных мероприятий и, соответственно, минимизации вероятности развития осложнений.

#### Некротизирующий энтероколит

Некротизирующий энтероколит является неспецифическим воспалительным заболеванием, наиболее часто встречающимся у недоношенных новорожденных, обусловленное инфекционными возбудителями на фоне недоразвития механизмов местной защиты или гипоксически-ишемического воздействия на слизистую кишки, склонное к генерализации с развитием системной воспалительной реакции. Рентгенография брюшной полости определяет важную составляющую в стадировании патологического процесса. Она имеет свои характерные сканалогические особенности при различных стадиях некротизирующего энтероколита и является неотъемлемой частью диагностического процесса (Линчевский Г.Л., 2007).

#### Особенности костной системы

От периода новорожденности до взрослого состояния организм ребенка непрерывно изменяется, и самый активный процесс роста органов затрагивает преимущественно первые три года жизни. Костная система новорожденного, в сравнении с детьми более старшего возраста, представлена более



гидратированной и, соответственно, менее плотной. За счет этого определяется ее функциональная слабость, повышенная эластичность и легкость. В грудном возрасте структура тканей нежная, богатая кровеносными сосудами, ткани легко подвержены действиям различных экзогенным раздражителей, но обладают высокой способностью к репарации (Herting E. 1999; Deborah K., 2015).

Грудная клетка по своей форме значительно отличается от таковой взрослого человека. Еще в 1885г. Н.Ф. Миллер отметил, что отличительной чертой формы грудной клетки является ее широкое основание и коническое сужение к апикальным отделам. В течение первого года жизни грудная клетка резко увеличивается в объеме, из формы конуса она превращается в бочковидную. Наиболее заметно увеличение поперечного размера грудной клетки, который у новорожденных меньше передне-заднего, а после 3-6 месяцев жизни сравнивается с ним и начинает преобладать над передне-задним и грудная клетка условно уплощается в передне-заднем направлении. Интенсивный рост размеров грудной клетки наблюдается на протяжении первого года жизни, затем, к 6 годам ранние черты строения сглаживаются, а к 13 годам приобретает все основные особенности сформированной грудной клетки взрослого человека (Lange C., 2005; Marini J.C., 2013).

Костная система грудной клетки также имеет свои особенности. У новорожденных ребра расположены преимущественно параллельно друг другу, под прямым углом к длинной оси тела, а при вертикализации ребенка грудина с ребрами опускаются и приобретают косое расположение. Эпигастральный угол из тупого превращается в острый, углы реберноverteбрального сочленения также становятся острыми. Первые ядра оссификации грудины появляются на 24 неделе внутриутробного развития, в рукоятке грудины, в теле ядра окостенения дифференцируются к нормальным срокам рождения, а в мечевидном отростке к 6 годам (Byers P.H., 2012).

Форма тела позвонков резко меняется в процессе роста ребенка. К рождению островок оссификации тела позвонка соответствует приблизительно толщине хрящевой прослойки, так в поясничном отделе действительно объем

костной ткани равен объему хряща, а в шейном и грудном отделах представлен меньше. Высота межпозвоковых дисков с возрастом уменьшается и уплощается. К 18 месяцу овальная форма тела позвонка приобретает прямоугольную форму с округлыми краями, а окончательное формирование тел позвонков происходит только к 14 годам. В норме позвоночник новорожденного не имеет физиологических изгибов, шейный лордоз приобретает при удерживании головы в вертикальном положении, а грудной кифоз и поясничный лордоз после вертикализации ребенка (Schramm T., 2009).

Некоторые аномалии развития выявляются случайно, например при рентгеновском исследовании органов грудной клетки и брюшной полости зачастую визуализируется весь позвоночник, ребра, грудина и кости таза, нередко в область исследования попадают проксимальные отделы конечностей. Наиболее часто со стороны костной системы определяются признаки наличия переходного позвонка, включающего в себя либо сакрализацию пятого поясничного позвонка, либо люмбализацию первого крестцового. Такого рода дисплазия может иметь как односторонний, так и двусторонний характер. Может дифференцироваться незаращение дужек или тела позвонка, *spina bifida anterior* и *posterior* соответственно, укорочение суставных отростков, либо патологическая конкреция позвонков. В составе многих синдромов отмечаются особенности развития костных структур, так при синдроме Клиппеля-Фейля позвонки могут иметь бабочковидную форму, признаки гипоплазии или конкреции между собой. При VACTERL синдроме со стороны позвоночника типично выявляются гипоплазия позвонков и дополнительные ребра. При рахите или гипофосфатазии могут наблюдаться общее снижение плотности костных структур и деформация костей в области исследования (Kellenberger C.J., 2009).

Таким образом, патологические состояния костной системы являются достаточно разнообразными и, зачастую, могут встречаться в структуре различных синдромов, что обуславливает необходимость отчетливой верификации изменений для наиболее ранней инициации процесса лечения.

## 1.2. Возможности рентгенологических методов исследования в диагностике патологических изменений грудной клетки и брюшной полости

### Традиционная рентгенография

Традиционная рентгенография достаточно широко и практически повсеместно применяется для диагностики различных патологических заболеваний и состояний у новорожденных и детей раннего возраста (Яновский Л.М., 2011; Васильев А.Ю., 2008; Shelmerdine S.C., 2018).

Однако, облучение новорожденных и пациентов раннего возраста ассоциировано с более высоким радиационным риском по сравнению с взрослыми за счет большей радиочувствительности детей и их более высокого периода дожития (Фокин В.А., 2013; Водоватов А.В., 2018).

При выполнении многократных контрольных рентгенологических исследований, лучевая нагрузка увеличивается пропорционально количеству выполненных снимков. Это обуславливает необходимость снижения лучевой нагрузки на пациентов до минимально возможного с учетом сохранения диагностического качества изображения (Крылова А. И., 2016, Wilson-Costello D., 1996).

Современная медицинская практика показывает, что ежегодно в результате самопроизвольных преждевременных родов или планового искусственного прерывания беременности на поздних сроках недоношенными появляются на свет до 10% от общего числа новорожденных (Parat S., 2016).

По данным многих авторов на сегодняшний день рентгенографическое исследование является одним из ведущих в диагностике патологических изменений органов грудной клетки и брюшной полости у новорожденных детей (Ростовцев М.В., 2017; Meagher M.J., 2018; Cohen E., 2019).

У недоношенных детей диагностика должна проводиться сразу после рождения, а затем регулярно в течение всего срока выхаживания. При этом ребенок находится в специальном боксе – кувезе, в котором поддерживается необходимый режим температуры, влажности, оксигенации, а также

вскармливания и введения лекарств через соответствующие зонды. Соответственно рентгенография таким детям осуществляется не в стационарных рентгеновских кабинетах, а в реанимационных отделениях, в палатах интенсивной терапии и в отдельных случаях – во время транспортировки новорожденного из роддома в перинатальный центр (Auckland S.M., 2009; Aly H. 2014).

Долгое время под мобильными системами визуализации понимали рентгеновский аппарат, расположенный вне медицинской организации, установленный на базе грузового автомобиля. Затем подобные комплексы приобрели статус аппаратов для использования в неспециализированных условиях, включая палаты и реанимационные залы. На сегодняшний день данное понятие чаще всего характеризует относительно крупногабаритный рентгеновский аппарат, но, тем не менее, перемещаемый по этажам и палатам внутри здания медицинской организации (Труфанов Г.Е., 2009; Broder J., 2011).

При наиболее распространенном в настоящее время контактном способе съемки рентгеновский излучатель имеет фокусное пятно около 1,0 мм. В этом случае объект съемки и излучатель удалены друг от друга на расстояние 0,7 – 1,5 м, а объект съемки максимально близко расположен к приемнику рентгеновского излучения. За счет соблюдения этих условий расположения источника излучения, объекта съемки и детектора удается нивелировать геометрическую нерезкость изображения, обусловленную большим размером фокусного пятна, и соответственно получить резкое качественное рентгеновское изображение (Потрахов Н.Н., 2015; Pogue P.V., 2018).

Большую группу патологических состояний у недоношенных новорожденных составляют «пневмопатии новорожденных», которые диагностируются рентгенологическими методиками (Parvathaneni K., 2017). Неравномерное снижение воздушности легочной паренхимы различной степени выраженности и затрудненная дифференцировка тени средостения на фоне длительного течения патологического процесса и продолжительное нахождение в палатах интенсивной терапии с искусственной вентиляцией легких приводит к

развитию бронхолегочной дисплазии, выражающейся в диффузном затенении легочных полей и ячеистом легочном рисунке (Кожевникова Т. Н., 2017).

Пороки развития дыхательных путей часто врачи клинических специальностей имеют возможность заподозрить на пренатальном скрининге (пороки, связанные с недоразвитием легкого в целом или его элементов, неправильным строением органа, диафрагмальные грыжи, кистозные образования), но для уточнения характера изменений и контроля динамики на фоне лечения используется рентгенография (Чуканов А. Н., 2019; Grisaru-Granovsky S., 2014).

У новорожденных нередко возникает необходимость в рентгенологическом исследовании органов брюшной полости. С первым вдохом ребенок заглатывает воздух, который заполняет весь желудочно-кишечный тракт на протяжении первых 8-12 ч жизни. Через 48 ч развивается физиологический метеоризм вследствие заполнения петель кишечника проглоченным воздухом и появления газа. Наличие или отсутствие газа в том или ином отделе желудочно-кишечного тракта является объективным признаком сохранения или нарушения его проходимости (Опенышева А. В., 2015).

Малое количество свободного газа в брюшной полости, выпот, спайки между петлями кишок выявляют методом латерографического исследования в положении ребенка на правом боку, а затем на спине при дорсовентральном ходе рентгеновского луча (Афоница О. Ю., 2019).

Значимые диафрагмальные грыжи у новорожденных изначально проявляются дыхательной недостаточностью. Истинные диафрагмальные грыжи характеризуются наличием грыжевого мешка, представленного истонченным участком диафрагмы, а ложные грыжевого мешка не имеют и органы брюшной полости пролабируют в грудную полость через диафрагмальный дефект. Рентгенологически проводят дифференциальную диагностику, определяют наличие петель кишки на уровне грудной полости и при сомнительной рентгенологической картине или подозрении на кишечную непроходимость проводят исследование с пероральным контрастированием (Терновой С. К., 2009).

Однако, некоторые скиалогические признаки являются относительно неспецифичными в отношении четкой дифференциальной диагностики патологических состояний, но объединение клинико-анамнестических данных и результатов рентгенографии преимущественно позволяет лечащему врачу поставить верный диагноз и составить адекватный план лечения (Мовсисян Г.Б., 2020).

Назначение дополнительных методов исследований, таких как компьютерная и магнитно-резонансная томография, часто происходит по данным рентгеновского исследования и потенциальные риски, связанные с ионизирующим излучением, зачастую незначительны в сравнении с возможным отсутствием требуемой диагностически значимой информации (Фокин А.В., 2018).

В таблице 2 приведены различные категории радиационного риска при рентгеновском исследовании у детей (Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2016).

Таблица 2 – Шкала радиационного риска и эффективная доза рентгеновского исследования у детей

| Категория риска | Риск (отн. ед.)            | Показатель                      | Эффективная доза, мЗв |
|-----------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Пренебрежимый   | $<10^{-6}$                 | Менее 1 случая /миллион         | $<0,01$               |
| Минимальный     | $10^{-6}-10^{-5}$          | От 1 до 10 случаев /миллион     | 0,01-0,1              |
| Очень низкий    | $10^{-5}-10^{-4}$          | От 1 до 10 случаев /100 тысяч   | 0,1-1                 |
| Низкий          | $10^{-4}-10^{-3}$          | От 1 до 10 случаев /10 тысяч    | 1-10                  |
| Умеренный       | $10^{-3}-3 \times 10^{-3}$ | От 1 до 3 случаев /одну тысячу  | 10-30                 |
| Существенный    | $3 \times 10^{-3}-10^{-2}$ | От 3 до 10 случаев /одну тысячу | 30-100                |

Из таблицы 2 следует, что рентгеновские исследования новорожденных и детей раннего возраста относятся к минимальной категории риска.

Таким образом, данные, полученные при рентгеновском исследовании органов грудной клетки и брюшной полости, являются диагностически значимыми в выявлении патологических изменений.

### Микрофокусная рентгенография

Разработка методики микрофокусной рентгенографии, была начата в конце XX века. В настоящее время по данным многих авторов методика уже приобрела широкое распространение, в частности в стоматологии, травматологии, ревматологии (Васильев Ю.А., 2015; Миронова Ю.А., 2013; Клестова И.А., 2015; Анохин Д.Ю., 2016).

Так, по данным Д.Ю. Анохина (2019), рентгенологические исследования для оценки эффективности проводимой терапии ревматоидного артрита выполняются в период нескольких обострений, поэтому выбранная методика должна быть объективной, нести небольшую лучевую нагрузку, обладать технической простотой и наименьшей себестоимостью и главное, быть неинвазивной.

Всеми этими качествами обладает методика цифровой микрофокусной рентгенографии – получение изображений с использованием цифровых рентгеновских аппаратов, размер фокусного пятна которых составляет менее 0,1 мм (Анохин Д. Ю., 2016).

Принцип рентгенографии с прямым многократным увеличением изображения состоит в производстве снимков при меньшем, чем при обычной рентгенографии, расстоянии между фокусом рентгеновской трубки и объектом исследования, при удалении детектора рентгеновского излучения от объекта. Рентгеновское излучение из точечного источника имеет характер расходящегося пучка. При этом все детали изображения увеличиваются в размерах, в то время как нерезкость и зернистость регистрирующей системы остаются неизменными (Васильев А.Ю., 2008).

Отличительной особенностью таких аппаратов является их высокая разрешающая способность, возможность получения изображения анатомических структур с прямым многократным увеличением (до 10–15 раз и более) при сохранении резкости изображения, малые габариты и масса, низкий уровень излучения и малая потребляемая мощность, обеспечивающие возможность эксплуатации аппаратов в неспециализированных помещениях (Hiroaki H., 2019).

Кроме того, важным достоинством цифровых микрофокусных аппаратов является существенное (в 4–13 раз) снижение дозовой нагрузки на пациентов по сравнению с традиционной рентгенографией (Zhou R., 2016).

В ходе экспериментальной работы установлено, что рентгенограммы, выполненные с помощью цифровой микрофокусной рентгенографии, позволяют более детально визуализировать структуру костной ткани челюстей, слаборентгеноконтрастные вещества, превосходя радиовизиографическое исследование и стандартную рентгенографию. Оптимальной оказалась рентгенография с 5-7 кратным прямым увеличением рентгеновского изображения, позволяющая детально характеризовать структуру костной ткани и анатомическую пропорциональность зубочелюстного аппарата (Васильев Ю.А., 2015; Клестова И. А., 2015).

Микрофокусная рентгенография является методом выбора при обследовании пациентов на интраоперационном этапе, поскольку позволяет оценить состояние костной ткани в области предполагаемой операции, контролировать ход операции, влиять на тактику хирургического вмешательства и таким образом снизить риск интраоперационных осложнений (Мазуров А. И., 2008).

В диагностике костно-травматических изменений, в том числе, визуализации мелких трабекулярных переломов у детей, также возможно успешное применение микрофокусной рентгенографии (Миронова Ю. А., 2013).

Для микрофокусного аппарата экспозиции одного снимка, нормированные на величину напряжения и фокусного расстояния и соответственно значения



экспозиционной дозы при съемке различных объектов (стопа, кисть, колено), оказались в 4-5 раз меньше (Потрахов Н. Н., 2012).

Так, некоторые отечественные специалисты обращали внимание на тот факт, что контраст изображения между мягкими тканями и фоном снимка, получаемого по методу микрофокусной рентгенографии, почти в 2 раза выше, чем на обычной рентгенограмме. Разницы в контрасте изображения между кортикальным слоем кости и мягкими тканями при этом не наблюдалось (Буланова И. М., 2010).

Использование данного метода в неонатологии и педиатрии в неспециализированных условиях стало возможным, благодаря современным отечественным разработкам рентгеновских аппаратов в портативном исполнении, а также плоскопанельных твердотельных детекторов рентгеновского излучения (Потрахов Н. Н., 2012).

Исходя из величины лучевой нагрузки, характерной для рентгенодиагностики, пагубность облучения пациента раннего возраста заключаются в возможном появлении индуцированных патологических образований и генетических дефектов. В случае выполнения многократных рентгенологических исследований, кумулятивная лучевая нагрузка увеличивается пропорционально количеству выполненных снимков (Salamon M., 2008).

Особенностью микрофокусной рентгенографии, в отличие от стандартной рентгенографии, наиболее часто применяющейся у детей периода новорожденности, является возможность получения проекционного (первично увеличенного) рентгеновского изображения высокого качества (Hiller J., 2012).

Микрофокусная рентгенография способствует расширению диагностических возможностей в зависимости от вариабельности применения различных методик проведения исследования и позволяет получать не только первично увеличенное, а также и высокоинформативное классическое - контактное рентгеновское изображение (Потрахов Н. Н., 2011).

Зачастую в кувезах, где после рождения находятся недоношенные новорожденные, предусмотрен специализированный отсек для детектора

рентгеновского излучения. Отсек расположен в днище кувеза, что объективно увеличивает расстояние между детектором и объектом съемки и, соответственно, увеличивает геометрическую нерезкость изображения. (Donnelly L.F., 2005).

Из вышесказанного следует, что метод микрофокусной рентгенографии возможен к использованию в целях диагностики патологических изменений органов грудной клетки и брюшной полости у новорожденных и детей раннего возраста, но по данным литературных источников нерешенными остаются несколько проблем: отсутствие методики выполнения исследования для получения высококачественного рентгеновского изображения и правильной интерпретации микрофокусной рентгеновской семиотики. Также актуальной проблемой является снижение лучевой нагрузки при сохранении или улучшении диагностического качества исследований, что, в частности, касается и метода микрофокусной рентгенографии.

Таким образом, развитие метода рентгенографии, появление новых способов визуализации и возможность получения диагностически значимых результатов исследований при тенденции к снижению лучевой нагрузки на пациента свидетельствуют от непрекращающимся углублении компетенций по данному направлению и о необходимости решения возникающих проблем.

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Общая характеристика обследованных детей

Разработку методики, обследование новорожденных и детей раннего возраста проводили на базе Перинатального центра и Детского лечебно-реабилитационного центра Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации в период с 2017 по 2021 гг.

Проведение настоящего исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» (выписка № 160419 от 08.04.2019).

При помощи мобильного микрофокусного рентгеновского комплекса обследовано 513 пациентов. В группу новорожденных (группа А) включено 364 ребенка возрастом до 28 суток, из которых 153 ребенка были недоношенными. В группу детей раннего возраста (группа Б) включено 149 пациентов возрастом старше 28 суток и до 3 лет. Минимальный вес обследованного ребенка составлял 630 грамм, а максимальный – 7850 граммов.

При помощи мобильного рентгеновского аппарата MOBILETT XP Digital (Siemens) было обследовано 40 пациентов контрольной группы, 33 пациента из них были из основной выборки, но исследования выполнялись в близкий промежуток времени для динамического наблюдения, и 7 пациентов со схожими антропометрическими данными и идентичными диагностическими задачами.

Общие характеристики обследованных пациентов по весу и возрасту на момент исследования, а также по гестационному возрасту, весу и росту при рождении представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика пациентов в исследуемых группах

| Показатели  | Группа А           |                     | Группа Б            |
|---|--------------------|---------------------|---------------------|
|   | Недоношенные       | Доношенные          |                     |
| Возраст на момент исследования, сут. (Медиана (Q25; Q75)) | 12<br>(3;25)       | 10<br>(1,5;18)      | 109<br>(52;120)     |
| Вес на момент исследования, г. (Медиана (Q25; Q75))       | 1588<br>(880;1948) | 3051<br>(2734;3425) | 4012<br>(2738;4550) |
| Гестационный возраст, нед. (Медиана (Q25; Q75))           | 30<br>(27;33)      | 38<br>(38;40)       | -                   |
| Масса тела при рождении, г (Медиана (Q25; Q75))           | 1383<br>(655;1830) | 3000<br>(2795;3315) | -                   |
| Длина тела при рождении, см (Медиана (Q25; Q75))          | 36<br>(30;44)      | 49<br>(47;50,5)     | -                   |

Из таблицы 3 видно, что вес на момент исследования у недоношенных новорожденных колебался от 630 г. до 2870 г., а медиана составила 1588 г.; у доношенных новорожденных с 2350 г. до 3478 г., а медиана составила 3051 г.; у детей раннего возраста с 1873 г. до 7850 г., а медиана составила 4012 г.

Для оценки состояния новорожденного из группы А использовали шкалу Апгар, по которой определяются 5 параметров на 1 и 5 минутах с выставлением баллов от 0 до 2 и последующей их суммацией для каждой минуты отдельно (Таблица 4).

Производилась оценка работы сердечно-сосудистой системы с определением частоты сердечных сокращений, в норме которые должны составлять около 130 ударов в минуту. Таким образом, оценка в 2 балла выставлялась при пульсе выше 100 ударов в минуту, в 1 балл при пульсе ниже 100 ударов в минуту и 0 баллов при его отсутствии.

Оценка дыхания производилась по его интенсивности, в норме частота дыхательных движений составляет около 45 в минуту. Активное дыхание и громкий крик соответствовал 2 балам, замедленное дыхание и слабый крик – 1 баллу, 0 баллов устанавливали при отсутствии крика и дыхания.

Мышечный тонус определяли по активности движения рук и ног, где 2 балла – активные движения, 1 балл – слабые и 0 баллов – ребенок вялый.

В норме у новорожденного имеются безусловные рефлексы, и их выполнение соответствовало 2 баллам, сниженная реакция на внешние раздражители – 1 балл и их отсутствие – 0 баллов.

Также оценивали цвет кожи ребенка и при розовых его оттенках устанавливали 2 балла, при наличии участков цианоза – 1 балл, а при бледной коже с синюшными оттенками – 0 баллов.

Таким образом, определяли наличие у новорожденного асфиксии и степень тяжести: 4-7 баллов – асфиксия средней степени, 0-3 балла – тяжелая асфиксия.

Таблица 4 – Сравнительная характеристика новорожденных по шкале Апгар в баллах

| Признаки                                 | Группа А     |            |
|--|--------------|------------|
|  | Недоношенные | Доношенные |
| На 1-й минуте жизни (Медиана (Q25; Q75)) | 5,8 (5;7)    | 6,6 (7;7)  |
| На 5-й минуте жизни (Медиана (Q25; Q75)) | 7,3 (7;8)    | 7,7 (7;8)  |

Таблица 4 подтверждает, что у доношенных новорожденных суммарные баллы, как правило, были выше, чем у недоношенных новорожденных.

Согласно современным клиническим рекомендациям рентгенологическое исследование органов грудной клетки (Володин Н.Н., 2016) показано новорожденным детям с дыхательными расстройствами. При отсутствии лабораторных данных воспалительных изменений и негативным показателям микробиологического исследования крови в первую очередь предполагаются проявления респираторного дистресс-синдрома.

## 2.2. Рентгенологические исследования органов грудной клетки и брюшной полости

Наиболее часто выполняли торакоабдоминальное рентгеновское исследование, позволяющее за одну экспозицию получить изображение, как органов грудной клетки, так и брюшной полости (Таблица 5).

Таблица 5 – Количество исследований в зависимости от области

| Область исследования | Количество исследований |      |
|----------------------|-------------------------|------|
|                      | Абс.                    | %    |
| ОГК и ОБП            | 346                     | 67,5 |
| ОГК                  | 121                     | 23,6 |
| ОБП                  | 46                      | 8,9  |
| Всего                | 513                     | 100  |

Из таблицы 5 следует, что наиболее часто выполняли единые торакоабдоминальные микрофокусные рентгенограммы, а область интереса наиболее часто представляли органы грудной клетки (n=467).

С учетом высокой метаболической и пролиферативной активности у детей раннего возраста и, особенно, новорожденных, близкого расположения органов к друг другу и их несколько иное взаимоотношение, что не позволяет снизить воздействие рассеянного рентгеновского излучения, необходимо с абсолютной точностью понимать обоснование назначения рентгеновского исследования.

При каждом отдельном исследовании определялась клиническая необходимость выполнения диагностической процедуры. В показаниях к проведению рентгенодиагностики новорожденных немаловажную роль имело также выявление пороков развития на пренатальном скрининге.

Показанием для выполнения рентгеновского исследования являются факторы, предрасполагающие к развитию патологических процессов и клинические данные после рождения. Так, недоношенность, кесарево сечение до начала родовой деятельности, пренатальная асфиксия, преждевременная отслойка

плаценты и некоторые другие состояния являются триггером для развития респираторного дистресс синдрома. Одышка, возникшая сразу после рождения, цианоз, втяжение мечевидного отростка грудины на вдохе с напряжением крыльев носа и раздутием щек, «стонущие дыхание» за счет компенсаторного сужения просвета между голосовыми складками при выдохе и снижение сатурации, а также изменения в результатах лабораторных исследований уже являются показаниями для проведения рентгеновского исследования.

При наличии соответствующих показаний клинически определять степень тяжести у недоношенных новорожденных принято по шкале Сильвермана (Silverman) (Таблица 6).

Таблица 6 – Шкала Сильвермана

| Стадия 0   | Стадия 1   | Стадия 2   |
|--|--|--|
| Верхняя часть грудной клетки (в положении лежа на спине) и передняя брюшная стенка синхронно участвуют в дыхательных движениях | Отсутствие синхронности или небольшое опущение верхней части грудной клетки при подъеме передней брюшной стенки на вдохе | Отчетливое западание верхней части грудной клетки во время подъема передней брюшной стенки на вдохе          |
| Отсутствие втяжения межреберных промежутков на вдохе   | Легкое втяжение межреберных промежутков на вдохе   | Отчетливое втяжение межреберных промежутков на вдохе   |
| Отсутствие втяжения мечевидного отростка грудины на вдохе  | Небольшое втяжение мечевидного отростка грудины на вдохе   | Отчетливое западание мечевидного отростка грудины на вдохе   |
| Отсутствие движения подбородка при дыхании   | Опускание подбородка на вдохе при закрытом рте   | Опускание подбородка на вдохе при открытом рте   |
| Отсутствие шумов на выдохе   | Экспираторные шумы ("экспираторное хрюканье") слышны при аускультации грудной клетки                                     | Экспираторные шумы ("экспираторное хрюканье") слышны при поднесении фонендоскопа ко рту или без фонендоскопа |

По данным из таблицы 6 при выявлении симптомов из графы "Стадия 1" присваивался 1 балл, из графы "Стадия 2" – в 2 балла. При общей оценке в 10 баллов у новорожденного наблюдается крайне тяжелый РДС, от 6 до 9 баллов – тяжелый РДС, 5 баллов – РДС средней тяжести и ниже 5 – РДС легкой тяжести.

По итогу оценки по шкале Сильвермана, вне зависимости от определяемой степени тяжести, в каждом случае недоношенным новорожденным проводилось рентгеновское исследование грудной клетки.

Выполнение рентгеновского исследования детям раннего возраста проводили в случаях, когда оно клинически обосновано, влияет на тактику лечения и не повторяет предыдущих исследований.

Таким образом, принятие решения о выполнении исследования обосновывалось тремя положениями:

1. Рентгеновское исследование приносит больше пользы, чем потенциального вреда.
2. Рентгеновское исследование показано по актуальным клиническим рекомендациям в случае установленного или предполагаемого диагноза.
3. Рентгеновское исследование выполняется конкретному пациенту с известным анамнезом, его индивидуальными особенностями и архивом предыдущих исследований в случае их наличия.

Необходимо отметить, что для пациентов в тяжелом состоянии наиболее важными критериями являлись оперативность и диагностическая значимость.

Исследование было одобрено Этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова», от каждой матери обследуемого ребенка получено информационное согласие.

Исследования в палатных условиях и реанимационных залах выполняли при помощи мобильных рентгеновских систем визуализации. Для контрольной группы исследования проводили с помощью мобильного рентгеновского аппарата Mobilett XP Digital (Siemens, Германия).

Оптимальные физико-технические параметры определяются по нескольким показателям.



Напряжение рентгеновской трубки (кВ) влияет на проникающую способность и выходную дозу рентгеновского излучения. При увеличении показателя напряжения, возможно, уменьшить время выдержки и, соответственно, экспозицию. В неонатологии рекомендовано использовать показатели в диапазоне от 50 до 80 кВ.

Выдержка (с) определяет промежуток времени, в котором подается ток на рентгеновскую трубку и, соответственно, происходит регистрация рентгеновского излучения детектором. Показатели выдержки должны быть минимальны, не более 0,2 с для областей исследования в которых возможны двигательные артефакты.

Экспозиция (мАс) также является параметром, влияющим контрастность и четкость, является производной силы тока (мА) и выдержки, то есть определяется количеством электричества, направленного через рентгеновскую трубку за время выдержки.

Фокусное пятно является сечением, размерами которого формируется рентгеновское излучение. Типичные размеры фокусного пятна при классической рентгенографии составляют около 1 мм.

Кожно-фокусное расстояние – расстояние от рентгеновской трубки до поверхности кожи пациента. В исследованиях неонатологического профиля это расстояние составляет обычно от 1 до 1,5 м.

В неонатологии не используют отсеивающие решетки, так как они применяются при рентгенографии, где суммарная толщина исследуемого объекта составляет более 10 см.

Непосредственно рентгеновское изображение является результатом прохождения пучка рентгеновского излучения через организм пациента. В оценке качества диагностического рентгеновского изображения принято учитывать характеристики геометрической нерезкости и контрастности.

Геометрическая нерезкость — это величина обратная разрешающей способности и зависит от размеров фокусного пятна, фокусного расстояния до объекта съемки и детектора рентгеновского излучения, движения рентгеновской трубки и конфигурации и плотности органов и тканей области исследования.

Геометрическая нерезкость ключевой показатель качества рентгенограммы и наиболее отчетливо определяется в виде прилежащей полутени к краю плотного объекта. Контрастность оценивается как градация отношения разности наиболее ярких и темных деталей к их сумме.

При классической рентгенографии используется контактный способ съемки, то есть рентгеновская трубка с протяженным фокусным пятном, объект съемки, расположенный непосредственно над детектором, и соблюдение условий фокусного расстояния в 1-1,5 м.

В данном случае небольшое удаление объекта съемки от детектора, что происходит в случае использования специализированного отсека для детектора в дне кувеза, приводит к увеличению проявлений геометрической нерезкости. Такое состояние нивелируется увеличением фокусного расстояния. Для исключения динамической составляющей нерезкости необходимо убедиться во взаимной неподвижности рентгеновской трубки, пациента и детектора рентгеновского излучения.

Рентгеновский кабинет или неспециализированное помещение, в котором планируется проводить исследование, должно быть подготовлено к обслуживанию детей. Температура воздуха в кабинете должна быть 21-23 °С. При наличии комплекта фиксаторов для быстроты проведения рентгеновских исследований они могут передаваться в отделения недоношенных и новорожденных, где персонал отделений помогает фиксировать детей для выполнения исследований в рентгеновском кабинете. При укладке ребенка в фиксатор используют тонкие одноразовые пеленки для соблюдения гигиенических норм и для избегания задерживания рентгеновских лучей и искажения теневой картины.

Врач-рентгенолог является ответственным за проведение рентгенографии и за соблюдение радиационной безопасности пациента и остальных участников процесса съемки. По диагностическим задачам врач-рентгенолог определяет методику исследования и может отменить выполнение исследования в случае

необоснованности направления или необходимости изменения выбора метода исследования.

Для диагностики патологических изменений органов грудной клетки и брюшной полости оптимальным является вертикальное положение, но с учетом особенностей пациентов педиатрического профиля выполнение исследований возможно и в горизонтальном положении.

Таким образом, основная проекция в исследовании новорожденных и детей раннего возраста – передне-задняя в положении лежа на спине.

При исследовании грудной клетки, при наличии возможности, руки заводили в положение за головой, чтобы лопатки располагались ближе к краям грудной клетки и не создавали дополнительных теней в проекции грудной клетки.

Детектор рентгеновского излучения устанавливали непосредственно под пациента, в зависимости от области исследования смещая его центр относительно пациента. Рентгеновскую трубку направляли перпендикулярно детектору на центр грудной клетки, эпигастральную или умбиликальную область в зависимости от зоны исследования.

При подозрении на пневмоперитонеум, свободную жидкость или необходимость дополнительной проекции для более точной локализации патологического процесса в легких возможно проведение латерографии лежа на спине или на боку. Исследование необходимо выполнять на полный вдох грудной клетки.

Для правильной оценки рентгенограмм важно учитывать технические аспекты исследования и анатомические особенности детей. Организм новорожденного ребенка в течение нескольких часов после рождения претерпевает значительные изменения, поэтому рентгенограмма органов грудной клетки будет сочетать ряд особенностей.

Для того чтобы правильно оценить рентгенограмму определены несколько важных аспектов.

При отсутствии ротации грудной клетки костные структуры грудной клетки располагаются симметрично с обеих сторон относительно срединной линии,

ребра равноудалены от паравертебральных линий, задние отрезки соответствующих ребер имеют одинаковую длину. Метод определения ротации грудной клетки по оценке расстояния между ключицами и остистыми отростками у новорожденных детей не используется, так как остистые отростки еще не оксифицированы, поэтому на рентгенограмме не видны.

При правильной центрации пациента на рентгенограмме в прямой проекции передние отрезки ребер должны быть расположены ниже задних.

Рентгенологическое исследование должно выполняться на фазе вдоха при этом купол диафрагмы в норме располагается на уровне задних отрезков 8 ребер.

Соблюдать физико-технические условия для получения удовлетворительной жесткости и контрастности.

При несоблюдении этих аспектов возможно затруднение интерпретации рентгенограммы. Кроме того, могут ошибочно визуализироваться различные патологические изменения.

Грудная клетка при ротации становится асимметричной со смещением тени средостения в сторону разворота грудной клетки, в результате отмечается искаженная оценка положения, например, венозных катетеров и дренажных трубок. Также при ротации грудной клетки отмечается диффузное затемнение одного легкого и просветление второго, причем зона затемнения расположена ближе к детектору.

В случае смещения перпендикулярно установленной рентгеновской трубки искажается форма и структура тканей, через которые проходит рентгеновское излучение, с этим может быть связано ошибочное изменение конфигурации тени сердца, возможна дополнительная суммация теней структур грудной клетки, что на рентгенограмме проявляется в виде очагов псевдопатологических затемнений, а также приобретение лордической формы грудной клетки, когда передние отрезки ребер располагаются выше задних.

При экспозиции в фазу выдоха наблюдается ложное расширение границ средостения, диффузно снижается воздушность легких и усиливается легочной рисунок, что может быть ошибочно принято за отек легких, участки

консолидации или воспалительную инфильтрацию. Ребра при этом располагаются горизонтально, а купол диафрагмы располагается в проекции задних отрезков 6-7 ребер.

При недостаточной жесткости могут появляться участки ошибочного затенения, при ее повышении истинные участки затенений становятся менее плотными и заметными на рентгенограмме. Так, ретикулогранулярные изменения при респираторном дистресс-синдроме или затенения интерстициального характера при транзиторном тахипноэ новорожденных.

При проведении рентгеновских исследований необходимо соблюдать правила радиационной гигиены и максимально защитить от ионизирующего излучения, как пациента, так и лиц, участвующих в процессе съемки.

Диафрагмирование области исследования не только уменьшает эффективную дозу рентгеновского излучения, но и позволяет снизить рассеянное излучение, что в том числе, улучшает качество изображения.

Средства индивидуальной защиты пациента представляют собой листы просвинцованной резины разной конфигурации для перекрытия участков организма ребенка вне области интереса. Особое внимание уделяется гонадам и щитовидной железе. Идентичными средствами индивидуальной защиты были обеспечены

Фиксация пациента является важным фактором для снижения радиационной нагрузки. Иммобилизация позволяет избежать двигательные артефакты и, соответственно, повторное выполнение исследования при неудовлетворительном качестве первого.

### 2.3. Методика микрофокусной рентгенографии

Для рентгенографии органов грудной клетки и брюшной полости использовали мобильный микрофокусный рентгеновский комплекс. В состав комплекса входит портативный микрофокусный рентгеновский аппарат «ПАРДУС-Р», разработанный СПбГЭТУ «ЛЭТИ», беспроводной детектор

рентгеновского излучения и мобильная станция обработки изображений со специализированным программным обеспечением (DraX). Каждый компонент рентгенодиагностического комплекса может питаться как от бытовой однофазной электрической сети, так и от блока встроенных аккумуляторов.

Микрофокусный рентгеновский аппарат «Пардус-Р» оснащен рентгеновской трубкой с фокусным пятном 0,1 мм, что позволяет выполнять исследования как контактным, так и способом с прямым увеличением рентгеновского изображения. Управление режимами работы рентгеновской трубки осуществляется с моноблока аппарата (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Выполнение микрофокусного рентгеновского исследования

Фокусное пятно микронных размеров позволяет выполнять рентгенографию практически исключая из обязательных условий съемки положение о фокусном расстоянии без потери резкости изображения (Рисунок 2).



Рисунок 2 – Принципиальное отличие традиционной и микрофокусной рентгенографии. Взаимосвязь между геометрическими условиями съемки и геометрической нерезкостью. Источник рентгеновского излучения –  $a$ , объект съемки –  $б$ , детектор рентгеновского излучения –  $в$ , геометрическая нерезкость –  $h$

При сопоставлении изображений с разным способом съемки главным параметром остается сохранение резкости изображения, то есть величина проявлений геометрической нерезкости не должна быть больше размера характерной детали объекта съемки.

На основе физических особенностей метода были определены основные параметры микрофокусного рентгеновского аппарата, которые представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Основные параметры портативного микрофокусного рентгеновского аппарата «ПАРДУС-Р»

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| Напряжение, кВ                    | 55-65 |
| Сила тока (максимальный), мА      | 1     |
| Время экспозиции (минимальное), с | 0,1   |
| Размер фокусного пятна, мм        | 0,1   |
| Вес аппарата, кг                  | 2,5   |

Таблица 7 поясняет, что технические параметры микрофокусного рентгеновского аппарата в портативном исполнении приведены и

оптимизированы к необходимым для проведения полноценных рентгеновских исследований.

Под разрешающей способностью рентгеновской системы визуализации понимают способность визуализировать наименьшие детали получаемого изображения и рассчитывать, как сумму геометрической нерезкости отдельных фрагментов без учета увеличения исследуемых органов. По техническому анализу полученных данных для микрофокусной рентгенографии установлено, что возможность визуализации наименьших деталей изображения выше при идентичных условиях в сравнении с классической рентгенографией.

Глубина резкости, иными словами, возможное положение объекта съемки между источником рентгеновского излучения и детектором, гораздо шире, чем при классической рентгенографии (Таблица 8). При микрофокусной рентгенографии резкость изображения деталей объекта зависит от коэффициента увеличения. Возможность применения данной технологии позволило значительно сократить кожно-фокусное расстояние при проведении исследования, что соответственно привело к снижению необходимой мощности рентгеновского аппарата и, как следствие, снижению общей лучевой нагрузки на пациента.

Таблица 8 – Возможность выполнения исследования в зависимости от размера фокусного пятна

| Размеры фокусного пятна | Фокусное расстояние более 0,5 метра | Фокусное расстояние менее 0,5 метра |
|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Традиционных размеров   | +                                   | -                                   |
| Микронных размеров      | +                                   | +                                   |

В таблице 8 наглядно показано принципиальное отличие применения микрофокусной рентгенографии в сравнении с традиционной рентгенографией.



В качестве детектора использовали мобильный беспроводной высокочувствительный плоскпанельный детектор производства АО «НИПК «Электрон».

Также АО «НИПК «Электрон» разработана мобильная станция обработки изображений со специализированным программным обеспечением (DigaX) на базе сенсорного планшетного компьютера (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Сенсорный планшетный компьютер

Рабочая станция позволяет осуществлять все необходимые функции рентгенолаборанта:

- регистрация пациента;
- выбор параметров экспозиции с помощью анатомического программирования (орган-автоматика);
- функция предварительного выбора нескольких параметров экспозиции;
- предварительный просмотр сразу после проведения экспозиции;
- отображение полученных снимков в виде миниатюрных изображений;
- цветовая кодировка статуса изображений, находящихся в памяти системы;
- функция отмены удаления отбракованного снимка;

- функция копирования параметров экспозиции, компьютерная обработка выбранного снимка и запоминание «нового» снимка;
- возможность отложить обследование;
- возможность отменить обследование;
- сохранение снимков в памяти компьютера;
- наличие Wi-Fi канала для публикации результатов обследований или вывода их на печать.

Непосредственно перед съемкой активировали детектор, после активации детектор готов регистрировать рентгеновское излучение в течение 100 секунд.

Постпроцессинговую обработку данных производили на рабочей станции, включая как базовое применение фильтров изображения для грудной клетки и брюшной полости, так и мануальную установку метки стороны снимка и кропирование изображения (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Окно первичной настройки изображения Diga X

На рисунке 4 изображены манипуляционные средства первичной обработки изображения – поворот и отражение изображения, метки стороны R и L, кроп

изображения, настройки яркости/контрастности, сохранение и передача изображения в хранилище медицинских изображений PACS.

Исходя из цели диссертационного исследования была решена задача по отработке методики микрофокусной рентгенографии.

Выбор технических условий определяли задачами, поставленными перед врачом рентгенологом. Правильная интерпретация скialogической картины зависела от качественно выполненной рентгенограммы, точно выбранной проекции, знаний анатомических и функциональных закономерностей развития органов грудной клетки и брюшной полости.

Проведение рентгеновских исследований детей должно проводиться только специалистами в области детской рентгенологии. Врач-рентгенолог должен знать характер клинической проблемы от лечащего врача, без чего невозможно проведение качественного обследования. Следует иметь в виду, что стратегию обследования задает лечащий врач, а тактику должен определять врач-рентгенолог. Отмечено, что не следует назначать и проводить рутинные рентгеновские исследования, требующие визуализации патологического очага, не определяемые конкретным клиническим состоянием пациента. Недопустимы ситуации, когда клиническому обследованию ребенка в обязательном порядке сопутствует рентгенологическое обследование.

Подтверждено, что исключение необоснованных исследований является одним из наиболее эффективных путей снижения дозы облучения в лучевой диагностике. Обоснованность исследования должна включать проведение исследования строго по клиническим показаниям с выбором оптимального метода обследования.

Для проведения микрофокусной рентгенографии в условиях рентгеновского кабинета, его необходимо привести в соответствие «Санитарным правилам работы при проведении медицинских рентгенологических исследований».

Не смотря на потенциальное снижение лучевой нагрузки при микрофокусной рентгенографии, установлено, что наибольшее внимание при проведении исследования необходимо уделять организации защиты детей от рентгеновского излучения.

Использование микрофокусного рентгеновского аппарата также позволило осуществлять исследования в неспециализированных условиях, в кувете или в кровати. Приемник рентгеновского излучения размещали непосредственно под пациентом, либо в соответствующий отсек в дне кувета. Снимки производились вдали от других больных, находящихся в палате, дополнительно перекрытых специализированными защитными ширмами.

При микрофокусной рентгенографии кожно-фокусное расстояние, вне зависимости от зоны исследования, определялось как в 1,5-2 раза большее, чем необходимый максимальный поперечный размер области интереса.

Качество рентгенограмм при различии напряжения на рентгеновской трубке в 10 кВ не приводит к значимому изменению визуального восприятия рентгенокиалогической картины. Следовательно, можно повышать напряжение на трубку при рентгенографии без ущерба для диагностической информации. Это особенно важно, поскольку невозможно не учитывать такой показатель, как динамическая нерезкость изображения. Два связанных между собой значения, напряжение на трубке и время экспозиции, при увеличении первого и уменьшении второго, приведут к снижению поверхностной дозы. В качестве примера изменение напряжения с 60 до 90 кВ приводит к уменьшению экспозиции в 3,3 раза, а поверхностной дозы — в 2,2 раза.

Высокая частота дыхания и частота сердечных сокращений у новорожденных в сочетании с невозможностью полноценного удержания статики пациента, обуславливает необходимость уменьшения времени экспозиции, что в свою очередь дает возможность уменьшить динамическую нерезкость изображения.

Органы и ткани детей (мышцы, легкие, паренхиматозные органы) практически не отличаются друг от друга в поглощении рентгеновского

излучения. Чтобы отличить, их друг от друга на рентгенограмме, применяют лучи, генерированные при низком напряжении. Однако при этом не ликвидируется динамическая нерезкость изображения и не уменьшается лучевая нагрузка. Возникает необходимость компромиссного решения, сопоставления технических условий снимаемого объекта. Соответственно, мы выбирали напряжение меньшее, чем для взрослого человека, 55-65 кВ.

С целью уменьшения облучения использовали защитные средства в виде листов просвинцованной резины различной величины и формы со свинцовым эквивалентом, равным 0,5 мм Рв. Ими закрывали участки тела, не подвергаемые исследованию. Также тщательно центрировали направление рентгеновского излучения с максимально возможным диафрагмированием.

Выбор технических условий определяли задачами, поставленными перед исследователем. При рентгенографии органов средостения исследования ориентировались на высокую генерацию лучей при напряжении на трубке 60—65 кВ. При необходимости детального изучения строения легочного рисунка, корней легкого напряжение несколько снижали до 55-60 кВ. Снимки брюшной полости выполняли при напряжении в 65 кВ.

Отмечено, что большую часть всех рентгенологических обследований новорожденных составляют исследования органов грудной клетки. Правильная интерпретация скиалогической картины зависела от качественно выполненной рентгенограммы, точно выбранной проекции, знаний анатомических и функциональных закономерностей развития органов грудной клетки.

Основными показаниями для выполнения рентгенографии органов грудной клетки в передней прямой проекции являлись признаки дыхательной недостаточности. Преимущественно исследования выполнялись в горизонтальном положении пациента, но при необходимости получения наиболее детальных и расширенных диагностических данных исследование выполнялось в вертикальной позиции, при которой наилучшим образом представлены легочные поля за счет смещения вниз диафрагмы и «удлинения» органов средостения, что отчетливо выявляется при рентгенографии во время вдоха ребенка.

В нашем аппарате, как и в большинстве других, синхронизатор замыкания электрической цепи на вдохе ребенка отсутствует, поэтому для решения вопроса о фазе дыхания ориентируются не только на высоту расположения куполов диафрагмы, но и на показатель «К», который вычисляют путем измерения максимальных размеров ширины и высоты грудной клетки и последующего деления первой величины на вторую. Во время максимального вдоха, где К — ширина грудной клетки / высота грудной клетки — 1,5.

При микрофокусной рентгенограмме, произведенной на выдохе, уменьшение легочных путей может создавать мнимую картину сгущения легочного рисунка, застоя крови в сосудах малого круга кровообращения, увеличения размеров сердца и тимуса. Не следует производить рентгенографию грудной клетки после кормления ребенка, так как заполненный пищей и воздухом желудок приподнимает левый купол диафрагмы, смещает средостение вправо и уменьшает объем левого легкого. Установка ребенка при выполнении рентгенограммы в прямой проекции должна быть максимально точной, что определяется по расположению ключиц и тел позвонков. Немаловажным являлось определение межреберных промежутков, которые должны быть одинаковыми справа и слева.

По данным микрофокусной рентгенографии определяли целый ряд патологических изменений со стороны дыхательной системы, возникающие сразу после родов в виде интерстициальных или инфильтративных изменений легочной ткани, соответствующие РДС или пневмонии соответственно. Дифференцировали плевральный выпот при его наличии в виде затенения реберно-диафрагмальных синусов, пороки развития легких, расширение тени средостения. Также необходимо было отмечать адекватность позиций медицинских изделий, таких как эндотрахеальная трубка, центральный венозный катетер, плевральные дренажи, гастральный зонд. При необходимости уточнения локализации выявленных патологических изменений выполнялось дообследование в боковой проекции.

Также исследование органов грудной клетки включало рентгенологическое изучение сердечно-сосудистой системы. Врожденные пороки сердца, воспалительные процессы (миокардиты, перикардиты), фиброэластоз требуют применения всех методов, в число которых входит и рентгенологический. Основная проекция при рентгенографии сердечно-сосудистой тени производится в трех стандартных проекциях: прямой и двух косых — правой и левой. При осуществлении рентгенограмм в косых проекциях следует учесть, что степень поворота ребенка к кассете разная: в правой косой — под углом 40—45°, в левой — под углом 55—60°. Указанная точность поворота ребенка возможна при его фиксации в фиксаторы Мактаза или стационарные фиксаторы рентгеновского аппарата «Р — Д», оснащенного угломером. При этом необходимость выполнения косых проекций в рамках стационара сводится к нулю за счет наличия дополнительных методов исследований, таких как ультрозвуковая диагностика, высокотехнологичных компьютерной и магнитно-резонансной томографии.

Подтверждено, что у новорожденных сердце достаточно больших размеров, с маловыраженными дугами. По правому контуру сердца не всегда виден сердечнососудистый угол; по левому контуру можно определить дуги, образуемые левым желудочком и аортой с легочной артерией. В практике измерения размеров сердца пользуются легочно-сердечным показателем Гределя или кардиоторакальным индексом: отношение максимального поперечника легких (расстояние между ребрами на уровне правого купола диафрагмы) к поперечнику сердца. Показатель кардиоторакального индекса колеблется от 25% до 55% в зависимости от возраста. Изучение контуров сердца, его размеров дает возможность выявить не только собственно пороки сердца, но и врожденный дефект сухожильного центра диафрагмы.

Также у новорожденных нередко возникала необходимость в рентгенологическом исследовании органов брюшной полости. С первым вдохом ребенок заглатывает воздух, который заполняет весь желудочно-кишечный тракт на протяжении первых 8—12 ч жизни. Через 48 ч развивается физиологический

метеоризм вследствие заполнения петель кишечника проглоченным воздухом и появления газа. Наличие или отсутствие газа в том или ином отделе желудочно-кишечного тракта является объективным признаком сохранения или нарушения его проходимости. Следует учитывать, что газа в петлях кишечника может быть мало у недоношенных новорожденных. Уменьшение количества воздуха в желудке, вплоть до его полного исчезновения, наблюдалось после обильной рвоты. При изолированном выполнении исследования органов брюшной полости уменьшение количества содержащегося газа в петлях кишки может быть имитированным при перемещении последних через отверстия диафрагмы в грудную клетку (при обширных диафрагмальных грыжах). Изменение в объеме и распределении газа в петлях кишки является целесообразной причиной к одновременной рентгенографии грудной клетки.

Основной проекцией при обзорном исследовании органов живота является – вертикальная. Ребенка фиксируют в конверты-фиксаторы или мануально удерживают в вертикальной позиции. В силу физических законов в этом положении возникает возможность выявления основных рентгенологических признаков непроходимости пищеварительного тракта (горизонтальных уровней), что позволяет решить вопрос о локализации участка непроходимости. При осложнении непроходимости перфорацией, перитонитом указанная проекция позволяет выявить свободный газ под куполами диафрагмы и заполнение межпетельных участков выпотом. Малое количество свободного газа в брюшной полости, выпот, спайки между петлями кишок выявляют методом латерографического исследования в положении ребенка на правом боку, а затем на спине при дорсовентральном ходе рентгеновского луча. Исследование на спине в горизонтальном положении дает возможность изучить боковые отделы брюшной полости. При наличии свободной жидкости они увеличиваются в поперечнике с исчезновением линейных теней, как отображения кожи и подкожного жирового слоя.

При оценке обзорных рентгенограмм живота необходимо учитывать относительно большие размеры печени у новорожденных, недостаточное



развитие мышц передней брюшной стенки, в результате чего петли кишки могут смещаться вниз и кпереди.

Отмечалось, что при наличии объемных образований нарушается обычное расположение желудка и петель. Смещение их в противоположную от опухоли сторону приводит к созданию достаточно однородных зон на рентгеновском снимке, то есть появлению участков затемнения. При дермоидных опухолях можно выявить плотные включения (зачатки зубов и костные фрагменты). Истинные опухоли в большинстве случаев дают однородную тень. Выявляемые на обзорных рентгенограммах живота обызвествления не всегда обусловлены опухолями. Они могут быть следствием внутриутробно перенесенного перитонита с последующей кальцификацией. В ряде случаев лишь по прямой рентгенограмме невозможно установить локализацию опухоли или обызвествления. При обзорной рентгенографии органов брюшной полости обязательна защита гонад у мальчиков. Защита гонад у девочек необходима лишь при исследовании надчревной и пупочной областей.

Зачастую обзорное исследование живота приходилось дополнять контрастным исследованием органов пищеварительного тракта или мочевыделительной системы.

Классически для контрастирования желудочно-кишечного тракта применяли «бар-ВИПС». Взвесь разводят грудным молоком, глюкозой в соотношении 1:2. Ее дают новорожденным, если они хорошо сосут из бутылочки с соской, имеющей широкое отверстие. Если сосательный рефлекс выражен недостаточно, то контрастное вещество вводили через катетер. В последние годы широко используют водорастворимые контрастные вещества по типу урографина, оптирея или омнипака. Их разводят вдвое изотоническим раствором натрия хлорида или глюкозой. Одним из отрицательных свойств препаратов этой группы является высокая осмолярная активность, в результате которой при прохождении по кишечнику они разбавляются в 6 раз за счет тканевой жидкости. При обезвоживании организма применение их противопоказано. Предельно

допустимая доза трехйодистых водорастворимых препаратов новорожденным не должна превышать 3—5 мл.

Для исследования ободочной кишки введение контрастного вещества производят из градуированной кружки Эсмарха, подвешенной на штативе таким образом, чтобы ее дно находилось на высоте 40 см над плоскостью рентгеновского стола. Для более точного определения аганглионарного участка при болезни Гиршспрунга за 15 мин до введения контрастного вещества внутримышечно вводят 0,1 % раствор атропина сульфата в разовой дозировке. Атропин расширяет нормально иннервируемую кишку и не оказывает действия на денервированный участок.

Показано, что при рвоте и срыгиваниях с целью определения функции пищеводно-желудочного перехода новорожденным проводят водно-сифонную пробу. Пациенту вводят контрастное вещество в количестве, равном 1/3 объема пищи, необходимого на одно кормление. После окончания исследования пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки ребенку дают из бутылочки с соской воду в количестве 2/3 оставшегося объема пищи. Если при этом происходит регургитация из желудка в пищевод, то проба оценивается как положительная, что свидетельствует о недостаточной замыкательной функции пищеводно-желудочного перехода.

При атрезии *anirecti* проводили пробу Wangensteen и Rice, рентгеноконтрастную метку укрепляли на месте заднепроходного отверстия и производили рентгенограмму в боковой проекции. При этом газ, находящийся в кишке, подходит к атрезированному участку и контрастирует его. Промежуток между рентгеноконтрастной меткой и газом в кишке условно равен отсутствующему отделу кишки.

Установлено, что обследование уронефрологического больного включает обзорное исследование живота, экскреторную урографию и ее модификации, цистографию.

Экскреторная урография показана при инфекции мочевых путей, пороках развития наружных половых органов, мочевого пузыря, области заднепроходного

отверстия, дефектах передней брюшной стенки, опухоли в животе, гематурии неясного происхождения, нарушениях мочеиспускания. Противопоказаниями являются печеночная недостаточность, гипоизостенурия, повышения показателя креатинина в крови выше 0,24—0,32 ммоль/л.

Специальной подготовки к исследованию не проводилось, лишь требовалось пропустить первое кормление, питьевой режим не нарушался. Сложностью являлось устранение физиологического метеоризма кишечника. Помимо наслоения на изображение почек, многие газовые скопления, отделенные друг от друга стенками кишки, что приводит к образованию отраженных лучей. Поэтому целесообразно перед исследованием покормить ребенка небольшим количеством молока, продолжив кормление в период исследования, чтобы увеличенный в размерах желудок смог оттеснить петли кишечника вниз. Смещение кишки дает возможность более отчетливого дифференцирования как паренхимы почек, так и чашечно-лоханочных систем.

Контрастными уротропными веществами являются трехйодистые соединения: урографин, ультравист, омнипак, оптирей. Перед внутривенным введением их разводят вдвое 5% раствором глюкозы. Получаемые таким образом 30—40% растворы не вызывают осложнений. Объем контрастного вещества для проведения урографии должно быть относительно большим, чем у детей старшего возраста. Детям 7—8-го дня жизни вводят 4—5 мл на 1 кг массы тела, детям 2—4 недель доза контрастного вещества уменьшается до 3—4 мл на 1 кг массы тела. Следует учитывать, что растяжение чашечно-лоханочных систем почек большим количеством выделяемой мочи является нормальным. Введение контрастного вещества капельным путем обеспечивает более длительно продолжающуюся паренхиматозную фазу. Слабую интенсивность тени мочеточников и мочевого пузыря рассматривают как результат заполнения их малоконцентрированной мочой. Рентгенография производится через 5, 15 и 20 минут после введения контрастного вещества, а при необходимости — через 3, 6, 12, реже 24 ч. Так называемые отсроченные снимки показаны в случаях нарушения выделительной и концентрационной функций почек. Положение

больного при рентгенографии — горизонтальное на спине. Исследование при вертикальном положении в этом возрасте неоправданно, так как недостаточно развитая жировая капсула не удерживает почки в стабильном положении.

Цистографию проводили для получения представлений об анатомо-рентгенологических характеристиках мочевого пузыря и мочеиспускательного канала, а также для выявления пузырно-мочеточникового рефлюкса. Весьма ограниченное проведение цистографии новорожденным связано не только с методическими трудностями, но и с возможным заносом инфекции из нижних — в верхние мочевые пути. Этому способствует возрастная незрелость мочепузырного треугольника.

Для выполнения цистографического исследования использовали разведенные в 3—4 раза изотоническим раствором натрия хлорида трехйодистые соединения. Перед введением контрастного вещества содержимое мочевого пузыря удаляли с помощью катетера № 8 для мальчиков и № 10 для девочек.

Введение контрастного вещества в мочевой пузырь осуществляют под контролем внутрипузырного давления. При достижении давления в мочевом пузыре 140—150 мм вод. ст. инфузию контрастного вещества прекращают, в этот момент у пациента регистрируются позывы к мочеиспусканию. Рентгенографию производили в период наибольшего давления в мочевом пузыре, а затем в процессе микции и после полного опорожнения мочевого пузыря.

Таким образом, установлены физико-технические условия микрофокусных рентгенограмм и методические особенности их выполнения, что позволяет решить первую задачу диссертационного исследования. Подтверждено, что низкодозовая микрофокусная рентгенография может использоваться как самостоятельная методика в педиатрии и имеет перед используемым палатным и стационарным оборудованием преимущество, заключающееся в удобстве использования и мобильности.

### ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

#### 3.1. Рентгенологическая семиотика патологических изменений органов грудной клетки и брюшной полости по данным микрофокусной рентгенографии

При помощи метода микрофокусной рентгенографии обследовано 513 детей, из которых было 364 новорожденных и 149 детей раннего возраста. Среди новорожденных была выделена группа недоношенных (153 ребенка).

Среди обследованных новорожденных были дети с заболеваниями различных органов и систем, многие из которых имели сочетанные проявления. В определении микрофокусной рентгенологической картины они рассматривались отдельно. Идентичная картина наблюдалась и у пациентов раннего возраста, но большинство изменений являлось динамикой ранее выявленной патологии в рамках основного заболевания.

Заболевания и характер выявленной патологии представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Выявленная патология у новорожденных и детей раннего возраста

| Патология                        | Выявленные рентгенологические изменения   | Количество исследований |      |
|----------------------------------|---|-------------------------|------|
|                                  |   | Абс.                    | %    |
| 1                                | 2   | 3                       | 4    |
| Врожденные пороки сердца (n=228) | Изменение легочного рисунка   | 211                     | 96,9 |
|                                  | Расширение тени сердца (КТИ)  | 165                     | 72,4 |
|                                  | Осложнения в виде интерстициального отека, гиповентиляции различного генеза и гидро / пневмоторакса | 42                      | 18,4 |

Продолжение таблицы 9

| 1                                       | 2                           | 3                         | 4    |      |
|---|-----------------------------|---------------------------|------|------|
| Заболевания дыхательной системы (n=199) | Изменение легочного рисунка | 185                       | 93   |      |
|   | Гиповентиляция              | Воспалительного характера | 72   | 36,2 |
|   |                             | Ателектазы                | 37   | 18,6 |
|   |                             | РДС                       | 115  | 57,8 |
|   | Проявления БЛД              |                           | 42   | 21,1 |
|   | Эмфизематозные проявления   |                           | 82   | 41,2 |
|   | Гидро / пневмо торакс       |                           | 21   | 10,6 |
|   | Пороки развития             |                           | 6    | 3    |
| Заболевания брюшной полости (n=57)      | Гиперпневматоз петель кишки | 42                        | 73,7 |      |
|   | «Уровни жидкости»           | 3                         | 5,3  |      |
|   | Асцит                       | 4                         | 7    |      |
|   | Пороки развития             | 4                         | 7    |      |

Из таблицы 9 следует, что наиболее частой патологией являлись врожденные пороки развития сердечно-сосудистой системы (n=228). Исследования пациентов с такой патологией выполнялось как в предоперационном периоде, при необходимости хирургической коррекции, так и после оперативного вмешательства. Заболевания дыхательной системы, включающие респираторный дистресс-синдром (n=115), бронхолегочную дисплазию (n=42), воспалительные заболевания (n=72) и пороки развития (n=6) были установлены у 199 обследованных детей. Патологические изменения в брюшной полости, касающиеся как заболеваний и пороков развития пищеварительного тракта, так и других системных процессов, отражающихся на состоянии органов брюшной полости, были диагностированы у 57 пациентов.

Также у 29 пациентов с другими патологическими состояниями, такими как различные перинатальные гипоксически-ишемические поражения центральной нервной системы, задержки внутриутробного развития, заболевания крови,

синдромы VACTERL или пентада Кантрелла, проводились исследования для исключения сопутствующей патологии.

Исследования пациентам хирургического профиля выполняли как в предоперационном периоде, так и после оперативного вмешательства для выявления осложнений и сопутствующей патологии (n=42) (Рисунок 5 и 6).

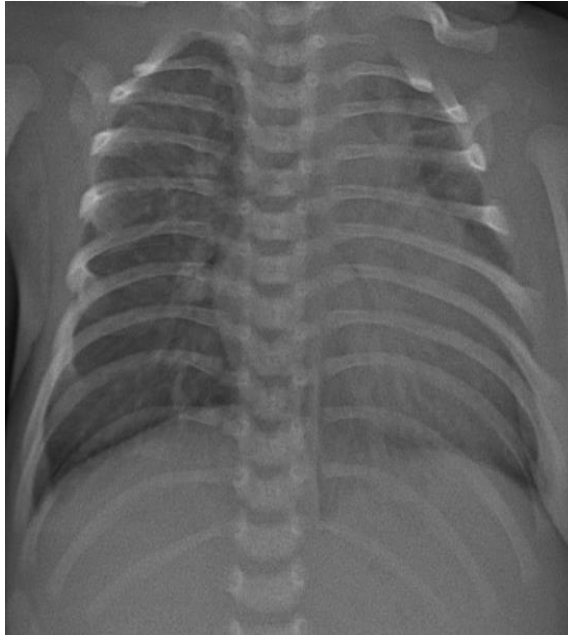


Рисунок 5 – Пациент М. до кардиохирургического – вмешательства в возрасте 24 суток (И/б №32032/А21). Усиление легочного рисунка и расширение тени средостения

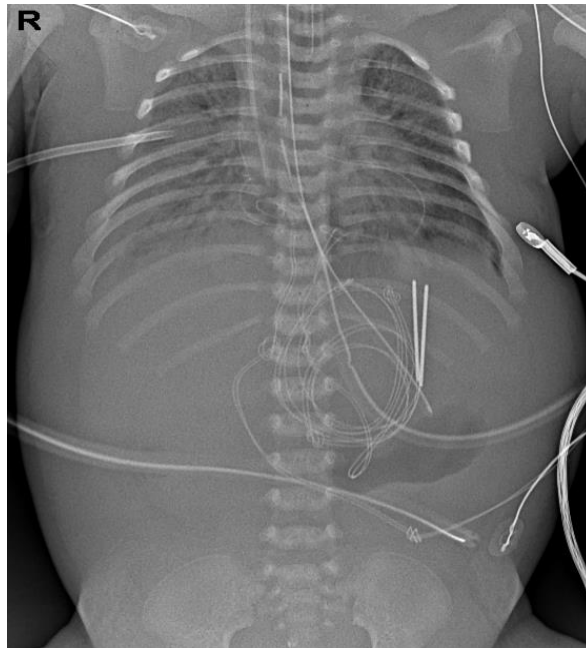


Рисунок 6 – Контрольное исследование того же пациента М. (И/б №32032/A21) в возрасте 26 суток после кардиохирургического вмешательства. Преимущественно справа определяются участки инфильтративных изменений, легочный рисунок справа не дифференцируется, а слева усилен, выпот в правой плевральной полости, в которую установлен дренаж, правый реберно-диафрагмальный синус отчетливо не визуализируется

Среди недоношенных новорожденных (n=153) наиболее распространенным симптомом была дыхательная недостаточность (n=97), предполагающая развитие респираторного дистресс-синдрома (РДС). По данным микрофокусной рентгенографии у детей с РДС до проведения терапевтических мероприятий были определены диффузные билатеральные ретикулогранулярные изменения, симптом «воздушной бронхограммы» и снижение объема грудной клетки в разной степени выраженности в зависимости от степени тяжести течения.

При клинически определяемой легкой степени тяжести РДС (n=41) выявляли слабовыраженное затенение легких, причем объем грудной клетки значимо не изменен, тень купола диафрагмы и средостения прослеживается отчетливо (Рисунок 7).



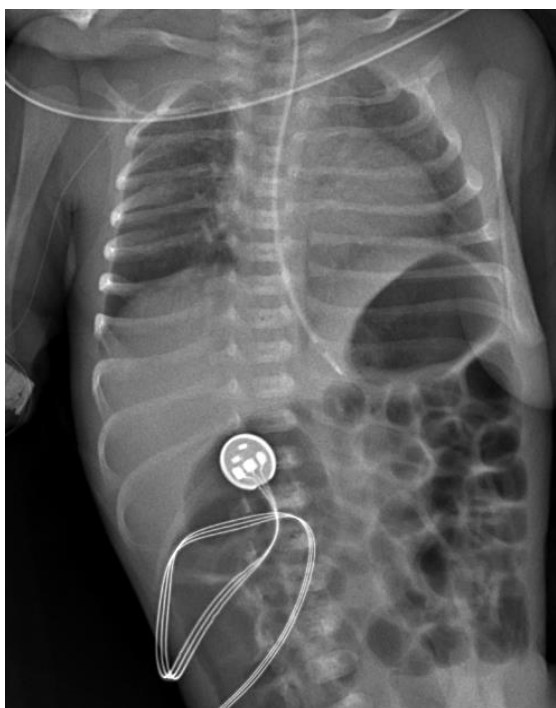


Рисунок 7 – Недоношенный новорожденный Л., 35 недель гестации на 2 сутки жизни, вес 1603г. (И/б №40774/A21). Пневматизация легочной паренхимы минимально снижена и нерезко усилен легочный рисунок в прикорневых отделах за счет интерстициального компонента, что соответствует проявлениям легкой степени РДС

При средней степени тяжести РДС (n=47) на фоне умеренного затенения легочных полей с участками сгущения легочного рисунка дифференцируются нерезковыраженные воздушные просветы бронхов (Рисунок 8). На рентгенограмме органов грудной клетки пациента с тяжелой степенью тяжести РДС (n=27) визуализируются просветы крупных бронхов с достаточно четкими контурами на фоне диффузного затенения легочных полей – симптом «воздушной бронхографии». После начала терапии и ИВЛ повышается объем грудной клетки, а также возможно дифференцировать участки вздутия легочной паренхимы в виде кистозных просветлений.

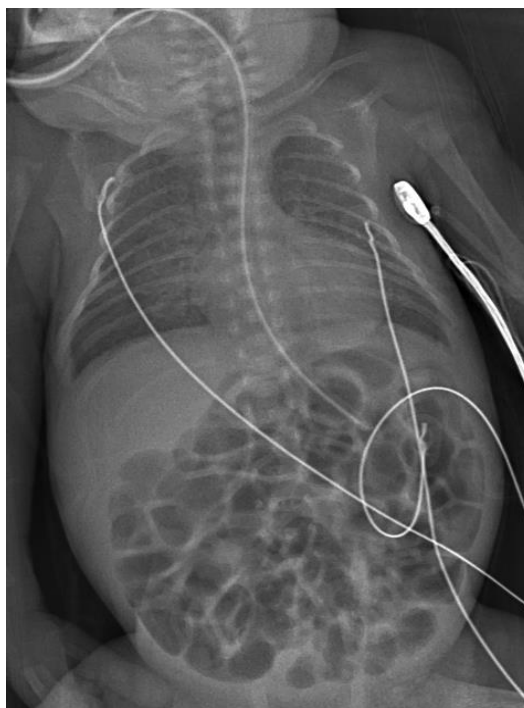


Рисунок 8 – Недоношенный новорожденный, 28 сутки жизни, вес 1067 г., среднетяжелое течение РДС (И/б №85914/A20). На микрофокусной рентгенограмме отмечается диффузная гиповентиляция, на фоне которой слабо дифференцируется легочный рисунок с наличием участков мелко- и среднекистозных просветлений и наличием нерезкого симптома «воздушной бронхографии»

При бронхолегочной дисплазии, как исходе терапии РДС и инфильтративных изменений легких, у недоношенных новорожденных постановка диагноза происходит с 1 месяца жизни при сохраняющихся клинических проявлениях в виде дыхательной недостаточности и бронхообструктивном синдроме, а также при кислородозависимости (Рисунок 9).

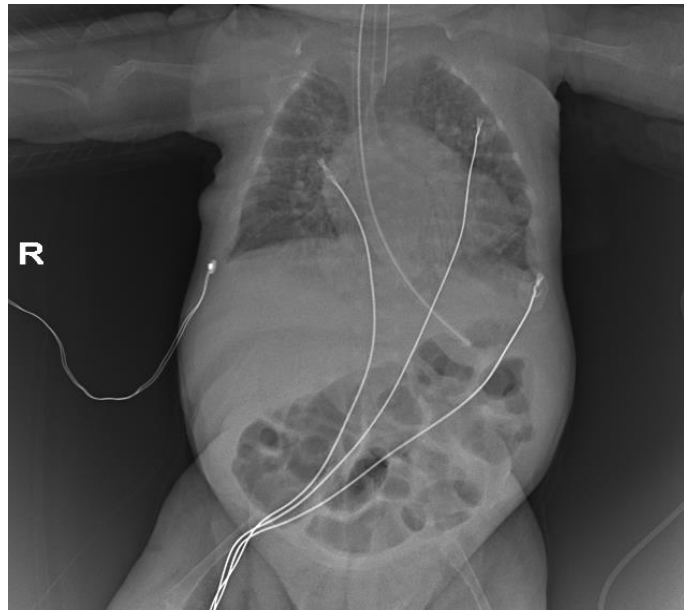


Рисунок 9 – Пациент Г. с БЛД в анамнезе на 3 месяце жизни и весом 1600г. (И/б №7999/A21). Неравномерная пневматизация легочной паренхимы с усилением и деформацией легочного рисунка за счет фиброзного и интерстициального компонента в структуре БЛД, 8 баллов по Greenough. Сердечная тень расширена за счет перегрузки правых отделов, кардиоторакальный индекс составляет 64%. Также по исследованию были выявлены переломы обеих плечевых костей на фоне проявлений гипофосфатазии. Плотность костных структур диффузно резко снижена

Транзиторное тахипноэ новорожденных преимущественно возникает у доношенных новорожденных, рожденных при помощи кесарева сечения. Задержка резорбции фетальной жидкости из легких зачастую после стремительных родов проявляется в снижении лабильности легочной паренхимы и частичной обструкции дыхательных путей. Клинически транзиторное тахипноэ чаще легкой формы и улучшение состояния наблюдается без применения искусственной вентиляции легких (Рисунок 10).



Рисунок 10 – Доношенный новорожденный М., пуэрильное дыхание с частотой 60 дыхательных движений в минуту (И/б №35358/А21). Диффузное снижение пневматизации, идентичное интерстициальному отеку легких. Снимок выполнен в положении лежа на животе в связи с сопутствующей патологией, контуры тени сердца прослеживаются неотчетливо, на изображении она расположена слева. Объем легких соответствует норме, купол диафрагмы лоцируется на уровне задних отрезков 9 ребер

Неонатальная пневмония (n=17), развившаяся в первые 3 суток жизни, при микрофокусной рентгенографии проявлялась идентично РДС и диагностировалась по сочетанию с клиническими и лабораторными данными по наличию гнойной мокроты, результатам бактериологического исследования, лейкоцитозу и тромбоцитопении. Также зачастую процессы других респираторных заболеваний сопутствовали инфильтративным изменениям, например РДС, аспирация мекония или амниотической жидкости, различные патологические состояния сердечно-сосудистой системы с усилением легочного рисунка. При развитии клинической картины и подозрении на пневмоническую инфильтрацию при рентгенографии значимых фокусов затенения не определялось, но при развитии воспаления возможно было эффективно установить динамику процесса (Рисунок 11).



Рисунок 11 – Доношенный новорожденный К. на первых сутках жизни (И/б №84578/A20). Неравномерная пневматизация легочной паренхимы с участками гиповентиляции за счет пневмонической инфильтрации. Легочный рисунок обогащен с наличием перибронхиальных изменений. В дальнейшем была определена клебсиеллезная этиология процесса, на момент исследования типичных для нее участков кистозно-буллезных изменений не выявлено

Нередко при развитии клинической картины воспалительных изменений и подозрении на пневмоническую инфильтрацию при рентгенографии значимых фокусов затенения не было выявлено, но при развитии воспаления, возможно, эффективно проследить динамику процесса. Причем с учетом системного характера воспалительных изменений в неонатальном периоде определяемые изменения возможны с обеих сторон.

При бактериальной пневмонии выявляется инфильтрация, а затем наиболее патогномично наличие свободной жидкости в плевральной полости на фоне ретикулогранулярных затенений и участков сгущения легочного рисунка (Рисунок 12).

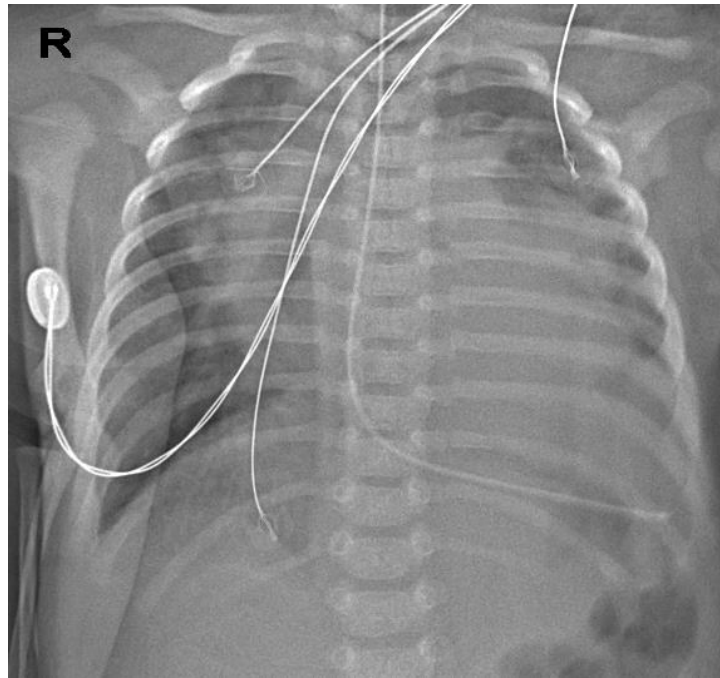


Рисунок 12 – Пациент Г. в 3 месяца при весе 3340 г. (И/б №9291/А21). Определяются обширные зоны прикорневой гиповентиляции с обеих сторон за счет пневмонической инфильтрации. Легочный рисунок усилен, слабодифференцирован. Сердечная тень расширена, контур прослеживается фрагментарно. Левый купол диафрагмы не дифференцируется

Пациентке после коррекции ВПС, при отсроченном на 3 дня закрытии грудины, выполнена микрофокусная рентгенограмма еще через двое суток, по которой визуализируется неоднородная пневматизация правого легкого и усиление легочного рисунка за счет перибронхиальных изменений воспалительного характера (Рисунок 13).

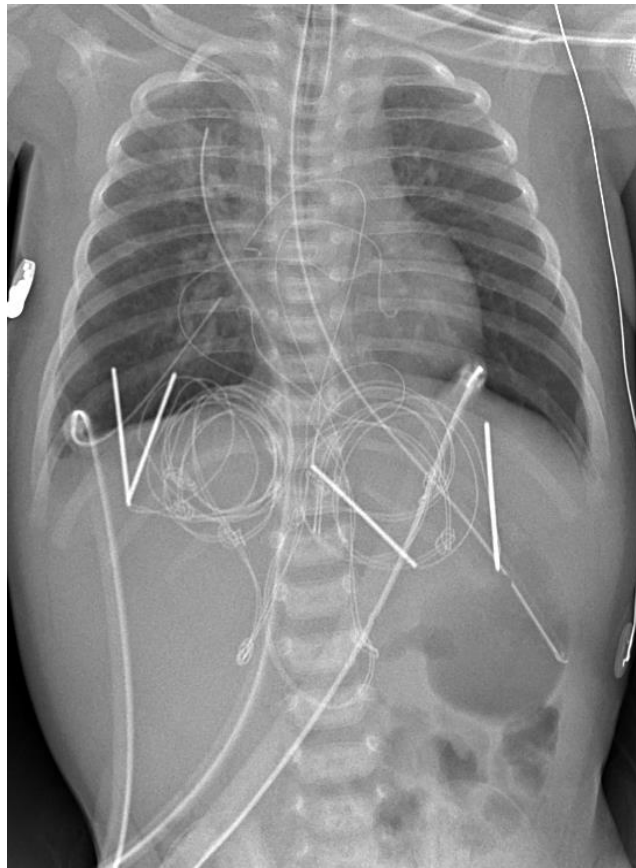


Рисунок 13 – Пациент Р. с развившемся воспалительным процессом в легких, 5 день после оперативного вмешательства (И/б №24012/A21). Зона гиповентиляции в верхнем поясе правого легкого

Аспирационная пневмония непосредственно связана с попаданием инородного содержимого в бронхиальное дерево, при родоразрешении возможна аспирация околоплодными водами или содержимым желудка при срыгивании (Рисунок 14).

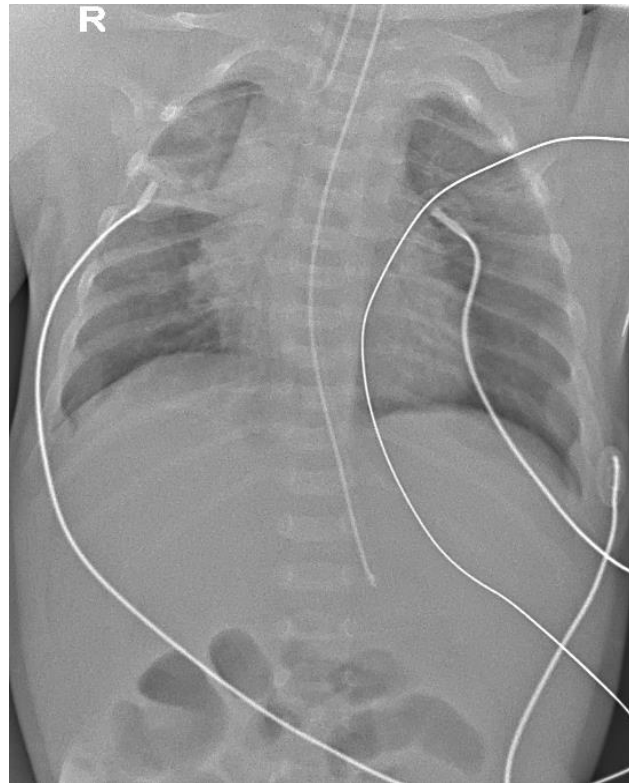


Рисунок 14 – Пациент С. (И/б № 53858/A20). Неравномерная гиповентиляция верхней доли правого легкого за счет пневмической инфильтрации на фоне небольшого воздушного содержимого в плевральной полости

Скопление воздуха в плевральной полости (n=21) хорошо дифференцируется при микрофокусной рентгенографии. Пневмоторакс в зависимости от объема воздуха может оттеснять средостение и расширять межреберные промежутки. Прилежащие отделы легких могут быть оттеснены без значимых изменений или консолидированы за счет компрессионного воздействия. Легочный рисунок на фоне скопления воздуха не просматривается, контур легкого обычно представлен достаточно четко (Рисунок 15).



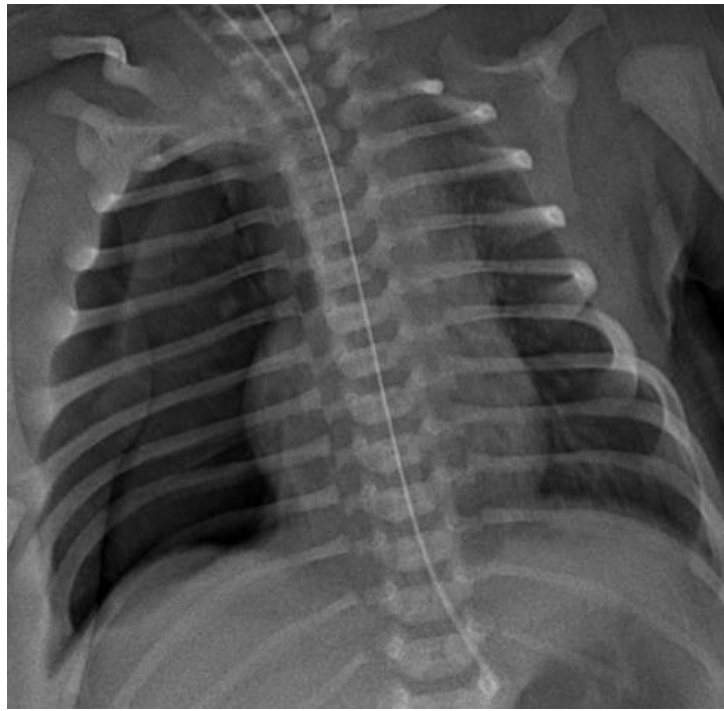


Рисунок 15 – Пациент Х. (И/б №40822/А21). Выявлен правосторонний пневмоторакс с умеренным скоплением свободного воздуха по субкостальной поверхности. Виден край колабированного легкого, пневматизация левого легкого несколько снижена, средостение не смещено, купол диафрагмы расположен типично, что свидетельствует о ненапряженном характере пневмоторакса

Немаловажным при исследовании органов грудной клетки и брюшной полости являлось определение положения венозных катетеров, дренажных трубок, различных устройств слежения за состоянием пациента и определение состоятельности серкляжа грудины у послеоперационных пациентов. Хорошая контрастность микрофокусной рентгенографии позволяет отчетливо их дифференцировать на фоне мягких тканей (Рисунок 16).

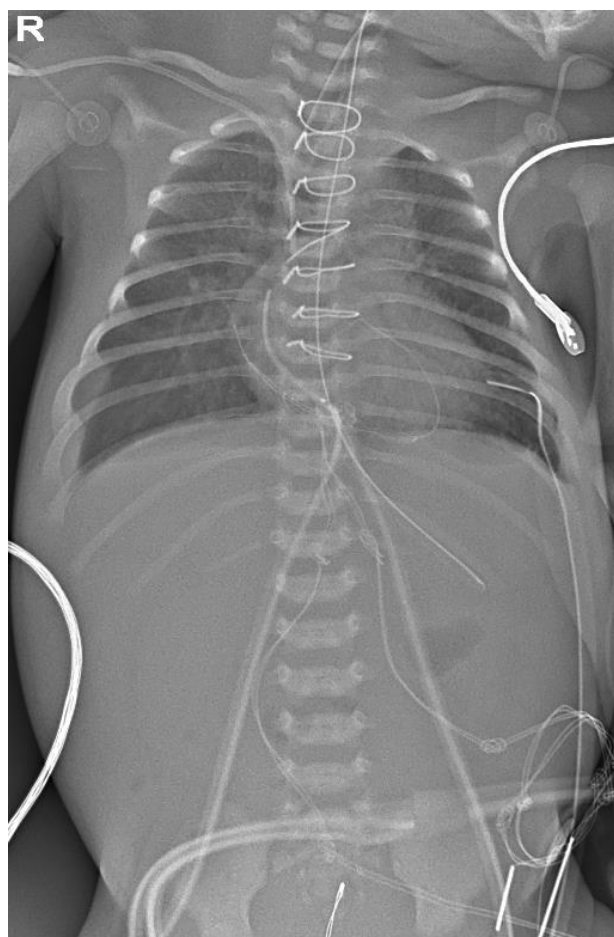


Рисунок 16 – Пациент X. после кардиохирургической операции возрастом 13 суток (И/б 44937/A21). Визуализируются расположение устройств мониторинга состояния, ЦВК, эндотрахеальной трубки, дренажа в левой плевральной полости и перикардиальных дренажей, электродов в проекции камер сердца и зонда в проекции желудка

При параличе диафрагмального нерва пораженный купол диафрагмы располагается высоко, при вдохе поднимается вверх, а при выдохе — опускается (симптом «коромысел»). В то же время высокое расположение купола диафрагмы может быть связано с недоразвитием мышечного слоя, в результате чего она приподнимается, но сохраняет куполообразную форму.

Диафрагмальные грыжи (n=36), локализованные в левых отделах купола диафрагмы, сразу после рождения до периода заполнения кишки воздухом скиалогически представляют участок затенения и затем уже визуализируется появление участков пневматизации петель кишки, пролабирующих в грудную полость. При смещении в грудную полость желудка дифференцируется большой

газовый пузырь. Средостение на фоне грыжи смещается контрлатерально (Рисунок 17).



Рисунок 17 – Пациент С. с неполной триадой Кантрелла (III типа) и левосторонней ложной диафрагмальной грыжей (И/б №2086/А20). Левосторонняя ложная грыжа диафрагмы с петлями кишки в содержимом, желудок располагается на уровне брюшной полости. Тень средостения смещена вправо. В проекции брюшной полости определяется тень омфалоцеле

Этому же пациенту проведено послеоперационное исследование (Рисунок 18).

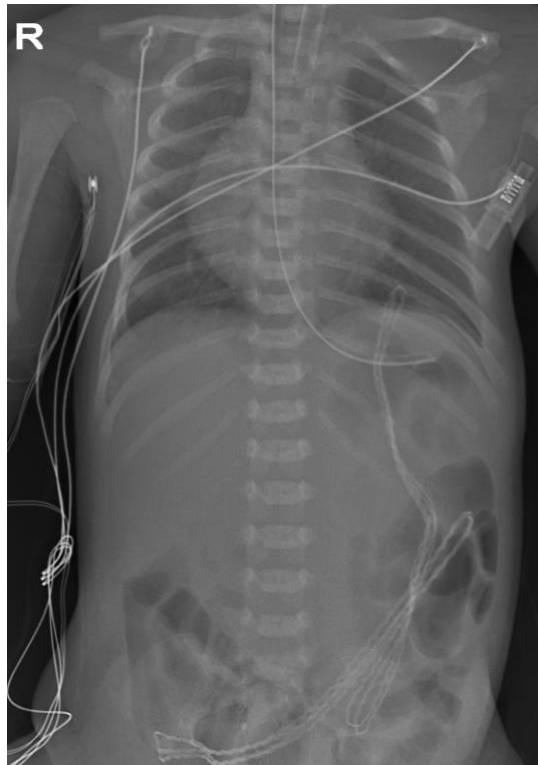


Рисунок 18 – Тот же пациент С. (И/б №2086/А20) с неполной триадой Кантрелла (III типа) и пликированной диафрагмой. Контур диафрагмы четкий и ровный, омфалоцеле не определяется

При рентгенологической диагностике патологических состояний пищеварительного тракта обращает на себя внимание растяжимость петель кишки. При введении водорастворимого контрастного препарата в соотношении 1:1 с физиологическим раствором определяется нарушение топографии петель кишки, что позволяет заподозрить нарушение поворота (Рисунок 19 и 20). При выполнении рентгенограмм в динамике с разницей в 3 часа возможно определить адекватность пассажа контрастного препарата по тонкой и толстой кишке.



Рисунок 19 – Пациент К. с гиперпневматозом до введения контраста (И/б №37124/А21). Повышенная пневматизация петель кишки, дистальный конец желудочного зонда расположен в проекции желудка



Рисунок 20 – Тот же пациент К. (И/б №37124/А21) с гиперпневматозом после введения контраста. Заполнение желудка контрастным препаратом, пассажа контраста в дистальные отделы кишки не определяется

При подозрении на некротический энтероколит (n=4), развивающийся чаще всего на фоне недостаточности кровоснабжения слизистой оболочки кишки

новорожденного вследствие перинатальной гипоксии и изменении кровотока по мезентериальным сосудам, рентгенография брюшной полости является важной составляющей в стадировании патологического процесса. Так, одним из признаков является асцит, при котором у новорожденных предполагают увеличение объема брюшной полости за счет расширения ее границ (Рисунок 21).

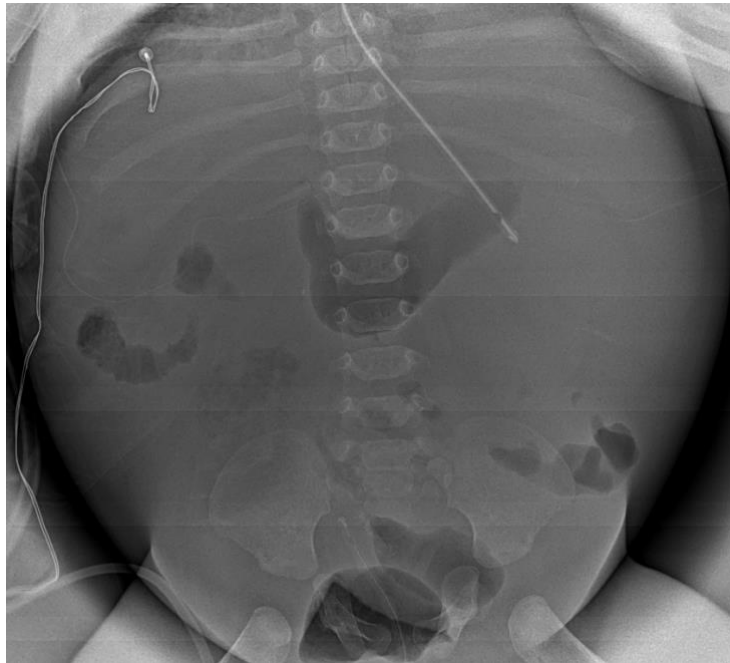


Рисунок 21 – Пациент В. с перерывом нижней полой вены, синдромом мальротации кишки и атрезией желчных протоков возраст (И/б 39651/A20). Расширение границ брюшной полости, что позволяет заподозрить увеличенный объем жидкости – проявления асцита, также отмечается снижение пневматизации петель кишки

Изменения со стороны костных структур дифференцируются в том числе при остальных патологических изменениях области исследования органов грудной клетки и брюшной полости. Определяется снижение или повышение плотности костей скелета, деформации тел позвонков, сращение ребер, переломы и патологические образования (Рисунок 22).

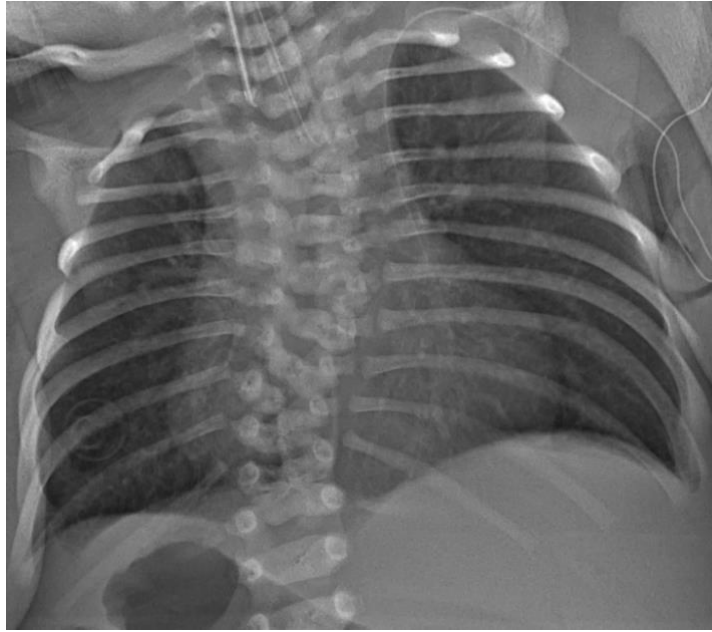


Рисунок 22 – Пациент Ш. с неполной VACTERL-ассоциацией (И/б №79904/A20). Аплазия третьего ребра слева, дополнительные боковые полупозвонки справа между Th3 и Th4, слева между Th8 и Th9, конкреценция Th11 и Th12 позвонков

Таким образом, семиотика патологических изменений органов грудной клетки характеризуется наличием участков затенения или просветления легочной паренхимы; компонентом в рентгеновской картине являются усиление, сгущение, деформация или обеднение легочного рисунка. Также при рентгенографии оценивается положение купола диафрагмы и изменения в области реберно-диафрагмальных синусов, положение зондов, дренажей и катетеров.

Для диагностики патологии брюшной полости необходимо определять пневматизацию петель кишки, наличие «уровней» жидкости, свободного газа, а также косвенных признаков асцита.

Применение микрофокусной рентгенографии дополнительно позволяет оценить состояние и патологические изменения костно-мышечной системы, например, травматические, деструктивные, послеоперационные изменения или аномалии развития. Таким образом решена вторая задача диссертационного исследования.

### 3.2. Результаты сравнительной оценки информативности микрофокусной рентгенографии и традиционной рентгенографии в визуализации органов грудной клетки и брюшной полости

Исследования основной группы пациентов проводили с помощью мобильного микрофокусного рентгеновского комплекса, для контрольной группы исследования проводились на мобильном рентгеновском аппарате Mobilett XR Digital (Siemens, Германия). Результатом исследования в обеих группах было получение медицинских диагностических изображений в формате DICOM.

Формат DICOM является мировым стандартом хранения и передачи медицинских изображений, сохраняющий персональные данные пациента, включая указанные рентгенолаборантом антропометрические характеристики, данные о диагностическом оборудовании и медицинском учреждении, времени и анатомической области исследования, используемые физико-технические параметры и параметры самого изображения. Это позволяет унифицировать формальный подход к оценке изображений одной модальности, выполненных при помощи разных моделей диагностического оборудования.

Сравнительная информативность изображений, выполненных при помощи обеих систем визуализации, проводилась тремя врачами-экспертами с опытом работы по специальности «рентгенология» более 10 лет. Метод субъективной экспертной оценки позволил определить диагностическое качество рентгеновских изображений, полученных при помощи метода микрофокусной рентгенографии в сравнении с традиционным рентгеновским методом.

Для оценки качества рентгенограмм была предложена шкала от «0» до «10», где число «0» означает – «оценить не представляется возможным», числа от «1» до «10» представляют градацию качества изображения от неудовлетворительного – «1» до превышаемого необходимого качество – «10».

Эксперты оценивали параметры общего качества визуализации легочных полей, средостения, брюшной полости и костной системы. Дополнительно было



предложено оценить размытие границ различных тканей, соотношение контраст/шум (CNR) и дифференцировку характерных деталей изображения.

Диагностическое качество рентгенограмм при оценке легочных полей определялось по визуализации легочной паренхимы, включая оценку легочного рисунка, корней легких и, при наличии изменений, плевральных полостей.

При оценке средостения определялось качество визуализации его структуры, дифференцировка расширения границ и четкость контуров.

Для брюшной полости оценивалась пневматизация желудочно-кишечного тракта, наличие участков дополнительных теней и просветлений.

Оценка костной системы проводилась по наличию характерных контуров и структуры костей в зоне исследования.

Размытие границ тканей на рентгеновском снимке являлось совокупностью проявлений динамической и геометрической нерезкости.

CNR оценивалось по неоднородности цветовой передачи информации при идентичных параметрах контрастности.

Для оценки дифференцировки характерных деталей изображения были выявлены градации наименьших деталей изображений и определялась качество их визуализации.

Оценка в «10» баллов предполагала значимо превышающее необходимое качество исследуемых параметров. Оценка в «7-9» баллов соответствовала достаточному качеству визуализации в выявлении патологических процессов. При оценке в «3-6» баллов исследование имело достаточную диагностическую значимость, но затруднена была оценка характера патологического процесса. При оценке в «1-2» балла качество изображения было неудовлетворительным. Оценка в «0» баллов определялась в случае резко сниженной визуализации зоны интереса изображения.

Для анализа были представлены торакоабдоминальные рентгеновские исследования разных возрастных групп.

## Клиническое наблюдение №1.

Пациенту Т. с установленным диагнозом БЛД (новая форма) в возрасте 4 месяцев проведены исследования с разницей в несколько дней. Первая рентгенограмма выполнена при помощи мобильного микрофокусного рентгеновского комплекса на которой определяется неравномерная пневматизация, обширные зоны гиповентиляции и зоны консолидации легочной паренхимы справа с наличием участков мелкокистозных просветлений, легочный рисунок усилен и деформирован за счет фиброзного и интерстициального компонента. Сердечная тень не расширена, расположена срединно, контур ее прослеживается отчетливо. Купол диафрагмы четкий, ровный, реберно-диафрагмальные синусы свободны. Дистальный конец ЦВК в проекции правой подключичной вены. ЭТГ дифференцируется на тело одного позвонка выше бифуркации трахеи, зонд в проекции желудка. Петли тонкой кишки достаточно равномерно пневматизированы, в проекции толстой кишки воздуха не определяется. Свободного воздуха и «уровней» жидкости в брюшной полости не определяется. Выявлены переломы обеих бедренных костей в средней трети (Рисунок 22).

Вторая рентгенограмма произведена на традиционном мобильном рентгеновском аппарате через 2 суток – определяется положительная динамика по легочным полям, уменьшение объема воздуха в ЖКТ и угловая деформация перелома правой бедренной кости (Рисунок 23). В остальном существенной динамики не наблюдалось.

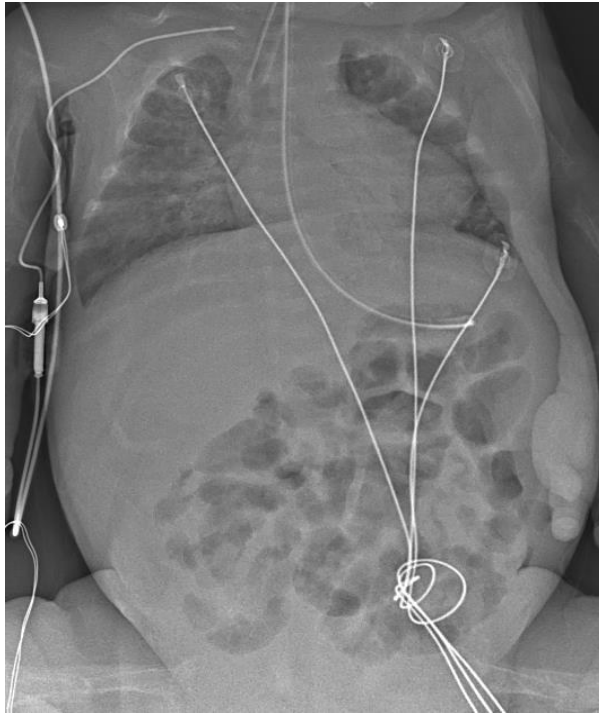


Рисунок 22 – Пациент Т. с БЛД (И/б №85835/А20). На микрофокусной рентгенограмме определяются признаки гиповентиляции, усиления и деформации легочного рисунка

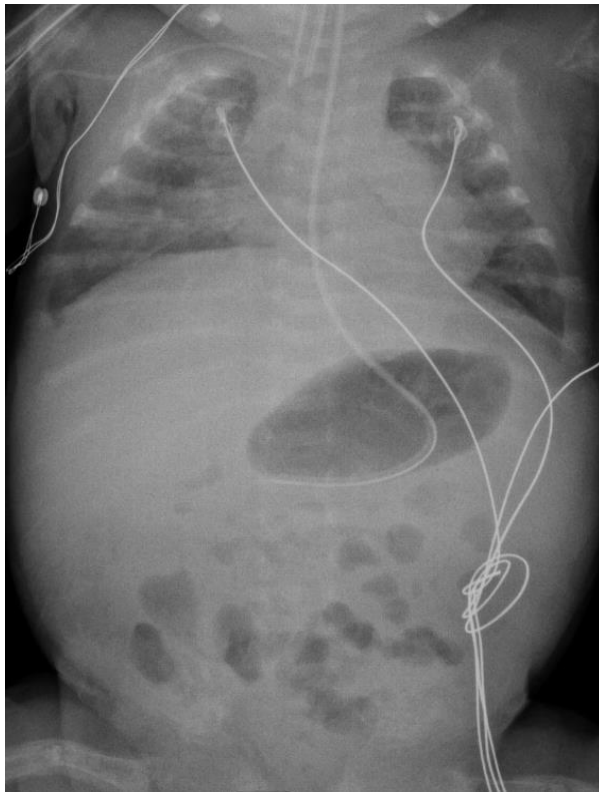


Рисунок 23 – Тот же пациент Т. с БЛД (И/б №85835/А20). Традиционная рентгенограмма через 2 суток, идентичные изменения с нерезко выраженной положительной динамикой

Следует отметить, что визуализация структуры изменений легочной паренхимы, дифференцировка трахеи и главных бронхов, четкость контуров тканей при микрофокусной рентгенографии признана несколько лучшей.

#### Клиническое наблюдение №2.

Пациенту К. с пороком ротации и фиксации средней кишки были с разницей в 9 суток выполнены торакоабдоминальные рентгенограммы. Первая рентгенограмма выполнена при помощи традиционного мобильного рентгеновского аппарата, вторая при помощи мобильного микрофокусного рентгеновского комплекса, после ирригографического исследования (Рисунок 24 и 25).

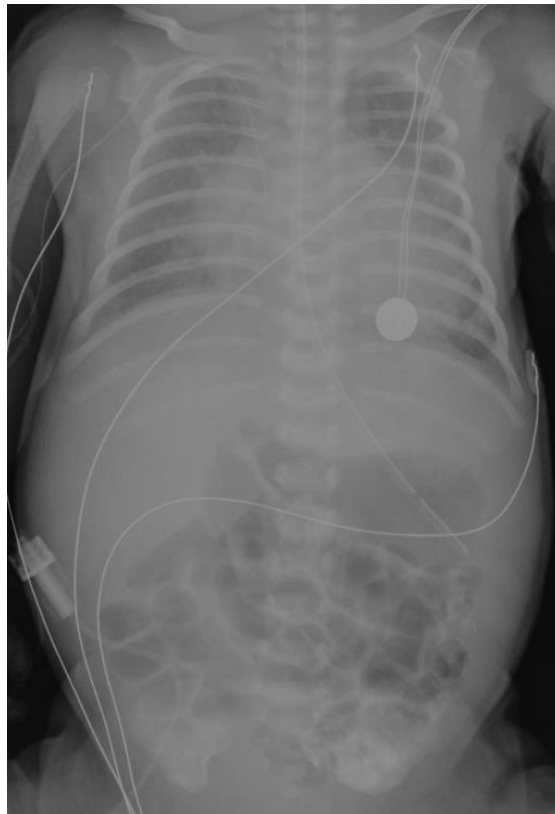


Рисунок 24 – Пациент К. с пороком ротации и фиксации средней кишки. (И/б №37124/A21). Исследование выполнено при помощи традиционного мобильного рентгеновского аппарата. Паренхима легких удовлетворительной пневматизации, легочный рисунок усилен за счет сосудистого и интерстициального компонента без видимых инфильтративных изменений

Конфигурация сердечной тени типична, имеет четкие и ровные контуры, расположена срединно. Купол диафрагмы четкий, ровный, реберно-диафрагмальные синусы свободны. Дистальный конец ЦВК в проекции правого предсердия. Петли кишки умеренно пневматизированы. Зонд в проекции желудка.

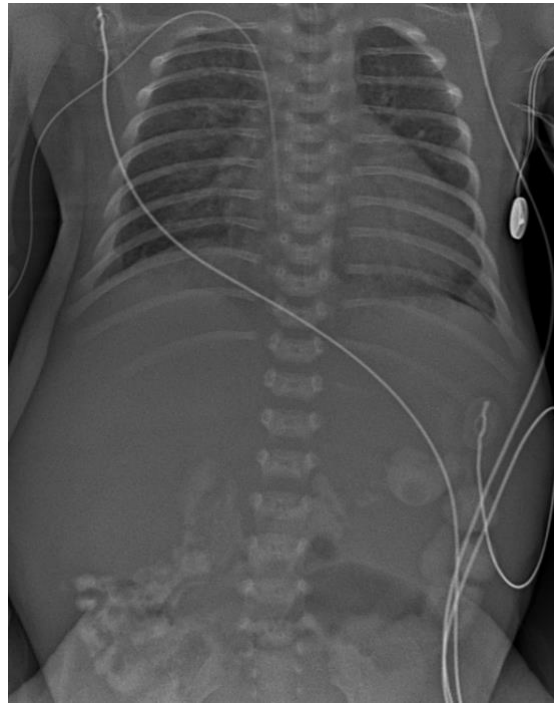


Рисунок 25 – Тот же пациент К. (И/б №37124/A21). с пороком ротации и фиксации средней кишки. Очередная рентгенограмма при ирригографии выполнена при помощи микрофокусной рентгенографии. Петли кишки меньшей пневматизации, частично заполнены контрастным препаратом в дистальных отделах. Зонд в проекции дистальных отделов пищевода

Соотношение контраст/шум на микрофокусной рентгенограмме отмечается несколько большее, но резкость изображения превышает таковую, чем при использовании традиционной методики, что позволяет более детально изучить изменения органов грудной клетки и брюшной полости.

### Клиническое наблюдение №3.

Пациенту С. возрастом 7 суток в послеоперационном периоде, на 1 и 2 сутки после оперативного вмешательства по поводу ВПС, проведены рентгеновские исследования (Рисунок 26 и 27).

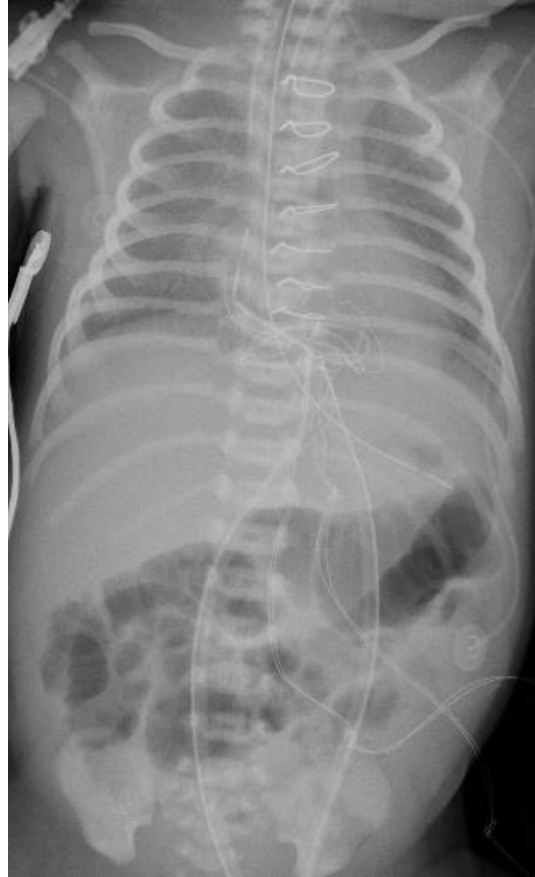


Рисунок 26 – Пациент С. в послеоперационном периоде на 1 сутки (И/б №4210/А21). Рентгенограмма выполнена при помощи традиционного мобильного рентгеновского аппарата. Диффузная гиповентиляция и легочный рисунок слабо дифференцирован

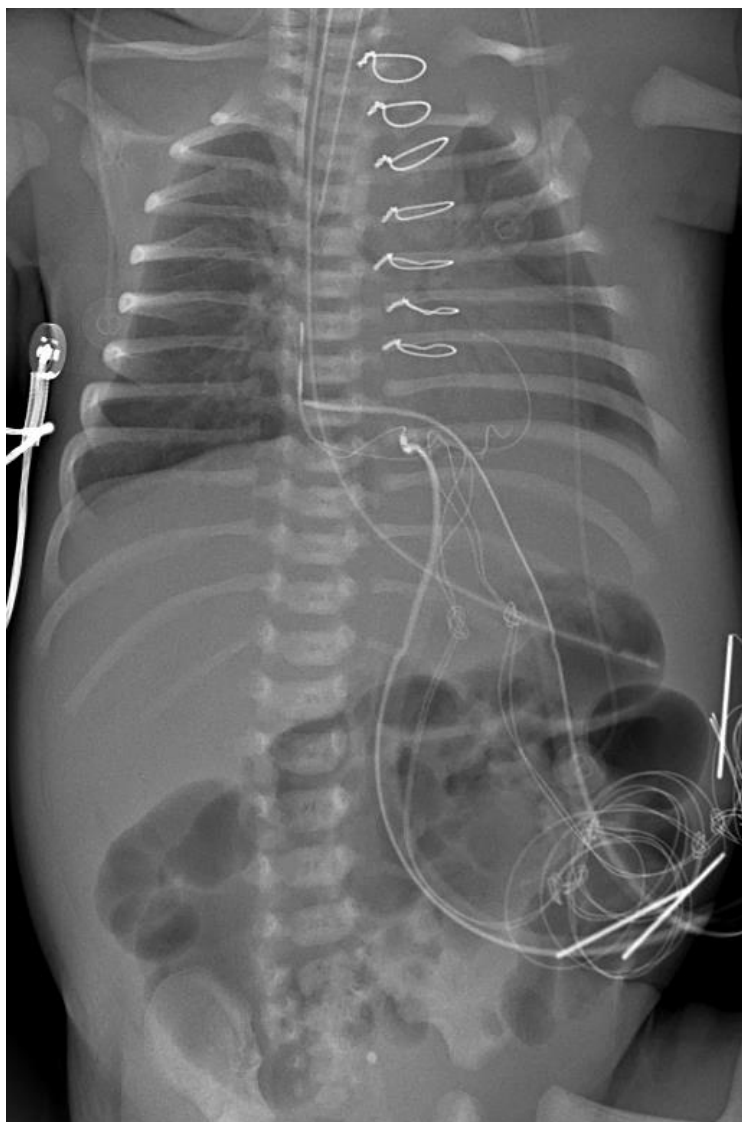


Рисунок 27 – Тот же пациент С. (И/б №4210/А21) в послеоперационном периоде на 2 сутки. Исследование выполнено при помощи мобильного микрофокусного рентгеновского комплекса. Определяются перибронхиальные изменения, которые возможно интерпретировать как инфекционный компонент. Снимок выполнен с поворотом влево. В остальном, серкляж грудины, положение ЦВК, электродов и желудочного зонда без особенностей

При обоих методах визуализации информативность исследования удовлетворительна.

Клиническое наблюдение №4.

Пациенту Д., в анамнезе которого недоношенность и тяжелая форма РДС, на 21 сутки жизни при весе в 860 грамм выполнена рентгенография при помощи традиционного мобильного рентгеновского аппарата (Рисунок 28). Контрольное

исследование провели при помощи мобильного микрофокусного рентгеновского комплекса на 24 сутки жизни (Рисунок 29).

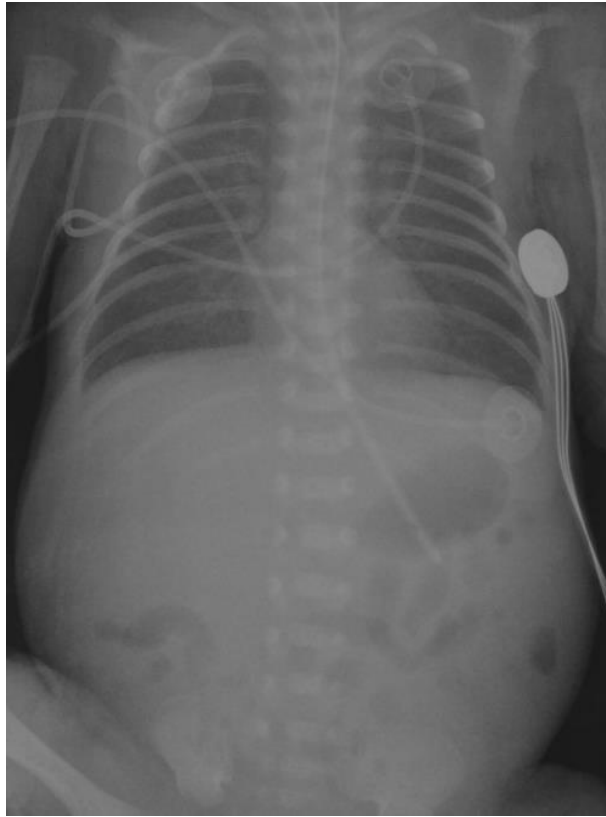


Рисунок 28 – Недоношенный новорожденный Д. (И/б №73600/A20). Традиционная рентгенограмма. Пневматизация легочной паренхимы снижена с нерезкими ретикулогранулярными изменениями; сердечная тень типичного положения, имеет четкие контуры, купол диафрагмы также без особенностей



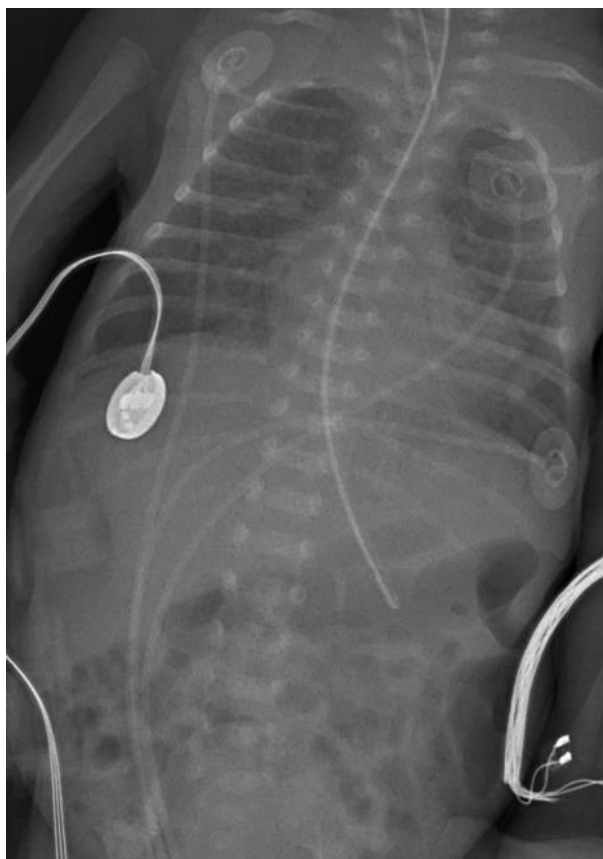


Рисунок 29 – Тот же пациент Д. (И/б №73600/A20) через 3 суток. Микрофокусная рентгенограмма. Выявляется усиление легочного рисунка за счет формирования интерстициальных фиброзных изменений; кишка более пневматизированна

При обоих методах визуализации информативность исследования удовлетворительна.

#### Клиническое наблюдение №5.

Пациенту Б. с инфекционно-воспалительным процессом в легких на 4 сутки жизни выполнена рентгенограмма при помощи традиционного мобильного рентгеновского аппарата на которой определяется диффузное снижение пневматизации правого легкого и гиповентиляция в верхнем поясе левого легкого, усиление и сгущение легочного рисунка в прикорневых отделах за счет инфильтративных изменений (Рисунок 30). На 7 сутки жизни выполнена рентгенограмма при помощи мобильного микрофокусного рентгеновского комплекса на которой определяется положительная динамика и можно судить о

усилении легочного рисунка за счет сосудистого компонента (Рисунок 31). Тень средостения в обоих случаях без особенностей, отмечается умеренный объем воздуха в ЖКТ.



Рисунок 30 – Пациент Б. с инфекционно-воспалительным процессом в легких (И/б №34163/A21). Исследование выполнено при помощи традиционного мобильного рентгеновского аппарата. Инфильтративные изменения в обоих легких (D>S)



Рисунок 31 – Тот же пациент Б. (И/б №34163/А21) с инфекционно-воспалительным процессом в легких через 3 суток. Исследование выполнено при помощи мобильного микрофокусного рентгеновского. Пневматизация легочной паренхимы улучшилась на фоне положительной динамики процесса

Сравнительные данные, полученные при анализе изображений врачами-экспертами, изучены в программе STATISTICA по Box&Whiskerplot (Таблица 10).

Таблица 10 – Сравнение рентгеновских изображений

| Group 1 vs. Group 2   | T-test for Independent Samples (Лист1 in Таблица сравнение)<br>Note: Variables were treated as independent samples |                 |                 |           |                 |                    |                    |                     |                     |                      |                 |
|---|--|-----------------|-----------------|-----------|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-----------------|
|   | Mean<br>Group 1  | Mean<br>Group 2 | t-value         | df        | p               | Valid N<br>Group 1 | Valid N<br>Group 2 | Std.Dev.<br>Group 1 | Std.Dev.<br>Group 2 | F-ratio<br>Variances | p<br>Variances  |
| Легочные поля Siemens Mobilett vs. Легочные поля Микро                  | 8,550000   | 8,500000        | 0,27082         | 80        | 0,787224        | 41                 | 41                 | 0,835165            | 0,836660            | 1,003584             | 0,991029        |
| Средостение Siemens Mobilett vs. Средостение Микро                      | 8,025000   | 8,100000        | -0,47682        | 80        | 0,634791        | 41                 | 41                 | 0,724137            | 0,700000            | 1,070153             | 0,831287        |
| Брюшная полость Siemens Mobilett vs. Брюшная полость Микро              | 7,925000   | 8,025000        | -0,67730        | 80        | 0,500167        | 41                 | 41                 | 0,685109            | 0,651441            | 1,106038             | 0,751504        |
| Костная система Siemens Mobilett vs. Костная система Микро              | 8,575000   | 8,675000        | -0,59356        | 80        | 0,554483        | 41                 | 41                 | 0,802730            | 0,720677            | 1,240674             | 0,498367        |
| Размытие границ Siemens Mobilett vs. Размытие границ Микро              | 8,475000   | 8,750000        | -1,65146        | 80        | 0,102565        | 41                 | 41                 | 0,805838            | 0,698212            | 1,332051             | 0,368379        |
| CNR Siemens Mobilett vs. CNR Микро                                      | 8,575000   | 8,400000        | 1,19155         | 80        | 0,236961        | 41                 | 41                 | 0,737818            | 0,583095            | 1,601103             | 0,140889        |
| <b>Характерные детали Siemens Mobilett vs. Характерные детали Микро</b> | <b>7,800000</b>  | <b>8,025000</b> | <b>-1,24720</b> | <b>80</b> | <b>0,215964</b> | <b>41</b>          | <b>41</b>          | <b>0,900000</b>     | <b>0,724137</b>     | <b>1,544696</b>      | <b>0,173455</b> |

Из таблицы 10 следует, что достоверного различия по баллам визуализации рентгенограмм между традиционным мобильным рентгеновским аппаратом (Siemens) и мобильным микрофокусным рентгеновским комплексом не выявлено.

С применением методов статистического анализа проведено сравнение по различным диагностическим критериям скиалогических признаков (Рисунок 32 – 38).

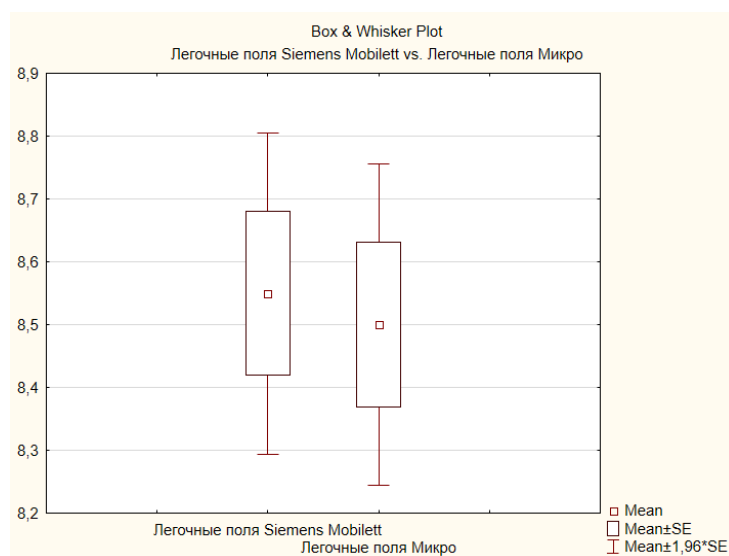


Рисунок 32 – Сравнение по критерию «легочные поля»

Из рисунка 32 следует, что по критерию «легочные поля» информативность микрофокусной рентгенографии идентична традиционной рентгенографии.

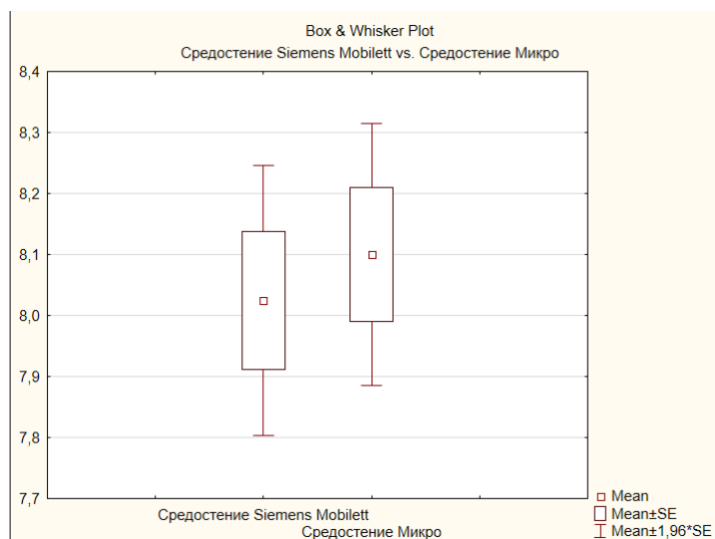


Рисунок 33 – Сравнение по критерию «средостение»

Из рисунка 33 следует, что по критерию «средостение» информативность микрофокусной рентгенографии идентична традиционной рентгенографии.

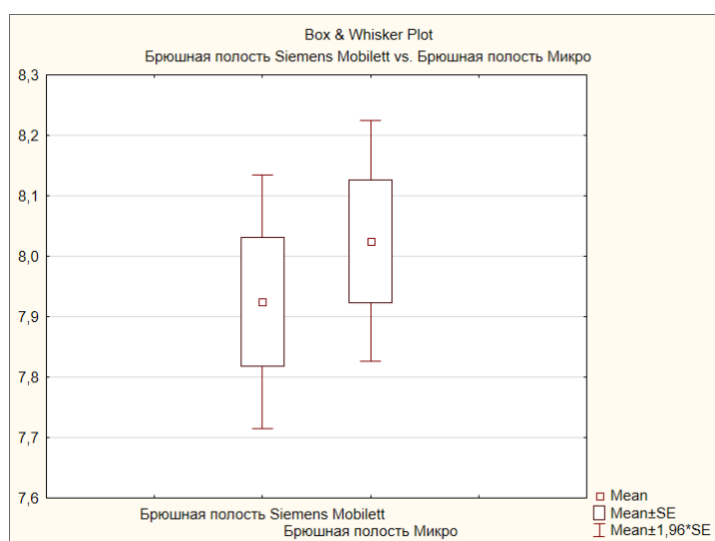


Рисунок 34 – Сравнение по критерию «брюшная полость»

Из рисунка 34 следует, что по критерию «брюшная полость» информативность микрофокусной рентгенографии минимально превосходит традиционную рентгенографию.

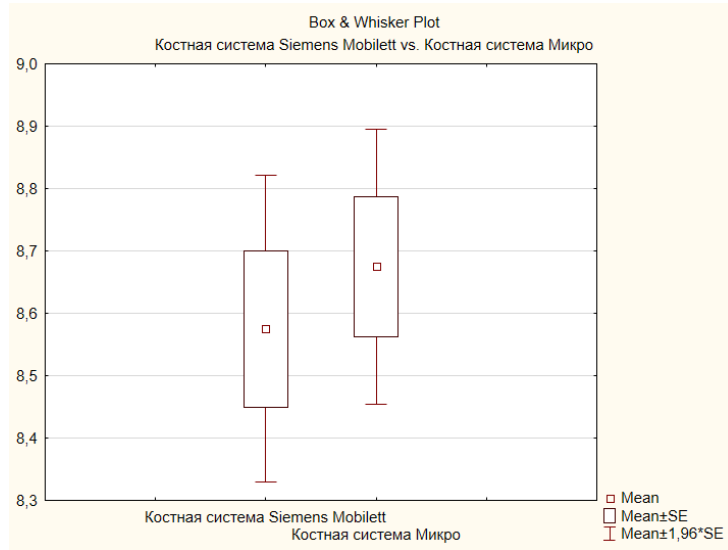


Рисунок 35 – Сравнение по критерию «костная система»

Из рисунка 35 следует, что по критерию «костная система» информативность микрофокусной рентгенографии минимально превосходит традиционную рентгенографию.

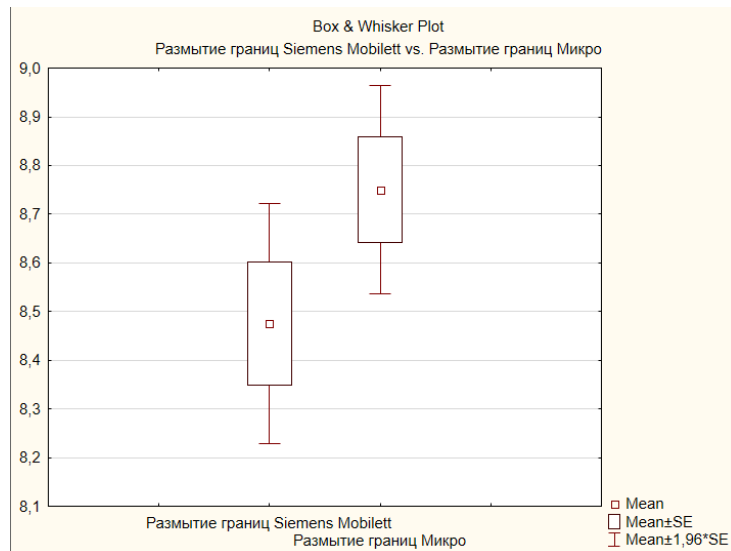


Рисунок 36 – Сравнение по критерию «размытие границ»

Из рисунка 36 следует, что по критерию «размытие границ» информативность микрофокусной рентгенографии превосходит традиционную рентгенографию.

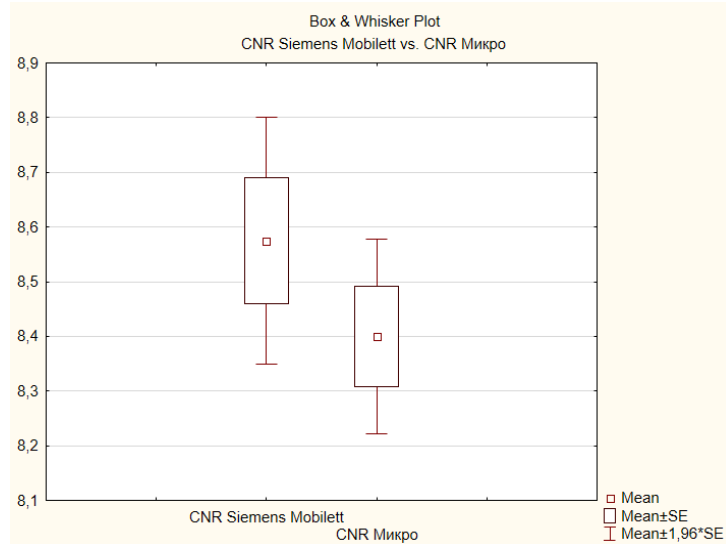


Рисунок 37 – Сравнение по критерию «контраст/шум»

Из рисунка 37 следует, что по критерию «контраст/шум» информативность микрофокусной рентгенографии несколько уступает традиционной рентгенографии.

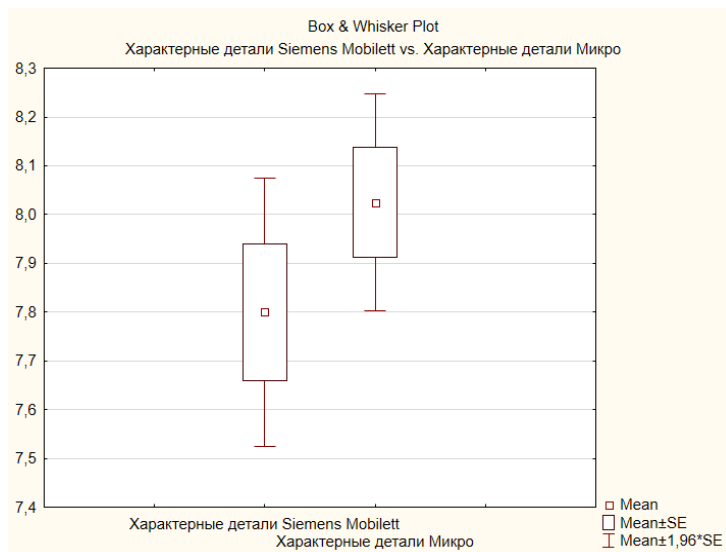


Рисунок 38 – Сравнение по критерию «характерные детали»

Из рисунка 38 следует, что по критерию «характерные детали» информативность микрофокусной рентгенографии несколько превосходит традиционную рентгенографию.

Таким образом, проведенный сравнительный анализ показал, что оценка и описание одних и тех же показателей по данным микрофокусной рентгенографии и традиционной рентгенографии не вызывает дополнительных трудностей, а информативность снимков, выполненных на мобильный микрофокусный рентгеновский комплекс преимущественно не уступает традиционному мобильному рентгеновскому аппарату, зачастую имеет несколько более высокий показатель соотношения контраст/шум и имеет преимущество в четкости контуров и выявлении мелких деталей изображения.

### 3.3 Определение степени снижения дозовых нагрузок на пациента при использовании методики микрофокусной рентгенографии в сравнении с традиционными рентгеновскими методиками

Одной из задач научного исследования является определение степени снижения дозовых нагрузок на пациента при использовании метода микрофокусной рентгенографии в сравнении с традиционным рентгеновским методом.

Результаты проведенного диссертационного исследования свидетельствуют о низких значениях лучевой нагрузки, которая даже при максимальных значениях напряжения и силы тока во время съемки составляла около 0,03 мЗв (Таблица 11).



Таблица 11 – Эффективная доза облучения при исследовании органов  
грудной клетки

| Аппарат  | Напряжение<br>, кВ | Экспозиция<br>, мАс | Расстояние<br>источник-<br>приемник,<br>см | Эффективная<br>доза, 60<br>Публикация<br>МКРЗ, мЗв | Эффективная<br>доза, 103<br>Публикация<br>МКРЗ, мЗв |
|--|--------------------|---------------------|--|--|---|
| Традиционная<br>рентгенографи<br>я<br>(Mobilett XP<br>Digital) | 45                 | 2,7                 | 110  | 0,08   | 0,09  |
| Микрофокусна<br>я<br>рентгенографи<br>я<br>«Пардус-Р»          | 65                 | 0,0145              | 15   | 0,03   | 0,03  |
|  | 65                 | 0,0435              | 15   | 0,08   | 0,10  |
|  | 65                 | 0,0725              | 15   | 0,14   | 0,17  |
|  | 65                 | 0,145               | 15   | 0,27   | 0,34  |
|  | 65                 | 0,0145              | 40   | 0,003  | 0,003   |
|  | 65                 | 0,0435              | 40   | 0,009  | 0,009   |
|  | 65                 | 0,0725              | 40   | 0,015  | 0,014   |
|  | 65                 | 0,145               | 40   | 0,030  | 0,029   |

Таким образом установлено, что эффективная лучевая нагрузка при использовании мобильный микрофокусный рентгеновский комплекс соответствует минимальному и пренебрежимому радиационному риску, а также, в зависимости от условий съемки, в несколько раз ниже в сравнении с традиционным рентгеновским аппаратом.

## ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

На сегодняшний день одной из важнейших целей медицинской диагностики является снижение уровня лучевой нагрузки на пациента и персонал при сохранении или улучшении качества визуализации. Несмотря на достаточно широкое использование неионизирующих методов лучевой диагностики, таких как магнитно-резонансная томография и ультразвуковые исследования, для новорожденных и детей раннего возраста рентгеновское исследование остается основным диагностическим направлением (Кальницкий С.А., 2007; Козич А.А., 2018; Кнаркова М., 2018).

С учетом большей чувствительности детей к ионизирующему излучению, работа по снижению эффективной дозы у пациента педиатрического профиля не прекращается, хотя и преимущественно сведена к минимальной за одну экспозицию. Несмотря на это кумулятивная лучевая нагрузка на пациента педиатрического профиля в рамках одного эпизода зачастую составляет весомую часть в общей структуре облучения пациента за год и выводит медицинские процедуры на первое место среди искусственных источников ионизирующего излучения (Вуколова М.Н., 2016; Mesfin Z., 2017; Bose C., 2009).

Кроме того, использование в педиатрической диагностике метода традиционной рентгенографии вне рентгеновского кабинета сопряжено с рядом важных особенностей, которые необходимо соблюдать для получения качественного изображения, таких как близкое расположение пациента к детектору и отведение рентгеновской трубки не меньше, чем на метр для создания необходимых условий съемки в виде увеличения фокусного расстояния. При этом необходимо расположить достаточно габаритный аппарат близко к кувету или к кровати пациента для правильного осевого расположения рентгеновской трубки, пациента и детектора (Крылова А.И., 2016; Бирюкова Т.В., 2007; Mahoney A., 2013).

Мобильный микрофокусный рентгеновский комплекс, созданный на базе аппарата семейства «ПАРДУС», разработанного СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,

беспроводного детектора рентгеновского излучения и станции обработки изображений со специализированным программным обеспечением (DIRA), принципиально отличается от рентгеновских аппаратов, использующих классический метод, за счет меньших размеров фокусного пятна, около 1 мм в классическом исполнении и до 0,1 мм в микрофокусном соответственно.

Использование метода микрофокусной рентгенографии, как специализированного для неонатологии и педиатрии, имеет ряд преимуществ перед классическим. Так, его физические особенности обеспечивают возможность снижения лучевой нагрузки до пренебрежимой, а в глобальном понимании позволяют снизить общую дозу искусственного ионизирующего излучения. Метод микрофокусной рентгенографии позволяет исключить из обязательных условий съемки вынужденное увеличение фокусного расстояния для нивелирования геометрической нерезкости, что позволяет упростить процедуру исследования в нестандартных условиях и, в том числе, получать первично увеличенные рентгеновские изображения (Водоватов А.В., 2018; Misawa M., 2015)

Наряду с клиническими данными и показателями лабораторных исследований при различных заболеваниях органов грудной клетки и брюшной полости, рентгенологические исследования являются ведущими в выявлении патологии, установлении диагноза и определении динамики изменений на фоне лечения. От совершенствования качества рентгенологических исследований зависит визуализация слабовыраженных изменений, что помогает в более детальной интерпретации патологических изменений при заболеваниях органов грудной клетки и брюшной полости на раннем этапе (Hagadorn J.I., 2015; Tutdibi E., 2010).

Таким образом, целью данного исследования являлось улучшение диагностики патологии органов грудной клетки и брюшной полости у новорожденных и детей раннего возраста путем проведения микрофокусной рентгенографии, а также проведение сравнительной оценки с традиционной рентгенографией.

Для выполнения поставленных задач нами были изучены физико-технические основы микрофокусной рентгенографии, которые позволили подобрать оптимальные показатели напряжения, тока и экспозиции, а также остальные важные условия проведения исследования в неспециализированных условиях.

Качество рентгенограмм при различии напряжения на рентгеновской трубке в 10 кВ не приводит к изменению восприятия глазом рентгенокиалогической картины, соответственно, мы имеем возможность повысить напряжение на рентгеновскую трубку при рентгенографии без ущерба для диагностической информации. Это особенно важно, поскольку невозможно не учитывать такой показатель, как динамическая нерезкость изображения. Два связанных между собой значения, напряжение на трубке и время экспозиции, при увеличении первого и уменьшении второго, приведут к снижению поверхностной дозы облучения. Так, в зависимости от антропометрических показателей пациента и области исследования устанавливали напряжение рентгеновской трубки от 55 кВ до 65 кВ. Средний ток составлял 0,1 мА, а время экспозиции преимущественно 0,1 с при неизменном диаметре фокусного пятна в 0,1 мм.

При выполнении исследований использовали методику контактного получения изображения и методику прямого увеличения при необходимости получения первично увеличенных рентгенограмм. Фокусное расстояние составляло до 1,5 раз превышающее продольный размер необходимой области визуализации вне зависимости от расположения детектора, что в свою очередь в 2-4 раза меньше расстояния при использовании метода классической рентгенографии. При необходимости выполнения исследования в боковой проекции детектор устанавливали перпендикулярно плоскости кувеза в связи с малой и нежелательной мобильностью пациентов, в этом случае возможность уменьшения фокусного расстояния особенно актуальна для повышения удобства съемки.

По результатам анализа физико-технических параметров и необходимых условий съемки было представлено учебное пособие «Микрофокусная

рентгенография в клинической практике», а также подготовлены методические рекомендации «Рентгенодиагностические исследования новорожденных». В материалах отражена информация для ознакомления специалистов с основными правилами проведения микрофокусных рентгенодиагностических исследований и обеспечения радиационной безопасности.

Исследования выполняли в рамках государственного задания №42 «Инновационный цифровой рентгенодиагностический комплекс для неонатологии и педиатрии». Всего обследовано 513 пациентов из которых было 364 новорожденных и 149 детей раннего возраста, среди новорожденных дополнительно выделено 153 ребенка, которые родились недоношенными.

Полученные при помощи метода микрофокусной рентгенографии изображения были изучены на предмет наличия патогномичных рентгенологических паттернов и классических представлениях скиалогической картины при различных патологических состояниях органов грудной клетки и брюшной полости. Рентгеновские изображения имели широкий динамический диапазон, что позволило удовлетворительно дифференцировать как высоко, так и низкоплотные структуры. Высокая разрешающая способность метода продемонстрировала возможность выполнения качественных исследований и хорошую контрастную чувствительность полученных изображений (Lukasz M., 2015).

Наиболее важной задачей при исследовании органов грудной клетки являлась непосредственная оценка паренхимы легких, её пневматизация и наличие участков затенения. Необходимо отмечать изменения со стороны легочного рисунка – усиление, сгущение, деформация или его обеднение. Также важно оценить уровень купола диафрагмы и состояние реберно-диафрагмальных синусов, положение зондов, дренажей и катетеров (Santos A., 2019; Parkash A., 2015; Lakshminrusimha S., 2012).

Для диагностики патологии брюшной полости важно отмечать пневматизацию петель кишки, наличие «уровней» жидкости, а также косвенных признаков асцита при выполнении исследования в горизонтальном положении

пациента. Микрофокусная рентгенография позволяет оценить состояние и патологические изменения костно-мышечной системы, например, травматические, деструктивные, послеоперационные изменения или аномалии развития (Puralingegowda A.K., 2014).

Следует отметить, что опыт клинического применения мобильного микрофокусного рентгеновского комплекса для исследования новорожденных и детей раннего возраста обеспечило возможность свободного передвижения рентгенлаборанта по территории медицинского учреждения за счет малых габаритов и веса аппарата, беспроводного детектора рентгеновского излучения и рабочей станции. В палатах интенсивной терапии, при выполнении необходимых манипуляций врачами-реаниматологами, доступ к пациенту не был ограничен за счет возможности рентгеновской съемки без использования штатива для рентгеновского аппарата, а также отсутствия необходимости расположения рабочей станции непосредственно рядом с кроватью пациента, в подобных ситуациях применение мобильного микрофокусного рентгеновского комплекса выглядит более удобным, в связи с наличием большого количества габаритной техники вокруг пациента.

Для сравнения информативности микрофокусной рентгенографии и метода классической рентгенографии при выявлении патологических изменений органов грудной клетки и брюшной полости была сформирована контрольная группа из 40 пациентов, частью из которых были пациенты основной группы, исследование которым проводилась в динамике через короткий промежуток времени, частью пациенты со схожими антропометрическими данными и патологией. Идентичное исследование проводилось при помощи мобильного рентгеновского аппарата Siemens Mobilett XP Digital (Германия). Результаты обследования этой группы были сопоставлены с результатами микрофокусной рентгенографии и проведена субъективная экспертная оценка тремя врачами-специалистами с опытом работы по специальности более 10 лет.

Сравнение классического и микрофокусного методов исследования показало, что затруднения в интерпретации рентгенограмм органов грудной

клетки и брюшной полости у новорожденных и детей раннего возраста не выявлено. Все специалисты участвовавшие в исследовании качества выполненных рентгенограмм пришли к единому мнению, что применение микрофокусной рентгенографии позволяет оценить skiалогическую картину анатомических структур, выявить и провести дифференциальную диагностику патологических изменений.

Сопоставление классического и микрофокусного методов рентгеновского исследования, показал соответствие информативности микрофокусной технологии эталонной, традиционной рентгенографии.

Расчет эффективной дозы облучения, полученный совместно со специалистами НИИРГ им. П.В. Рамзаева, свидетельствует о низких значениях лучевой нагрузки, которая даже при максимальных используемых значениях напряжения и тока во время съемки не превышала 0,02 мЗв. По данным Роспотребнадзора указанное значение эффективной дозы облучения за одно исследование относится к «пренебрежимо малому» диапазону радиационного риска. При этом по результатам расчета идентичного показателя у традиционного мобильного рентгеновского аппарата, значения эффективной нагрузки составляли 0,09 мЗв.

Следуя глобальной цели снижения лучевой нагрузки на пациента, особенно новорожденного, применение метода микрофокусной рентгенографии позволило снизить общую лучевую нагрузку при выполнении множественных исследований в динамике за срок нахождения пациента в стационаре.

Таким образом, благодаря возможности получения достаточного диагностического качества рентгеновского изображения при соблюдении условий радиационной безопасности можно считать, что разработанный отечественный мобильный микрофокусный рентгеновский комплекс является важным этапом развития таких технических средств рентгенодиагностики в неонатологии и педиатрии. Следует развивать данное направление исследований с целью совершенствования диагностики патологических изменений в организме пациента с самого раннего возраста, включая недоношенных новорожденных с

экстремально низкой массой тела; минимизировать воздействие ионизирующего излучения на новорожденных, упростить, ускорить и улучшить диагностику патологических изменений на раннем этапе и тем самым внести вклад в здоровье следующих поколений.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы стремительно развивается современная технология низкодозовой микрофокусной рентгенографии. Положительные отзывы она уже приобрела в таких областях, как травматология и ортопедия, ревматология и стоматология. Основными ее преимуществами являются высокое качество изображений, хорошая резкость и контрастность, что несомненно важно для выявления мелкой, но в то же время значимой патологии, низкая лучевая нагрузка на пациента и высокая мобильность, вследствие малого размера и небольшого веса оборудования. Эти факторы способствуют развитию микрофокусной рентгенографии и внедрению данного метода в педиатрии и, в частности, неонатологии, использованию его в роддомах, перинатальных центрах, детских больницах, поликлиниках и в непригодных для исследований пространствах, в полевых или домашних условиях.

Новорожденные дети с различными патологиями нуждаются не только в первичном рентгенологическом исследовании, но и в неоднократном применении данного метода при динамическом наблюдении. Особенно это касается детей с изменениями в сердечно-сосудистой и дыхательной системах. Актуальной проблемой является повышение информативности традиционного рентгенологического исследования со снижением лучевой нагрузки на пациента без потери качества изображения.

Таким образом, низкодозовая микрофокусная рентгенография может использоваться как самостоятельная методика в педиатрии и имеет перед используемым палатным и стационарным оборудованием существенное преимущество, заключающееся в удобстве использования, мобильности и снижении лучевой нагрузки.

## ВЫВОДЫ

1. Разработанная методика микрофокусной рентгенографии грудной клетки и брюшной полости у новорожденных и детей раннего возраста является эффективным методом выявления патологических изменений и позволяет соблюсти все необходимые условия проведения исследования – учесть физико-технические параметры, особенности укладок и правила радиационной гигиены.

2. Микрофокусная рентгеновская семиотика патологических изменений органов грудной клетки и брюшной полости у новорожденных и детей раннего возраста преимущественно идентична семиотике классической рентгенографии. Рентгеновские изображения, полученные при помощи мобильного микрофокусного рентгеновского комплекса, являются диагностическими значимыми и имеют типичную скialogическую картину при выявлении патологического процесса.

3. Диагностические возможности метода микрофокусной и классической рентгенографии признаны схожими при анализе рентгеновских исследований конституционально схожих детей и детей, которым исследование выполнялось в динамике для оценки изменений патологического процесса. Качество визуализации при использовании метода микрофокусный нередко позволяет визуализировать мелкие структуры без дополнительных трудностей в интерпретации.

4. Рассчитанная эффективная лучевая нагрузка при микрофокусной рентгенографии определяется более низкой (в 2-3 раза), чем при применении традиционного мобильного рентгеновского аппарата.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Важным аспектом является методика укладки пациента и перпендикулярного расположения детектора, пациента и рентгеновской трубки к проходящей через них оси. Нарушение этого условия может привести к значимым ложноположительным или ложноотрицательным результатам.

2. Для правильной интерпретации патологических изменений на микрофокусной рентгенограмме органов грудной клетки и брюшной полости необходим комплексный подход, данные физикальных и лабораторных исследований, полный сбор анамнеза.

3. При оценке динамики выполнение рентгеновских исследований с помощью метода микрофокусной рентгенографии значительно позволит сократить общую лучевую нагрузку на пациента.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Перспективы дальнейшей разработки темы заключаются в расширении применения мобильных микрофокусных рентгеновских комплексов в диагностической практике для своевременного раннего выявления патологических состояний у новорожденных и детей раннего возраста, а также для снижения кумулятивной лучевой нагрузки на пациентов.

Единообразие рентгеновских изображений открывает возможности для машинного обучения и применения искусственного интеллекта для первичной обработки и интерпретации полученных диагностических данных.

Автоматическое программное раскрашивание рентгеновского изображения на экране предварительного просмотра с выделением области патологических изменений может обеспечить своевременное и качественное оказание медицинской помощи в неспециализированных условиях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аврелькина, Е.В. Патоморфологические особенности врожденной диафрагмальной грыжи и ассоциированных с ней пороков развития легких у плодов и новорожденных: дис. ... канд. мед. наук: 14.03.02 - Патологическая анатомия / Аврелькина Екатерина Владимировна. – Саратов, 2015. – 22 с.
2. Акиншин, И.И. Ультразвуковые характеристики интерстициальной ткани, как маркер состояния респираторной системы у новорожденных / И.И. Акиншин, Е.В. Синельникова, А.Ю. Ротарь // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2017. – №3-2. – С.107-113.
3. Анохин, Д.Ю. Обоснование применения цифровой микрофокусной рентгенографии с прямым увеличением изображения в 5,5 раза для обследования кистей пальцев с ревматоидным артритом / Д.Ю. Анохин, И.С. Железняк // Радиология-практика. - 2016. - №6. - С.6-16.
4. Афолина, О.Ю. Диагностика врожденной высокой кишечной непроходимости у новорожденных / О.Ю. Афолина, К.О. Миронова, В.Н. Селифонов, О.А. Никонов // Национальные проекты - приоритет развития здравоохранения регионов: Материалы 54-й межрегиональной научно-практической медицинской конференции. – Ульяновск: ИП Петрова Л.В., 2019. – С. 622-624.
5. Баранов, А.А. Ведение детей с бронхолегочной дисплазией / А.А. Баранов, Л.С. Намазова-Баранова, Н.Н. Володин и соавт. // Педиатрическая фармакология. – 2016. - Т. 13, №. 4. - С. 319-333.
6. Бирюкова, Т.В. Клинико-микробиологические особенности перинатальной инфекционно-воспалительной патологии и респираторного дистресс-синдрома у новорожденных: дис. ... канд.мед.наук: 14.01.08 – Педиатрия / Бирюкова Татьяна Валерьевна. – Оренбург, 2007. – 149 с.
7. Богомазова, И.М. Неонатальная аспирация мекония: факторы риска и особенности адаптации новорожденных / И.М. Богомазова, А.М. Стрижаков, И.В.

Игнатко и соавт. // Акушерство, гинекология и репродукция. – 2018. – Т. 12, №. 4. – С. 5-14.

8. Васильев, А. Ю. Лучевая диагностика / А.Ю. Васильев, Е.Б. Ольхова. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008. - 688 с.

9. Васильев, А.Ю. Лучевая диагностика в педиатрии : национальное руководство / гл. ред. тома А. Ю. Васильев. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. — 368 с.

10. Васильев, А.Ю. Микрофокусная рентгенография - от прошлого к будущему / А. Ю. Васильев, Н. С. Серова, И. М. Буланова и соавт. // Петербургский журнал электроники. – 2008. – № 2-3. – С. 19-25.

11. Васильев, Ю.А. Цифровая микрофокусная технология рентгенографии в оценке анатомического строения зубов (экспериментальное исследование): автореф. ... дис. канд. мед. наук:14.01.13 – Лучевая диагностика, лучевая терапия / Васильев Юрий Александрович. – Москва, 2015. – 22 с.

12. Водоватов, А.В. Совершенствование норм радиационной безопасности. часть 1: целесообразность ограничения доз медицинского облучения практически здоровых лиц / А.В. Водоватов // Радиационная гигиена. – 2018. - 11(3). – С. 115-124.

13. Володин, Н.Н. Ведение новорожденных с респираторным дистресс-синдромом/ клинические рекомендации / Н.Н. Володин. – 2016 – С. 48.

14. Вуколова, М.Н. Респираторный дистресс-синдром новорожденных / М.Н. Вуколова, М.Т. Погосян // Молодежь в науке: новые аргументы: сборник научных работ V-го Международного молодежного конкурса. - 2016. – С. 144-147.

15. Гигиенические требования по ограничению доз облучения детей при рентгенологических исследованиях: Методические указания — Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; ФГУН СПб НИИ радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева. - М., 2007.

16. Глуховец, Б.И. Клинико-морфологическая характеристика респираторного дистресс-синдрома у новорожденных с экстремально низкой массой тела / Б.И. Глуховец, Н.А. Белоусова, И.Б. Глуховец и соавт. // *Мать и дитя в Кузбассе*. – 2006. – № 4(27). – С. 19-22.

17. Горячко, А.Н. Пренатальные факторы, связанные с развитием врожденной пневмонии у недоношенных новорожденных / А.Н. Горячко, А.В. Сукало, В.А. Прилуцкая и соавт. // *Педиатр*. – 2017. – Т. 8, № S1. – С. M95-M96.

18. Дегтярева, М.В. Рентгенодиагностика заболеваний легких у новорожденных детей: монография / М.В. Дегтярева, А.В. Горбунов, А.П. Мазаев и соавт. – М.: Логосфера, 2017. – 200с.

19. Дорофеева, Е.И. Редкие комбинации врожденных пороков развития легких у новорожденных: диагностика и хирургическое лечение / Е.И. Дорофеева, Ю.Л. Подуровская, В.В. Зубков и соавт. // *Доктор.Ру*. – 2017. – № 3(132). – С. 26-30.

20. Досмагамбетов, С.П. Врожденная кистозная мальформация легких у новорожденных / С. П. Досмагамбетов, Б. К. Дженалаев, Б. Н. Бисалиев и соавт. // *Новости хирургии*. – 2018. – Т. 26, № 4. – С. 496-501. – Режим доступа: 10.18484/2305-0047.2018.4.496.

21. Зыкова, М.А. Опыт диагностики и лечения новорожденных с пороками развития легких / М.А. Зыкова, А.А. Подшивалин, Е.В. Бобылева, П.Н. Гребнев // *Практическая медицина*. – 2012. – № 7-2(63). – С. 46.

22. Ильина, Н.А. Современные методы лучевого исследования в диагностике кистозных аденоматоидных мальформаций легких у новорожденных и детей раннего возраста / Н. А. Ильина // *Медицинская визуализация*. – 2010. – № 2. – С. 88-95.

23. Кальницкий, С.А. Гигиенические требования по ограничению доз облучения детей при рентгенологических исследованиях: методические рекомендации / С.А. Кальницкий, В.Ю. Голиков, Н.М. Вишнякова и соавт. - 2007. - С. 1-5.

24. Клестова, И.А. Микрофокусная технология рентгенографии для скрининга заболеваний зубочелюстной системы и идентификации личности у военнослужащих по призыву / И.А. Клестова // Врач-аспирант. - 2015. - Т. 69, №2. - С. 44–52.

25. Кожевникова, Т.Н. Структура заболеваний органов дыхания у новорожденных и недоношенных детей / Т.Н. Кожевникова, А.С. Короткова, П.Г. Гладких // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – №2. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/struktura-zabolevaniy-organov-dyhaniya-u-novorozhdennyh-i-nedonoshennyh-detey>.

26. Козич, А.А. Респираторный дистресс синдром у новорожденных детей - актуальная проблема современной перинатологии / А.А. Козич, В.Л. Зверко, Л.Н. Сеница // Сборник материалов межрегиональной научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы педиатрии». – Гродно: Гродненский государственный медицинский университет, 2018. – С. 120-124.

27. Колтунов, И.Е. Сравнительный анализ данных рентгенологического и ультразвукового исследования в определении положения эндотрахеальной трубки у новорожденных / И.Е. Колтунов, М.В. Дегтярева, А.П. Мазаев и соавт. // Неонатология: Новости. Мнения. Обучение. - 2017. - №1 (15).

28. Костюченко, М.В. Возможности рентгенодиагностики при острых воспалительных заболеваниях лёгких у детей / М.В. Костюченко // Земский врач. - 2012. - №13. - С. 11-14.

29. Крылова, А. И. Лучевые исследования с контрастным усилением у детей / А. И. Крылова, Е. А. Сотникова, А. Б. Гольбиц // Педиатр. – 2016. – Т. 7, № 1. – С. 111-119. – Режим доступа: 10.17816/PED71111-119.

30. Лаптева, Е.С. Подготовка пациентов к инструментальным диагностическим исследованиям: учебно-методическое пособие / Е.С. Лаптева, Т.В. Некрасова. – СПб: Изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2013. – 40 с.

31. Левченко, Л.А. Особенности течения внутриутробных пневмоний у новорожденных с врожденной патологией желудочно-кишечного тракта по



Курской области / Л.А. Левченко, Ю.И. Овчинникова // Международный студенческий научный вестник. – 2017. – № 2. – С. 40.

32. Лепёхина, А.С. Рентгенологические критерии оценки степени тяжести респираторного дистресс-синдрома новорожденных / А.С. Лепёхина, Л.Г. Константинова, Г.Е. Труфанов // Трансляционная медицина. - 2019. - Т 6, №2. - С. 18–24.

33. Линчевский, Г.Л. Некротический энтероколит / Г.Л. Линчевский, О.К. Головкин, О.В. Воробьёва // Здоровье ребенка. - 2007. - № 1 (4).

34. Мазуров, А.И. Возможности микрофокусной рентгенографии в медицине / А. И. Мазуров, Н. Н. Потрахов // Петербургский журнал электроники. – 2008. – № 2-3. – С. 142-146.

35. Микрофокусная рентгенография в клинической практике / И.М. Буланова, А. Ю. Грязнов, В. В. Петровская, Ю. В. Румянцев // Медицинский вестник МВД. – 2010. – № 4(47). – С. 24-27.

36. Миронова, Ю. А. Роль цифровой микрофокусной рентгенографии при травмах верхних конечностей у детей / Ю.А. Миронова // Радиология-практика. - 2013. - №5. - С.18-24.

37. Мовсисян, Г.Б. Особенности диагностики болезни Гоше у детей в российской федерации / Г.Б. Мовсисян, А.Н. Сурков, Л.С. Намазова-Баранова, К.В. Савостьянов // Российский журнал детской гематологии и онкологии. – 2020. – 2. – С. 42-53.

38. Овсянников, Д.Ю. Бронхолегочная дисплазия / Д.Ю. Овсянников, Н.А. Геппе, А.Б. Малахов, Д.Н. Дегтярев. – М, 2020. – 176 с.

39. Опенышева, А.В. Врожденная кишечная непроходимость у новорожденных / А.В. Опенышева // Сборник трудов научно-практической конференции «Актуальные вопросы акушерства и гинекологии, неонатологии и неонатальной хирургии». – ГБОУ ВПО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России, 2015. – С. 178-191.

40. Перепелица, С.А. Особенности клинико-морфологической диагностики врожденной пневмонии у новорожденных с низкой и экстремально

низкой массой тела / С.А. Перепелица, А.М. Голубев, Е.Ф. Смердова // Детская медицина Северо-Запада. – 2018. – Т. 7, № 1. – С. 252-253.

41. Поздняков, А.В. Нейровизуализация головного мозга у доношенных новорожденных с гипоксически-ишемической энцефалопатией / А.В. Поздняков, Т.В. Мелашенко, Т.А. Александров // Педиатр. – 2016. – № 7(3). – С. 157-161.

42. Попова, Н.Г. Редкие врожденные пороки развития легких у новорожденных детей / Н.Г. Попова, В.В. Кочерова, Н.А. Макарова и соавт. // Забайкальский медицинский журнал. – 2019. – № 3. – С. 61-63.

43. Потрахов, Н.Н. Микрофокусная рентгенография - инновационная технология медицинской диагностики / Н.Н. Потрахов // Медицинская техника. – 2012. – № 5(275). – С. 44-46.

44. Потрахов, Н.Н. Микрофокусная рентгенография в клинической практике: Учебное пособие / Н.Н. Потрахов, Г.Е. Труфанов, А.Ю. Васильев и соавт. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2012. – 80 с.

45. Потрахов, Н.Н. Микрофокусная рентгенография в медицине: физико-технические особенности и современные средства рентгенодиагностики / Н.Н. Потрахов, А.Ю. Грязнов, К.К. Жамова и соавт. // Биотехносфера. – 2015. – №5 (41).

46. Потрахов, Н.Н. Микрофокусная рентгенография в медицинской диагностике / Н.Н. Потрахов, А.И. Мазураков, А.Ю. Васильев // Променная диагностика, променная терапия. – 2011. – № 3–4. – С. 124-128.

47. Радиационная защита детей в лучевой диагностике: Методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2016. – 32 с.

48. Романов, Л.К. Внутривисцеральное развитие человека / Л.К. Романов, А.П. Милованов, С.В. Савельева. – М: МДВ. - 2006. - С. 297-323.

49. Ростовцева, М.В. Атлас рентгеноанатомии и укладок: руководство для врачей / М. В. Ростовцев; под ред. М. В. Ростовцева. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - 320 с.

50. Рябова, Т.М. Клинико-рентгенологические особенности течения острых пневмоний у новорожденных и детей грудного возраста / Т.М. Рябова // Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2005. – Т. 4, № 3. – С. 52-56.

51. Сиротина, З.В. Опыт выхаживания новорожденных детей с заболеваниями легких на фоне врожденных пороков развития бронхолегочной системы / З.В. Сиротина, О.А. Сенькевич, С.А. Бутуханова и соавт. // Дальневосточный медицинский журнал. – 2000. – № 3. – С. 86-88.

52. Сиротина-Карпова, М.С. Бронхолегочная дисплазия и место лучевых методов в её диагностике, оценке степени тяжести течения и вариантов исходов / М.С. Сиротина-Карпова // Дальневосточный медицинский журнал. – 2017. - № 1. – С. 99-105.

53. Тен, Ю.В. Пороки развития и заболевания пищеварительной трубки у новорожденных с синдромом кишечной непроходимости / Ю.В. Тен, В.А. Кожевников, А.П. Юров и соавт. // Научно-практическая конференция с международным участием, посвященная 55-летию развития детской хирургии на Алтае «Актуальные вопросы детской хирургии». – Барнаул: Алтайский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2015. – С. 121.

54. Труфанов, Г.Е. История кафедры рентгенологии и радиологии Военно- медицинской академии в лицах и фактах / Г.Е. Труфанов, В.М. Черемисин, М.А. Асатурян, В.А. Давыденко. – СПб: ЭЛБИ-СПб, 2009. – 224 с.

55. Федеральная служба государственной статистики: семья, материнство и детство. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/13807>

56. Фокин, А.В. Магнитно-резонансная томография всего тела у детей / А.В. Фокин, Л.Н. Алексеева, А.А. Ваганов и соавт. // Педиатрический вестник Южного Урала. – 2018. – №2. – С. 72-80.

57. Фокин, В.А. Особенности применения методов лучевой диагностики в педиатрической практике / В.А. Фокин, Г.Е. Труфанов, Д.О. Иванов и соавт. // Вестник современной клинической медицины. – 2013. - №6 (6). – С. 48-54.

58. Чуканов, А.Н. Врожденная диафрагмальная грыжа у плода: диагностика, дифференциация и прогноз / А.Н. Чуканов, И.В. Тихоненко // Репродуктивное здоровье. Восточная Европа. – 2019. – Т. 9, № 6. – С. 694-706.
59. Чуканов, А.Н. Оптимизация пренатального скрининга пороков развития легких / А.Н. Чуканов, И.В. Тихоненко // Проблемы здоровья и экологии. – 2019. – № 2(60). – С. 42-48.
60. Шейбак, В.М. Особенности клиники, диагностики и лечения врожденной низкой кишечной непроходимости у новорожденных / В. М. Шейбак, В. И. Ковальчук, Б. И. Мацкевич // Сборник материалов VIII съезда акушеров-гинекологов и неонатологов «Безопасное материнство в XXI веке». – Витебск: Витебский государственный медицинский университет, 2007. – С. 530-53
61. Яновский, Л.М. Особенности рентгенологического исследования зубочелюстной системы детей / Л.М. Яновский // Сибирский медицинский журнал. - 2011. - 100 (1). – С. 184-186.  
10.3390/diagnostics9010027.
62. Alvares, B.R. Pulmonary atelectasis in newborn infants: etiology and radiological aspects / B.R. Alvares, I.M. Pereira, M.A. Mezzacappa et al. // Sci Med (Porto Alegre). – 2012. – 22(1). – P. 43-52.
63. Aly, H. Pneumothorax in the newborn: clinical presentation, risk factors and outcomes / H. Aly, A. Massaro, C. Acun et al. // J Matern Neonatal Med. – 2014. – 27. – P. 402–406.
64. Aly, H. Respiratory disorders in the newborn: identification and diagnosis / H. Aly // *Pediatr Rev.* – 2004. – 25(6). – P. 201–208.
65. Amigoni, A. Surfactants in Acute Respiratory Distress Syndrome in Infants and Children: Past, Present and Future / A. Amigoni, A. Pettenazzo, V. Striton, M. Circelli // *Clin Drug Investig.* – 2017. – 37. – P. 729–736. – Режим доступа: 10.1007/s40261-017-0532-1.
66. Andreeva, A.V. Regulation of surfactant secretion in alveolar type II cells / A.V. Andreeva, M. Kutuzov, T.A. Voyno-Yasenetskaya // *Am J. Physiol Lung Cell Mol*

Physiol. – 2007. – 293. – L259-L271. – Режим доступа: <http://ajplung.physiology.Org/cgi/content/abstract /293/2/L259>.

67. Ankermann, T. Congenital masses of the lung, cystic adenomatoid malformation versus congenital lobar emphysema: prenatal diagnosis and implications for postnatal treatment / T. Ankermann, H.C. Oppermann, S. Engler et al. // *J Ultrasound Med.* – 2004. – 23 (10). – P. 1379–1384.

68. Aukland, S.M. Neonatal broncho- pulmonary dysplasia predicts abnormal pulmonary HRCT scans in long-term survivors of extreme preterm birth / S.M. Aukland, K. Rosendahl, C.M. Owens et al. // *Thorax.* – 2009. – 64. – P. 405–410.

69. Bern, R.A. Cleaved caspase-3 in lung epithelium of children who died with acute respiratory distress syndrome / R.A. Bern, C.M. van der Loos, J.B. van Woensel, A.P. Bos // *Pediatr. Crit. Care Med.* – 2010. – 11. – P. 556–560.

70. Bhatia, R. Identification of pneumothorax in very preterm infants / R. Bhatia, P.G. Davis, L.W. Doyle et al. // *J Pediatr.* – 2011. – 159. – P. 115–120.

71. Blanchard, M. Management specificities of congenital laryngeal stenosis: external and endoscopic approaches / M. Blanchard, N. Leboulanger, B. Thierry et al. // *The Laryngoscope.* – 2014. – 124. – P. 1013–1018.

72. Bose, C. Fetal growth restriction and chronic lung disease among infants born before the 28th week of gestation / C. Bose, L.J. Van Marter, M. Laughon et al. // *Pediatrics.* – 2009. – 124. – P. 450–458.

73. Broder, J. Imaging the Chest: The Chest Radiograph / J. Broder // *Diagnostic Imaging for the Emergency Physician.* – 2011. – P. 185–296. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-6113-7.10005-5>

74. Byers, P.H. Recessively inherited forms of osteogenesis imperfect / P.H. Byers, S.M. Pyott // *Annual review of genetics.* – 2012. – 46. – P. 475–497.

75. Carlander, A. Clinical evaluation of a dual-side readout technique computed radiography system in chest radiography of premature neonates / A. Carlander, J. Hansson, J. Söderberg et al. // *Acta Radiol.* – 2008. – 49. – P. 468-474.

76. Chandrasekharan, P.K. Congenital Diaphragmatic hernia – a review / P.K. Chandrasekharan, M.R. Rajeshwari, M. Madappa et al. // *Maternal Health, Neonatology and Perinatology*. – 2017. – 3. – 6 p. – Режим доступа: 10.1186/s40748-017-0045.-
77. Charlotte de Lange. Radiology in paediatric non-traumatic thoracic emergencies / *European Society of Radiology*. – 2011. – 2. – P. 585–598.
78. Cohen, E. Low-Value Diagnostic Imaging Use in the Pediatric Emergency Department in the United States and Canada / E. Cohen, J. Rodean, C. Diong et al. // *JAMA pediatrics*. - 2019. - 173(8). - e191439. – Режим доступа:
79. Czarnecki, Ł.M. Assessment of chest X-ray images in newborns with respiratory disorders / Ł.M. Czarnecki // *Kardiochirurgia i Torakochirurgia Polska*. – 2015. - 12 (1). – P. 83-86.
80. Czarnecki, Ł.M. Assessment of chest X-ray images in newborns with respiratory disorders / Ł.M. Czarnecki // *Kardiochir Torakochirurgia Pol.* – 2015. -12(1). – P. 83-86. – Режим доступа:10.5114/kitp.2015.50578.
81. De Luca, D. Personalising care of acute respiratory distress syndrome according to patient’s age / D. De Luca // *Lancet Respir. Med.* – 2019. – 7. – P. 100–101. – Режим доступа: 101016/S2213-2600(18)30429-6
82. De Luca, D. Secretory phospholipase A2 pathway during pediatric acute respiratory distress syndrome: a preliminary study / D. De Luca, A. Minucci, P. Cogo, ED. Capoluongo et al. // *Pediatr Crit Care Med.* – 2011. - 12(8). - e20–24.
83. De Luca, D. The use of the Berlin definition for acute respiratory distress syndrome during infancy and early childhood: multicenter evaluation and expert consensus / D. De Luca, M. Piastra, G. Chidini et al. // *Intensive Care Med.* – 2013. - 39. – P. 2083–2091.
84. Deborah KrakowK., MD. Skeletal Dysplasias / MD. Deborah KrakowK // *Clin Perinatol.* – 2015. - 42(2). – P. 301–319.
85. Derbew, M. Newborn Management of Anorectal Malformations / M. Derbew, M.A Levitt // *Surgery in Africa monthly review.* – 2009. – 7. – P. 1-14.

86. Dominguez, M.C. Pulmonary atelectasis in newborns with clinically treatable diseases who are on mechanical ventilation: clinical and radiological aspects / M.C. Dominguez, B.R. Alvares // *Radiol Bras.* – 2018. - 51(1). – P. 20–25.

87. Donahoe, P.K. High. Polygenic Causes of Congenital Diaphragmatic Hernia Produce Common Lung Pathologies / P.K. Donahoe, M. Longoni, A. Frances // *The American Journal of Pathology.* – 2016. - Vol. 186, No. 10. – P. 2532-2543.

88. Donnelly, L.F. Imaging in immunocompetent children who have pneumonia / L.F. Donnelly // *Radiol Clin North Am.* – 2005. – 43. – P. 253–265.

89. Facco M. In Vivo Effect of Pneumonia on Surfactant Disaturated-Phosphatidylcholine Kinetics in Newborn Infants / M. Facco, M. Nespeca, M. Simonato et al. // *PLoS ONE.* – 2014. - 9(12). - e93612. – Режим доступа: 10.1371/journal.pone.0093612.

90. Gallacher, D.J. Common respiratory conditions of the newborn. Department of Child Health / D.J. Gallacher, K. Hart, S. Kotecha // School of Medicine, Cardiff University, Cardiff, UK. *Breathe.* – 2016. – 12. – P. 30-42.

91. Greenough, A. A new simple chest radiograph score to predict chronic lung disease in prematurely born infants / A. Greenough, K. Kavvadia, A.H. Johnson et al. // *British J. Radiol.* - 1999. - Vol. 72. - P. 530-533.

92. Grisarú-Granovsky, S. Population- based trends in mortality and neonatal morbidities among singleton, very preterm, very low birth weight infants over 16 years / S. Grisarú-Granovsky, B. Reichman, L. Lerner-Geva et al. // *Early Hum Dev.* – 2014. – 90. – P. 821–827.

93. Hagadorn, J.I. Trends in treatment and in-hospital mortality for neonates with congenital diaphragmatic hernia / J.I. Hagadorn, E.A. Brownell, K.W. Herbst et al. // *J Perinatol.* – 2015. – 35. – P. 748–754.

94. Hamilton, Paul; Bickle, Ian. / *Data interpretation for medical students (3rd Edition).* Cheshire : Pastest, 2017. - 512 p.

95. Herting, E. Combined treatment with surfactant and specific immunoglobulin reduces bacterial proliferation in experimental neonatal group B

streptococcal pneumonia / E. Herting, X. Gan, P. Rauprich et al. // *American journal of respiratory and critical care medicine*. – 1999. – 159. – P. 1862–1867.

96. Herting, E. Surfactant improves oxygenation in infants and children with pneumonia and acute respiratory distress syndrome / E. Herting, O. Möller, J. H. Schiffmann, B. Robertson // *Acta Paediatr.* - 2002. – 91. – P. 1174–1178. – Режим доступа: [10.1111/j.1651-2227.2002.tb00124.x](https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2002.tb00124.x)

97. Herting, E. Surfactant treatment of neonates with respiratory failure and group B streptococcal infection. Members of the Collaborative European Multicenter Study Group / E. Herting, O. Gefeller, M. Land et al. // *Pediatrics*. – 2000. – 106. – P. 957–964.

98. Hiller, J. Physical characterization and performance evaluation of an x-ray micro- computed tomography system for dimensional metrology applications / J. Hiller, M. Maisl, L.M. Reindl // *Meas. Sci. Technol.* – 2012. – 23. – P. 1–18. – Режим доступа: [10.1088/0957-0233/23/8/085404](https://doi.org/10.1088/0957-0233/23/8/085404).

99. Hiroaki Hasegawa, H. Acquisition of Quasi-Monochromatic Dual-Energy in a Microfocus X-ray Generator and Development of Applied Technology / H. Hiroaki Hasegawa, S. Masanori Sato // *Diagnostics*. – 2019. - 9, 27. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2019.1439>

100. Ji-Hyuk, Y. Repair of Long-segment Congenital Tracheal Stenosis / Y. Ji-Hyuk, J. Tae-Gook, S. Kiick et al. // *J Korean Med Sci*. – 2007. – 22. – P. 491.

101. Källander, K. Delayed care seeking for fatal pneumonia in children aged under five years in Uganda: a case-series study. *Bull World Health Organ* / K. Källander, H. Hildenwall, P. Waiswa et al. // *CrossRef. Medline*. – 2008. - 86(5). – P. 332–338.

102. Kellenberger, C.J. Imaging children – what is special? / C.J. Kellenberger // *Ther Umsch*. – 2009. – 66. – P. 55-59.

103. Kesecioglu, J. Exogenous natural surfactant for treatment of acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome / J. Kesecioglu, R. Beale, T.E. Stewart et al. // *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. – 2009. – 180. – P. 989–994. – Режим доступа: [10.1164/rccm.200812-1955OC](https://doi.org/10.1164/rccm.200812-1955OC)



104. Kumar, A. Epidemiology of respiratory distress of newborns / A. Kumar, B.V. Bhat // *Indian J Pediatr.* – 1996. – 63. – P. 93–98.
105. Lakshminrusimha, S. The pulmonary circulation in neonatal respiratory failure / S. Lakshminrusimha // *Clin Perinatol.* – 2012. - 39(3). – P. 655–683.
106. Langston, C. New concepts in the pathology of congenital lung malformations / C. Langston // *Semin Pediatr Surg.* – 2003. – 12. – P. 17–37.
107. López-Candiani, C. Complicaciones de la ventilación mecánica en neonatos / C. López-Candiani, L.C. Soto-Portas, P. Gutiérrez-Castrellón et al. // *Acta Pe- diatr Mex.* – 2007. – 28. – P. 63–68.
108. Mahoney, A.D. Respiratory disorders in moderately preterm, late preterm, and early term infants / A. D. Mahoney, L. Jain // *Clin Perinatol.* – 2013. - 40(4). – P. 665–678.
109. Кнапкова, М. Local Organising Committee Reliability of Neonatal Screening Results / М. Кнапкова. К.Н. Hall, L.G. Loeber // *J. Neonatal Screen.* – 2018. - 4, 28. – Режим доступа:10.3390/ijns4030028.
110. Marini, J.C. New genes in bone development: what's new in osteogenesis imperfecta / J.C. Marini, A.R. Blissett // *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism.* – 2013. - 98(8). – P. 3095–3103.
111. Meagher, M.J. Optimizing a micro-computed tomography-based surrogate measurement of bone-implant contact / M.J. Meagher, R.N. Parwani, A.S. Viridi, D.R. Sumner // *J. Orthop. Res.* – 2018. – 36. – P. 979–986.
112. Menon, S.C. Clinical characteristics and outcomes of patients with cardiac defects and congenital diaphragmatic hernia / S.C. Menon, L.Y. Tani, H.Y. Weng et al. // *J Pediatr.* – 2012. – 162. – P. 114–119.
113. Misawa, M. Characteristic X-ray absorptiometry applied to the assessment of tissue-engineered cartilage development / M. Misawa, N. Nitta, Y. Shirasaki et al. // *J. X-ray Sci. Technol.* – 2015. – 23. – P. 489–502.
114. Moller, A.-B. Monitoring maternal and newborn health outcomes globally: a brief history of key events and initiatives / A.-B. Moller, J.H. Patten, C. Hanson et al. // *Trop Med Int Health.* – 2019. – 24. – P. 1342-1368.

115. Mustefa, M. Intestinal Obstruction in Early Neonatal Period: A 3-Year Review Of Admitted Cases from a Tertiary Hospital in Ethiopia / M. Mustefa, A. Tadesse, T. Moges // *J Health Sci.* – 2017. - 27(4). – 393 p. – Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.4314/ejhs.v27i4.10>.
116. Nissen, M.D. Congenital and neonatal pneumonia / M.D. Nissen // *Paediatr Respir Rev.* – 2007. – 8. – P. 195–203.
117. Omer, F.D. Congenital lobar emphysema: diagnosis and treatment options / F.D. Omer, H. Melih, M. Kose // *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease.* – 2019. – 14. – P. 921–928.
118. Parat, S. Respiratory management of extremely low birth weight infants: survey of neonatal specialists / S. Parat, M.J. Mhanna // *World J Pediatr.* – 2016. - 12. - 314 p.
119. Parkash, A. Frequency, causes and outcome of neonates with respiratory distress admitted to Neonatal Intensive Care Unit, National Institute of Child Health, Karachi / A. Parkash, N. Haider, Z.A. Khoso et al. // *J Pak Med Assoc.* – 2015. – 65. – P. 771–775.
120. Parvathaneni, K. Evaluating the performance of the Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference definition of acute respiratory distress syndrome / K. Parvathaneni, S. Belani, D. Leung et al.// *Pediatr Crit Care Med.* – 2017. – 18. – P. 17–25.
121. Patel, N. Use of milrinone to treat cardiac dysfunction in infants with pulmonary hypertension secondary to congenital diaphragmatic hernia: a review of six patients / N. Patel // *Neonatology.* – 2012. - 102(2). – P. 130-136.
122. Peroni, D.G. Atelectasis: mechanisms, diagnosis and management / D.G. Peroni, A.L. Boner // *Paediatr Respir Rev.* – 2000. – 1. – P. 274–278.
123. Pogue, B.W. Optical and x-ray technology synergies enabling diagnostic and therapeutic applications in medicine / B.W. Pogue, B.C. Wilson // *Journal of biomedical optics.* - 2018. - 23(12). – P. 1–17. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1117/1.JBO.23.12.121610>

124. Principi, T. Complications of mechanical ventilation in the pediatric population / T. Principi, D.D. Fraser, G.C. Morrison et al. // *Pediatr Pulmonol.* -2011. - 46(5). – P. 452-457.
125. Puralingegowda, A.K. Neonatal intestinal obstruction secondary to a small bowel duplication cyst / A.K Puralingegowda, P.K Mohanty, A. Razak et al. // *BMJ Case Rep.* – 2014.
126. Rattan, K.N. Gastrointestinal duplication presenting as neonatal intestinal obstruction: an experience of 15 years at tertiary care centre / K.N. Rattan, S. Bansal, A. Dhamija // *J Neonatal Surg.* – 2017. – 6. – P.5.
127. Reuter, S. Respiratory Distress in the Newborn / S. Reuter, Ch. Moser, M. Baack // *Pediatrics in Review.* – 2014. - Vol. 35 No. 10.
128. Rode, H.M. A. Jejunio-ileal atresia and stenosis / H.M.A. Rode. - *Newborn Surgery*, 2nd ed. By Hodder Arnold.338 Euston Road, London NW1 3BH. – 2003. – P. 445–456.
129. Ryan, D.P. Management of congenital tracheal anomalies and laryngotracheoesophageal clefts / D.P. Ryan, D.P. Doody // *J Pediatr Surg.* - 2014. – 23. – P. 257–260.
130. Salamon, M. Comparison of different methods for determining the size of a focal spot of microfocus X-ray tubes / M. Salamon, R. Hanke, P. Kruger et al. // *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research.* – 2008. – 591. – P. 54–58. – Режим доступа: 10.1016/j.nima.2008.03.023.
131. Santos, A.K. Atelectasis and lung changes in preterm neonates in the neonatal period: a blind radiological report and clinical findings / A.K. Santos, J. Silveira, V.C. Neves et al. // *Rev Bras Ter Intensiva.* – 2019. - 31(3). – P. 347-353. – Режим доступа: 10.5935/0103-507X.20190047.
132. Schramm, T. Prenatal sonographic diagnosis of skeletal dysplasias / T. Schramm, K. Gloning, S. Minderer et al. // *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology.* - 2009. - 34(2). – P. 160–170.

133. Sengupta, S. Adverse neonatal outcomes associated with early-term birth / S. Sengupta, V. Carrion, J. Shelton et al. // *JAMA Pediatr.* – 2013. - 167(11). – P. 1053–1059.
134. Shelmerdine, S.C. Chest radiographs versus CT for the detection of rib fractures in children (DRIFT): a diagnostic accuracy observational study / S.C. Shelmerdine, D. Langan, J.C. Hutchinson et al. // *The Lancet. Child & adolescent health.* – 2018. - 2(11). – P. 802–811.
135. Stevenson, R.E. Considering the Embryopathogenesis of VACTERL Association / R.E. Stevenson, A.G.W. Hunter // *Mol Syndromol.* – 2013. – 4. – P. 7–15.
136. Sud, S. Effect of mechanical ventilation in the prone position on clinical outcomes in patients with acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis / S. Sud, M. Sud, J.O. Friedrich et al. // *CMAJ.* – 2008. – 178. – P. 1153–1161.
137. Thomas, K. Distribution and pathophysiology of acute lobar collapse in the pediatric intensive care unit / K.Thomas, P. Habibi, J. Britto et al. // *Crit Care Med.* - 1999. – 27. – P. 1594–1597.
138. Trachsel, D. Long-term pulmonary morbidity in survivors of congenital diaphragmatic hernia / D. Trachsel, H. Selvadurai, D. Bohn et al. // *Pediatr Pulmonol.* - 2005. - 39(5). – P. 433–439.
139. Tutdibi, E. Impact of labor on outcomes in transient tachypnea of the newborn: population-based study / E. Tutdibi, K. Gries, M. Bücheler et al. // *Pediatrics.* – 2010. – 125. - e577–e583.
140. Usman, AK. Health system readiness to support facilities for care of preterm, low birth weight, and sick newborns in Ethiopia: a qualitative assessment / AK. Usman, E. Wolka, Y. Tadesse et al. // *BMC Health Serv Res.* – 2019. - 19(1). – P. 860. – Режим доступа:10.1186/s12913-019-4672-2.
141. Wang, B. A nationwide analysis of clinical outcomes among newborns with esophageal atresia and tracheoesophageal fistulas in the United States / B. Wang, J. Tashiro, B.J. Allan et al. // *J Surg Res.* – 2014. – 190. – P. 604–612.

142. Warren, J.B. Newborn respiratory disorders / J.B. Warren, J.M. Anderson // *Pediatr Rev.* – 2010. - 31(12). – P. 487–495.
143. WHO Maternal Child Epidemiology Estimation (WHO-MCEE). – 2018. - <https://data.unicef.org/topic/child-health/pneumonia/>
144. Wilson-Costello, D. Radiation exposure from diagnostic radiographs in extremely low birth weight infants / D. Wilson-Costello, P.S. Rao, S. Morrison, M. Hack // *Pediatrics.* – 1996. – 97. – P. 369-374.
145. Yang, Q. Research of the biomarkers in pulmonary and extrapulmonary acute respiratory distress syndrome / Q. Yang, Z.Q. Li, H.B. Lan et al. // *Zhonghua Yi Xue Za Zhi.* - 2017. – 97. – P. 2023–2027. – Режим доступа: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2017.26.002
146. Zewdu, M. Assessment of Pediatrics Radiation Dose from Routine X-Ray Examination at Jimma University Hospital, Southwest Ethiopia / M. Zewdu, E. Kadir, M. Berhane // *Ethiopian Journal of HealthScience.* - 2017. - №27(5). – P. 481-490.
147. Zhou, R. Study of the Microfocus X-Ray Tube Based on a Point-Like Target Used for Micro-Computed Tomography / R. Zhou, X. Zhou, X. Li et al. // *PLoS ONE.* – 2016. - 11(6). - e0156224. – Режим доступа: 10.1371/journal.pone.0156224.

## Список пациентов

| №  | Пациент    | И.б №     |
|----|------------|-----------|
| 1  | Пациент М. | 55127/A17 |
| 2  | Пациент Д. | 54524/A17 |
| 3  | Пациент Ч. | 51642/A17 |
| 4  | Пациент С. | 53294/A17 |
| 5  | Пациент С. | 47790/A17 |
| 6  | Пациент С. | 54192/A17 |
| 7  | Пациент С. | 55345/A17 |
| 8  | Пациент Д. | 54524/A17 |
| 9  | Пациент Б. | 50487/A17 |
| 10 | Пациент Р. | 49835/A17 |
| 11 | Пациент А. | 52381/A17 |
| 12 | Пациент П. | 58606/A17 |
| 13 | Пациент О. | 56183/A17 |
| 14 | Пациент Б. | 58639/A17 |
| 15 | Пациент В. | 57343/A17 |
| 16 | Пациент У. | 58168/A17 |
| 17 | Пациент М. | 61401/A17 |
| 18 | Пациент И. | 59729/A17 |
| 19 | Пациент Х. | 68899/A17 |
| 20 | Пациент А. | 67314/A17 |

|    |            |           |
|----|------------|-----------|
| 21 | Пациент П. | 68139/A17 |
| 22 | Пациент Б. | 70464/A17 |
| 23 | Пациент Д. | 70571/A17 |
| 24 | Пациент Л. | 66886/A17 |
| 25 | Пациент Ф. | 860/A18   |
| 26 | Пациент Т. | 1280/A18  |
| 27 | Пациент П. | 2964/A18  |
| 28 | Пациент Н. | 3297/A18  |
| 29 | Пациент Г. | 5781/A18  |
| 30 | Пациент Ш. | 7691/A18  |
| 31 | Пациент М. | 10379/A18 |
| 32 | Пациент Х. | 8576/A18  |
| 33 | Пациент Т. | 10686/A18 |
| 34 | Пациент М. | 9226/A18  |
| 35 | Пациент С. | 11042/A18 |
| 36 | Пациент К. | 7350/A18  |
| 37 | Пациент К. | 14802/A18 |
| 38 | Пациент Г. | 11611/A18 |
| 39 | Пациент Л. | 14374/A18 |
| 40 | Пациент С. | 17831/A18 |
| 41 | Пациент Н. | 18818/A18 |

|    |            |           |
|----|------------|-----------|
| 42 | Пациент Б. | 1156/A18  |
| 43 | Пациент П. | 6744/A18  |
| 44 | Пациент М. | 21970/A18 |
| 45 | Пациент Б. | 22008/A18 |
| 46 | Пациент Г. | 17802/A18 |
| 47 | Пациент М. | 17829/A18 |
| 48 | Пациент З. | 24532/A18 |
| 49 | Пациент Ц. | 62473/A18 |
| 50 | Пациент Г. | 27213/A18 |
| 51 | Пациент Ч. | 27607/A18 |
| 52 | Пациент Б. | 22410/A18 |
| 53 | Пациент К. | 26911/A18 |
| 54 | Пациент У. | 29147/A18 |
| 55 | Пациент К. | 30175/A18 |
| 56 | Пациент Н. | 29095/A18 |
| 57 | Пациент Б. | 29098/A18 |
| 58 | Пациент Ч. | 28356/A18 |
| 59 | Пациент Л. | 14966/A18 |
| 60 | Пациент Я. | 31546/A18 |
| 61 | Пациент З. | 34241/A18 |
| 62 | Пациент Б. | 24160/A18 |
| 63 | Пациент Б. | 29098/A18 |
| 64 | Пациент И. | 32762/A18 |
| 65 | Пациент А. | 35161/A18 |

|    |            |           |
|----|------------|-----------|
| 66 | Пациент Г. | 35587/A18 |
| 67 | Пациент К. | 29427/A18 |
| 68 | Пациент Ч. | 35180/A18 |
| 69 | Пациент Ш. | 29140/A18 |
| 70 | Пациент Н. | 39120/A18 |
| 71 | Пациент А. | 39742/A18 |
| 72 | Пациент Ф. | 40666/A18 |
| 73 | Пациент С. | 40820/A18 |
| 74 | Пациент П. | 40846/A18 |
| 75 | Пациент Ф. | 16942/A18 |
| 76 | Пациент М. | 42712/A18 |
| 77 | Пациент В. | 39469/A18 |
| 78 | Пациент Р. | 42062/A18 |
| 79 | Пациент Н. | 44639/A18 |
| 80 | Пациент К. | 44898/A18 |
| 81 | Пациент Г. | 45919/A18 |
| 82 | Пациент К. | 44281/A18 |
| 83 | Пациент Ю. | 48333/A18 |
| 84 | Пациент З. | 48218/A18 |
| 85 | Пациент Т. | 46707/A18 |
| 86 | Пациент Ч. | 49077/A18 |
| 87 | Пациент Б. | 53347/A18 |
| 88 | Пациент Б. | 50000/A18 |
| 89 | Пациент М. | 55329/A18 |

|     |            |           |
|-----|------------|-----------|
| 90  | Пациент Р. | 8374/A18  |
| 91  | Пациент П. | 64008/A18 |
| 92  | Пациент Г. | 59139/A18 |
| 93  | Пациент П. | 67093/A18 |
| 94  | Пациент И. | 64845/A18 |
| 95  | Пациент З. | 37591/A18 |
| 96  | Пациент П. | 66717/A18 |
| 97  | Пациент К. | 70558/A18 |
| 98  | Пациент А. | 63733/A18 |
| 99  | Пациент К. | 77324/A18 |
| 100 | Пациент С. | 80308/A18 |
| 101 | Пациент Т. | 88621/A18 |
| 102 | Пациент В. | 99228/A18 |
| 103 | Пациент А. | 87218/A18 |
| 104 | Пациент М. | 69898/A18 |
| 105 | Пациент К. | 12/A19    |
| 106 | Пациент Г. | 5/A19     |
| 107 | Пациент М. | 15/A19    |
| 108 | Пациент К. | 42/A19    |
| 109 | Пациент Ф. | 98844/A18 |
| 110 | Пациент П. | 99169/A18 |
| 111 | Пациент Ш. | 40/A19    |
| 112 | Пациент О. | 10061/A18 |
| 113 | Пациент З. | 97398/A18 |

|     |            |            |
|-----|------------|------------|
| 114 | Пациент А. | 100597/A18 |
| 115 | Пациент Ш. | 492/A19    |
| 116 | Пациент В. | 471/A19    |
| 117 | Пациент У. | 77/A19     |
| 118 | Пациент А. | 21/A19     |
| 119 | Пациент Т. | 100560/A18 |
| 120 | Пациент Б. | 98055/A18  |
| 121 | Пациент Д. | 88526/A18  |
| 122 | Пациент П. | 94968/A18  |
| 123 | Пациент В. | 500/A19    |
| 124 | Пациент И. | 93378/A18  |
| 125 | Пациент В. | 94106/A18  |
| 126 | Пациент С. | 720/A19    |
| 127 | Пациент Е. | 995/A19    |
| 128 | Пациент Р. | 1196/A19   |
| 129 | Пациент М. | 98853/A18  |
| 130 | Пациент Э. | 1598/A19   |
| 131 | Пациент А. | 63028/A18  |
| 132 | Пациент А. | 1718/A19   |
| 133 | Пациент Я. | 1528/A19   |
| 134 | Пациент М. | 2382/A19   |
| 135 | Пациент К. | 3381/A19   |
| 136 | Пациент Т. | 1294/A19   |
| 137 | Пациент С. | 4642/A19   |



|     |            |           |
|-----|------------|-----------|
| 138 | Пациент К. | 5344/A19  |
| 139 | Пациент К. | 3526/A19  |
| 140 | Пациент Г. | 5465/A19  |
| 141 | Пациент П. | 59508/A18 |
| 142 | Пациент М. | 6384/A19  |
| 143 | Пациент В. | 6498/A19  |
| 144 | Пациент К. | 5056/A19  |
| 145 | Пациент Р. | 4639/A19  |
| 146 | Пациент С. | 7111/A19  |
| 147 | Пациент О. | 6513/A19  |
| 148 | Пациент С. | 7116/A19  |
| 149 | Пациент К. | 3203/A19  |
| 150 | Пациент Р. | 6925/A19  |
| 151 | Пациент Д. | 4572/A19  |
| 152 | Пациент С  | 3872/A19  |
| 153 | Пациент К. | 8823/A19  |
| 154 | Пациент З. | 1434/A19  |
| 155 | Пациент Б. | 14346/A19 |
| 156 | Пациент Б. | 11177/A19 |
| 157 | Пациент А. | 1196/A19  |
| 158 | Пациент А. | 1718/A19  |
| 159 | Пациент К. | 10331/A18 |
| 160 | Пациент Д. | 9604/A19  |
| 161 | Пациент Ф. | 12744/A19 |

|     |            |           |
|-----|------------|-----------|
| 162 | Пациент О. | 13260/A19 |
| 163 | Пациент А. | 18278/A19 |
| 164 | Пациент Т. | 17182/A19 |
| 165 | Пациент Н. | 17182/A19 |
| 166 | Пациент А. | 15106/A19 |
| 167 | Пациент Г. | 19527/A19 |
| 168 | Пациент Л. | 8060/A19  |
| 169 | Пациент Я. | 17070/A19 |
| 170 | Пациент Х. | 20489/A19 |
| 171 | Пациент В  | 14168/A19 |
| 172 | Пациент К. | 22800/A19 |
| 173 | Пациент Б. | 22791/A19 |
| 174 | Пациент Д. | 21387/A19 |
| 175 | Пациент Ш. | 19939/A19 |
| 176 | Пациент М. | 20984/A19 |
| 177 | Пациент С. | 25079/A19 |
| 178 | Пациент Л. | 25329/A19 |
| 179 | Пациент С. | 25905/A19 |
| 180 | Пациент С. | 19528/A19 |
| 181 | Пациент П. | 94323/A18 |
| 182 | Пациент К. | 24414/A19 |
| 183 | Пациент Г. | 70947/A17 |
| 184 | Пациент З. | 28077/A19 |
| 185 | Пациент Ф. | 28861/A19 |

|     |            |           |
|-----|------------|-----------|
| 186 | Пациент П. | 30807/A19 |
| 187 | Пациент М. | 28797/A19 |
| 188 | Пациент Б. | 25423/A19 |
| 189 | Пациент Г. | 32261/A19 |
| 190 | Пациент Е. | 32113/A19 |
| 191 | Пациент В. | 32274/A19 |
| 192 | Пациент М. | 31743/A19 |
| 193 | Пациент Е. | 31003/A19 |
| 194 | Пациент А. | 35117/A19 |
| 195 | Пациент Б. | 34548/A19 |
| 196 | Пациент К. | 34580/A19 |
| 197 | Пациент С. | 35438/A19 |
| 198 | Пациент А. | 35281/A19 |
| 199 | Пациент П. | 12651/A18 |
| 200 | Пациент А. | 37631/A19 |
| 201 | Пациент М. | 37477/A19 |
| 202 | Пациент К. | 36135/A19 |
| 203 | Пациент К. | 37161/A19 |
| 204 | Пациент Ц. | 37059/A19 |
| 205 | Пациент М. | 38018/A19 |
| 206 | Пациент Щ. | 38065/A19 |
| 207 | Пациент К. | 18395/A19 |
| 208 | Пациент Н. | 40072/A19 |
| 209 | Пациент Д  | 38488/A19 |

|     |            |           |
|-----|------------|-----------|
| 210 | Пациент К. | 35706/A19 |
| 211 | Пациент А. | 39905/A19 |
| 212 | Пациент М. | 43627/A19 |
| 213 | Пациент Х. | 40017/A19 |
| 214 | Пациент Е. | 42028/A19 |
| 215 | Пациент Ш. | 42215/A19 |
| 216 | Пациент Б. | 43664/A19 |
| 217 | Пациент Д. | 43077/A19 |
| 218 | Пациент П. | 35920/A19 |
| 219 | Пациент Р. | 44257/A19 |
| 220 | Пациент Ш. | 33867/A19 |
| 221 | Пациент Ф  | 44725/A19 |
| 222 | Пациент Н. | 38870/A19 |
| 223 | Пациент Н. | 46811/A19 |
| 224 | Пациент Д. | 59838/A19 |
| 225 | Пациент Б. | 43071/A19 |
| 226 | Пациент К. | 48654/A19 |
| 227 | Пациент С. | 47430/A19 |
| 228 | Пациент Ж. | 45564/A19 |
| 229 | Пациент М. | 47823/A19 |
| 230 | Пациент К. | 47174/A19 |
| 231 | Пациент С. | 52152/A19 |
| 232 | Пациент К. | 48294/A19 |
| 233 | Пациент И. | 55100/A19 |

|     |            |           |
|-----|------------|-----------|
| 234 | Пациент Б. | 52337/A19 |
| 235 | Пациент В. | 55898/A19 |
| 236 | Пациент Б. | 59900/A19 |
| 237 | Пациент Э. | 59689/A19 |
| 238 | Пациент Р. | 58670/A19 |
| 239 | Пациент Х. | 57602/A19 |
| 240 | Пациент Р. | 57650/A19 |
| 241 | Пациент К. | 60422/A19 |
| 242 | Пациент Т. | 62088/A19 |
| 243 | Пациент Б. | 58897/A19 |
| 244 | Пациент К. | 63493/A19 |
| 245 | Пациент М. | 63488/A19 |
| 246 | Пациент В. | 60887/A19 |
| 247 | Пациент Т  | 63606/A19 |
| 248 | Пациент Р. | 64651/A19 |
| 249 | Пациент К. | 61570/A19 |
| 250 | Пациент Ш. | 64828/A19 |
| 251 | Пациент Э. | 64502/A19 |
| 252 | Пациент Ф. | 66054/A19 |
| 253 | Пациент Р. | 64276/A19 |
| 254 | Пациент К. | 28509/A19 |
| 255 | Пациент З. | 66660/A19 |
| 256 | Пациент О. | 66903/A19 |
| 257 | Пациент Т. | 60524/A19 |

|     |            |           |
|-----|------------|-----------|
| 258 | Пациент Л. | 64286/A19 |
| 259 | Пациент Р. | 66947/A19 |
| 260 | Пациент Р. | 62059/A19 |
| 261 | Пациент Х. | 67690/A19 |
| 262 | Пациент Н. | 68808/A19 |
| 263 | Пациент С. | 64879/A19 |
| 264 | Пациент С. | 68260/A19 |
| 265 | Пациент Щ. | 68600/A19 |
| 266 | Пациент Л. | 69163/A19 |
| 267 | Пациент Г. | 69796/A19 |
| 268 | Пациент Я. | 68691/A19 |
| 269 | Пациент Л. | 70931/A19 |
| 270 | Пациент О. | 72685/A19 |
| 271 | Пациент А. | 70707/A19 |
| 272 | Пациент С. | 72746/A19 |
| 273 | Пациент Ш. | 67818/A19 |
| 274 | Пациент Т. | 57627/A19 |
| 275 | Пациент С. | 73508/A19 |
| 276 | Пациент С. | 68782/A19 |
| 277 | Пациент Л. | 61497/A19 |
| 278 | Пациент А. | 74408/A19 |
| 279 | Пациент З. | 74455/A19 |
| 280 | Пациент П. | 77575/A19 |
| 281 | Пациент Д. | 78701/A19 |

|     |            |           |
|-----|------------|-----------|
| 282 | Пациент Я. | 77266/A19 |
| 283 | Пациент Э. | 80732/A19 |
| 284 | Пациент П. | 79630/A19 |
| 285 | Пациент М. | 74440/A19 |
| 286 | Пациент Б. | 7112/A17  |
| 287 | Пациент А. | 82220/A19 |
| 288 | Пациент М. | 68786/A19 |
| 289 | Пациент Л. | 67360/A19 |
| 290 | Пациент К. | 78131/A19 |
| 291 | Пациент К. | 84728/A19 |
| 292 | Пациент Д. | 79854/A19 |
| 293 | Пациент М. | 86697/A19 |
| 294 | Пациент К. | 87627/A19 |
| 295 | Пациент П. | 88647/A19 |
| 296 | Пациент Л. | 97761/A19 |
| 297 | Пациент С. | 97761/A19 |
| 298 | Пациент З. | 88714/A19 |
| 299 | Пациент Ш. | 88707/A19 |
| 300 | Пациент Х. | 85785/A19 |
| 301 | Пациент Б. | 53347/A19 |
| 302 | Пациент Б. | 94237/A19 |
| 303 | Пациент К. | 77765/A19 |
| 304 | Пациент Б. | 92383/A19 |
| 305 | Пациент З. | 94723/A19 |

|     |            |            |
|-----|------------|------------|
| 306 | Пациент Л. | 95676/A19  |
| 307 | Пациент Д. | 94760/A19  |
| 308 | Пациент И. | 83525/A19  |
| 309 | Пациент Ш. | 80594/A19  |
| 310 | Пациент С. | 95945/A19  |
| 311 | Пациент У. | 96548/A19  |
| 312 | Пациент Г. | 100865/A19 |
| 313 | Пациент З. | 75005/A19  |
| 314 | Пациент Е. | 102508/A19 |
| 315 | Пациент А. | 7838/A20   |
| 316 | Пациент Т. | 98569/A19  |
| 317 | Пациент С. | 73551/A19  |
| 318 | Пациент Ю. | 102308/A19 |
| 319 | Пациент Д. | 217/A20    |
| 320 | Пациент С. | 788/A19    |
| 321 | Пациент С. | 43960/A19  |
| 322 | Пациент М. | 1011/A19   |
| 323 | Пациент Х. | 1036/A20   |
| 324 | Пациент В. | 2883/A20   |
| 325 | Пациент К. | 2858/A20   |
| 326 | Пациент З. | 1990/A20   |
| 327 | Пациент Б. | 102388/A19 |
| 328 | Пациент М. | 47508/A20  |
| 329 | Пациент Б. | 1479/A20   |

|     |            |            |
|-----|------------|------------|
| 330 | Пациент Л. | 64/A20     |
| 331 | Пациент Р. | 4414/A19   |
| 332 | Пациент Р. | 4421/A20   |
| 333 | Пациент Ю. | 102170/A19 |
| 334 | Пациент Д. | 900/A20    |
| 335 | Пациент И. | 223/A20    |
| 336 | Пациент К. | 5062/A20   |
| 337 | Пациент Т. | 5134/A20   |
| 338 | Пациент А. | 6873/A20   |
| 339 | Пациент А. | 9775/A20   |
| 340 | Пациент А. | 11313/A20  |
| 341 | Пациент А. | 12354/A20  |
| 342 | Пациент Р. | 14405/A20  |
| 343 | Пациент О. | 17863/A20  |
| 344 | Пациент Г. | 7804/A20   |
| 345 | Пациент П. | 11885/A20  |
| 346 | Пациент А. | 23476/A20  |
| 347 | Пациент М. | 24149/A20  |
| 348 | Пациент Л. | 11718/A20  |
| 349 | Пациент Д. | 12947/A20  |
| 350 | Пациент В. | 103256/A20 |
| 351 | Пациент Ш. | 8954/A20   |
| 352 | Пациент И. | 24681/A20  |
| 353 | Пациент Е. | 22270/A20  |

|     |            |           |
|-----|------------|-----------|
| 354 | Пациент К. | 23457/A20 |
| 355 | Пациент М. | 16733/A20 |
| 356 | Пациент К. | 25780/A20 |
| 357 | Пациент Ж. | 25800/A20 |
| 358 | Пациент Ж. | 18872/A20 |
| 359 | Пациент Щ. | 17836/A20 |
| 360 | Пациент К. | 23407/A20 |
| 361 | Пациент Х. | 26527/A20 |
| 362 | Пациент Б. | 26943/A20 |
| 363 | Пациент С. | 26906/A20 |
| 364 | Пациент Л. | 27060/A20 |
| 365 | Пациент Б. | 26942/A20 |
| 366 | Пациент Б. | 27263/A20 |
| 367 | Пациент Б. | 27264/A20 |
| 368 | Пациент Б. | 27265/A20 |
| 369 | Пациент М. | 25237/A20 |
| 370 | Пациент М. | 20001/A20 |
| 371 | Пациент В. | 27552/A20 |
| 372 | Пациент В. | 27553/A20 |
| 373 | Пациент Д. | 27533/A20 |
| 374 | Пациент Ф. | 27547/A20 |
| 375 | Пациент О. | 32714/A20 |
| 376 | Пациент Б. | 32903/A20 |
| 377 | Пациент Ф. | 22074/A20 |

|     |            |           |
|-----|------------|-----------|
| 378 | Пациент К. | 37313/A20 |
| 379 | Пациент З. | 36691/A20 |
| 380 | Пациент Б. | 33053/A20 |
| 381 | Пациент Л. | 6906/A20  |
| 382 | Пациент З. | 37177/A20 |
| 383 | Пациент А. | 39631/A20 |
| 384 | Пациент А. | 18847/A20 |
| 385 | Пациент М. | 39780/A20 |
| 386 | Пациент З. | 51155/A20 |
| 387 | Пациент Р. | 39427/A20 |
| 388 | Пациент Р. | 51058/A20 |
| 389 | Пациент К. | 44102/A20 |
| 390 | Пациент А. | 53321/A20 |
| 391 | Пациент С. | 49496/A20 |
| 392 | Пациент О. | 66849/A19 |
| 393 | Пациент В. | 36751/A20 |
| 394 | Пациент К. | 49521/A20 |
| 395 | Пациент М. | 56231/A20 |
| 396 | Пациент Б. | 74403/A20 |
| 397 | Пациент Я. | 52912/A20 |
| 398 | Пациент Г. | 54832/A20 |
| 399 | Пациент К. | 64390/A20 |
| 400 | Пациент П. | 63941/A20 |
| 401 | Пациент Г. | 58581/A20 |

|     |            |           |
|-----|------------|-----------|
| 402 | Пациент Ш. | 78072/A20 |
| 403 | Пациент Т. | 46670/A20 |
| 404 | Пациент А. | 73691/A20 |
| 405 | Пациент Б. | 62182/A20 |
| 406 | Пациент Б. | 71293/A20 |
| 407 | Пациент Ш. | 79904/A20 |
| 408 | Пациент В. | 39651/A20 |
| 409 | Пациент Б. | 77910/A20 |
| 410 | Пациент Б. | 66848/A20 |
| 411 | Пациент Д. | 73600/A20 |
| 412 | Пациент А. | 82942/A20 |
| 413 | Пациент М. | 23/A20    |
| 414 | Пациент К. | 84578/A20 |
| 415 | Пациент С. | 53858/A20 |
| 416 | Пациент Ф. | 79200/A20 |
| 417 | Пациент В. | 25/A21    |
| 418 | Пациент А. | 108/A21   |
| 419 | Пациент Н. | 411/A21   |
| 420 | Пациент Г. | 82775/A20 |
| 421 | Пациент Р. | 678/A21   |
| 422 | Пациент У. | 292/A21   |
| 423 | Пациент П. | 1733/A21  |
| 424 | Пациент А. | 81162/A20 |
| 425 | Пациент С. | 20092/A21 |

|     |            |           |
|-----|------------|-----------|
| 426 | Пациент С. | 4281/A21  |
| 427 | Пациент М. | 4169/A21  |
| 428 | Пациент Ж. | 85897/A20 |
| 429 | Пациент А. | 84509/A20 |
| 430 | Пациент Г. | 1836/A21  |
| 431 | Пациент А. | 37663/A20 |
| 432 | Пациент Л. | 2735/A21  |
| 433 | Пациент Т. | 85834/A20 |
| 434 | Пациент Г. | 85914/A20 |
| 435 | Пациент С. | 4210/A21  |
| 436 | Пациент Ш. | 84751/A20 |
| 437 | Пациент Т. | 4466/A21  |
| 438 | Пациент С. | 2086/A20  |
| 439 | Пациент В. | 8296/A21  |
| 440 | Пациент Л. | 6706/A21  |
| 441 | Пациент Р. | 2158/A21  |
| 442 | Пациент Д. | 4937/A21  |
| 443 | Пациент К. | 4820/A21  |
| 444 | Пациент З. | 36743/A19 |
| 445 | Пациент Л. | 7581/A21  |
| 446 | Пациент Р. | 9886/A21  |
| 447 | Пациент У. | 9859/A21  |
| 448 | Пациент Л. | 25698/A20 |
| 449 | Пациент Т. | 11322/A21 |

|     |            |           |
|-----|------------|-----------|
| 450 | Пациент К. | 10455/A21 |
| 451 | Пациент У. | 32938/A20 |
| 452 | Пациент Л. | 11511/A21 |
| 453 | Пациент К. | 11337/A21 |
| 454 | Пациент В. | 11616/A21 |
| 455 | Пациент С. | 52277/A20 |
| 456 | Пациент Р. | 10510/A21 |
| 457 | Пациент К. | 13770/A21 |
| 458 | Пациент Т. | 8925/A21  |
| 459 | Пациент М. | 14085/A21 |
| 460 | Пациент Е. | 14142/A21 |
| 461 | Пациент Ц. | 14258/A21 |
| 462 | Пациент А. | 70518/A20 |
| 463 | Пациент И. | 15006/A21 |
| 464 | Пациент К. | 4139/A21  |
| 465 | Пациент П. | 16379/A21 |
| 466 | Пациент Х. | 16471/A21 |
| 467 | Пациент А. | 15206/A21 |
| 468 | Пациент К. | 14161/A21 |
| 469 | Пациент Г. | 6158/A21  |
| 470 | Пациент Р. | 15168/A21 |
| 471 | Пациент М. | 16814/A21 |
| 472 | Пациент С. | 15712/A21 |
| 473 | Пациент Б  | 18935/A21 |

|     |            |           |
|-----|------------|-----------|
| 474 | Пациент Г. | 14698/A21 |
| 475 | Пациент А. | 18718/A21 |
| 476 | Пациент К. | 17572/A21 |
| 477 | Пациент К. | 20225/A21 |
| 478 | Пациент В. | 21175/A21 |
| 479 | Пациент Г. | 20002/A21 |
| 480 | Пациент Т. | 21531/A21 |
| 481 | Пациент Л. | 22044/A21 |
| 482 | Пациент М. | 22243/A21 |
| 483 | Пациент Г. | 20887/A21 |
| 484 | Пациент С. | 18645/A21 |
| 485 | Пациент В. | 21933/A21 |
| 486 | Пациент Н. | 23927/A21 |
| 487 | Пациент Е. | 23926/A21 |
| 488 | Пациент Б. | 42243/A21 |
| 489 | Пациент К. | 52456/A20 |
| 490 | Пациент Б. | 24560/A21 |
| 491 | Пациент Ф. | 19450/A21 |
| 492 | Пациент У. | 25572/A21 |
| 493 | Пациент Ш. | 25276/A21 |

|     |            |           |
|-----|------------|-----------|
| 494 | Пациент Г. | 11038/A20 |
| 495 | Пациент Т. | 26489/A21 |
| 496 | Пациент М. | 23138/A21 |
| 497 | Пациент М. | 26441/A21 |
| 498 | Пациент У. | 25408/A21 |
| 499 | Пациент А. | 24006/A21 |
| 500 | Пациент Л. | 22034/A21 |
| 501 | Пациент С. | 21289/A21 |
| 502 | Пациент М. | 32032/A21 |
| 503 | Пациент М. | 32032/A21 |
| 504 | Пациент Т. | 85835/A20 |
| 505 | Пациент Б. | 34163/A21 |
| 506 | Пациент К. | 37124/A21 |
| 507 | Пациент Г. | 7999/A21  |
| 508 | Пациент Х. | 38650/A21 |
| 509 | Пациент Я. | 38803/A21 |
| 510 | Пациент Х. | 40822/A21 |
| 511 | Пациент Л. | 40774/A21 |
| 512 | Пациент Р. | 24012/A21 |
| 513 | Пациент Г. | 9291/A21  |