

СИМОНОВСКАЯ ХИЛЬДА ЮРЬЕВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КЛИНИКО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ
ДИАГНОСТИКИ ВНЕБОЛЬНИЧНОЙ ПНЕВМОНИИ У ДЕТЕЙ С
ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДИКИ ТОМОСИНТЕЗА**

3.1.21 Педиатрия

3.1.25 Лучевая диагностика

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Москва, 2022

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научные руководители:

доктор медицинских наук, профессор
кандидат медицинских наук, доцент

Зайцева Ольга Витальевна
Шолохова Наталия Александровна

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, профессор
заведующая кафедрой детских болезней лечебного факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Первый московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения России (Сеченовский Университет)

доктор медицинских наук, профессор
профессор кафедры рентгенологии и радиационной медицины Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Ведущая организация:

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

Защита диссертации состоится «___» ____ 2022 г. в ____ часов на заседании диссертационного совета 21.2.058.11, при ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России по адресу 117997, г. Москва, ул. Островитянова д. 1

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (117997, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1) и на сайте www.rsmu.ru

Автореферат разослан «_____» _____ 2022 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
Доктор медицинских наук, профессор

Дубровская Мария Игоревна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

В Российской Федерации, как и во всём мире, сохраняется тенденция к росту числа заболеваний органов дыхания у детей до 14 лет. Частота пневмоний у детей этого возраста почти удвоилась с 2011 по 2018 год, а за период с 2016 по 2018-й возросла на 32% (Росстат, 2020). Несмотря на существенные достижения в области профилактики и лечения, внебольничная пневмония сохраняет одну из лидирующих позиций в структуре детской смертности.

Широкое внедрение вакцинопрофилактики против наиболее клинически значимых возбудителей внебольничной пневмонии способствовало сдвигу в структуре этиологических факторов, существенному изменению клинической и рентгенологической картины заболевания. Диагностика заболевания с опорой на устаревшие критерии увеличивает сроки постановки диагноза, приводит к отсрочке начала адекватной терапии, ассоциирована с повышением риска осложнённого течения заболевания (Le Roux D.M., et al., 2017).

Рентгенография органов грудной клетки в двух проекциях сохраняет за собой статус «золотого стандарта» в диагностике внебольничной пневмонии. Для этой методики характерен суммационный эффект наложения теней от объектов, расположенных на разном удалении от детектора; для его преодоления применяют дополнительные укладки и прицельные снимки, что ведёт к увеличению дозы облучения (Захматова Т.В., 2016). Кроме того, у значительного числа детей с клиническими симптомами внебольничной пневмонии в ранние сроки болезни при рентгенографии не удаётся визуализировать изменения в лёгочной ткани, т.е. имеет место т.н. феномен рентгеннегативности. На момент госпитализации внебольничная пневмония тяжёлого течения была рентгеннегативна у 51,6% пациентов (Hassen M., et al., 2019).

В отечественных и в зарубежных клинических руководствах обращается внимание на то, что даже при наличии характерных клинических проявлений внебольничной пневмонии рентгенографические изменения могут отсутствовать (Клинические рекомендации «Пневмония (внебольничная)», 2022; Геппе Н.А., 2020). Для уточнения диагноза в таких случаях обычно прибегают к высокодозовым лучевым методикам, таким как мультисрезовая компьютерная томография.

Томосинтез представляет собой современную низкодозовую лучевую методику, позволяющую получать необходимое количество срезов параллельно поверхности детектора и применять цифровые методы обработки всего объёма полученных рентгенографических данных (Hooley R.J., 2017, Kim E.Y., 2017, Tada K., 2017, Васильев А.Ю., 2020). При

выполнении томосинтеза органов грудной клетки поглощённая доза всего в 1,5–2 раза выше, чем при рентгенографии и примерно в 10,5 раз меньше, чем при мультисрезовой компьютерной томографии (Васильев А.Ю. и соавт., 2017). Совершенствование диагностики внебольничных пневмоний у детей и подростков с использованием томосинтеза может способствовать появлению новых подходов к лечению, оптимизации лучевой нагрузки и, в конечном итоге, снижению числа неблагоприятных исходов и осложнений заболевания.

Степень разработанности темы

Разработкой совершенствования подходов к диагностике внебольничной пневмонии исследователи в РФ и в мире занимаются на протяжении десятилетий. Согласно мнению экспертов, на современном этапе диагноз этого заболевания должен быть основан на совокупности анамнестических, клинических, лабораторных и инструментальных данных, в том числе результатах лучевого обследования (Баранов А.А. и соавт., 2015; Геппе Н.А. и соавт., 2020).

Диагностический потенциал рентгенологической методики томосинтеза, разработанной в 1970-х годах, к настоящему времени внедрён в алгоритм обследования органов грудной клетки у взрослых (Нечаев В.А., 2016; Васильев А.Ю., и соавт., 2017), однако, до настоящего времени томосинтез не был применён для диагностики внебольничных пневмоний в педиатрической практике. Благодаря отсутствию суммационного эффекта диагностическая ценность томосинтеза для выявления заболеваний органов грудной клетки статистически значимо выше, чем у стандартной рентгенографии (Hassen M., et al., 2019; Kruamak T. et al., 2019). Томосинтез позволяет получать достоверные результаты лучевого обследования при туберкулезе (Никитин М.М., 2016; Wang B. et al., 2019), интерстициальных болезнях легких (Langer S.G. et al., 2016; Kruamak T. et al., 2019), очаговых процессах (Ferrari A. et al., 2018; Zhang Y. et al., 2017), внебольничных пневмониях у взрослых (Prendki V., 2018; Miroshnychenko S., 2020). До настоящего времени методика томосинтеза в педиатрической практике широко использовалась исключительно для исследования костно-суставной системы (Захматова Т.В., 2016; Шолохова Н.А., и соавт., 2018).

Результаты применения томосинтеза для диагностики внебольничных пневмоний у детей в доступной нам литературе не найдены. Целесообразно продолжать совершенствование методик диагностики внебольничной пневмонии у детей и подростков, в том числе путём внедрения новых, более эффективных методов лучевой диагностики.

Цель исследования

Усовершенствовать клинико-инструментальную диагностику внебольничных пневмоний у детей и подростков, изучив возможности применения методики томосинтеза.

Задачи исследования

1) Изучить эпидемиологические характеристики внебольничных пневмоний у детей и подростков, нуждавшихся в стационарном лечении, на примере многопрофильного скоропомощного детского стационара суммарной мощностью 1400 коек за 6-летний период наблюдения.

2) Проанализировать варианты течения внебольничных пневмоний, определить частоту возникновения и структуру осложнений при внебольничной пневмонии у детей и подростков.

3) Определить число пациентов, у которых клинико-лабораторная картина течения внебольничных пневмоний не совпадает с классическими клиническими критериями пневмонии.

4) На основании принципов доказательной медицины продемонстрировать возможности методики томосинтеза в диагностике внебольничных пневмоний у детей и подростков.

5) Провести сравнительный анализ диагностической эффективности методики томосинтеза органов грудной клетки у детей и подростков, сопоставив данные цифровой рентгенографии и мультисрезовой компьютерной томографии.

6) Оптимизировать алгоритм дополнительного обследования при подозрении на наличие осложнений внебольничной пневмонии у детей.

Научная новизна исследования

Впервые проанализирована тенденция к росту рентгеннегативных внебольничных пневмоний, в том числе на фоне использования рентгенографии органов грудной клетки только в прямой проекции. Поздняя диагностика заболевания ассоциирована с ростом числа тяжёлых форм (с 21,4% до 32% за 6-летний период ретроспективного наблюдения) и повышением риска формирования осложнённых форм внебольничной пневмонии (ОШ 0,344; ДИ 0,305–0,389).

Впервые представлена динамика клинико-лабораторных и лучевых характеристик течения внебольничных пневмоний у детей и подростков на современном этапе, установлено число пациентов, у которых клиническая картина, результаты лабораторного и инструментального обследования при внебольничных пневмониях не соответствуют

классическим критериям диагностики (18,2% пациентов 3–18 лет и у 30% детей раннего возраста).

Впервые доказана целесообразность изменения подхода к диагностике внебольничных пневмоний у детей 3–18 лет путём замены дополнительного рентгеновского снимка органов грудной клетки в боковой проекции на томосинтез в прямой проекции. Указанное изменение ориентировано на преодоление характерного для рентгенографии суммационного эффекта и выявление в том числе рентгеннегативных вариантов заболевания.

Впервые проведён проспективный сравнительный анализ возможностей методики томосинтеза при обследовании детей и подростков; выполнено посиндромное рентгеносемиотическое сравнение предлагаемой методики со стандартной рентгенографией органов грудной клетки. На основе полученных данных усовершенствован алгоритм диагностики внебольничной пневмонии у пациентов детского и подросткового возраста, обеспечивающий значимое (в 2,24 раза) снижение потребности в высокодозовых методиках обследования, таких как мультисрезовая компьютерная томография, для уточнения характера патологических изменений при внебольничной пневмонии.

Теоретическая и практическая значимость работы

Впервые выявлено, что чувствительность и специфичность методики томосинтеза при обследовании детей и подростков с внебольничной пневмонией статистически значимо превосходят таковые для рентгенографии (93% против 82,6% и 95,4% против 81,9% соответственно). Внедрение методики в алгоритм лучевого дообследования пациентов детского и подросткового возраста с подозрением на внебольничную пневмонию способствует улучшению диагностики заболевания без существенного роста кратности исследований и увеличения эффективной дозы. Сокращение сроков обследования способствует своевременному началу терапии и тем самым снижает риск осложнённого течения заболевания.

По результатам обследования пациентов с внебольничными пневмониями, выполненного в 2015–2020 гг., в электронном ресурсе ФГНУ «Институт научной и педагогической информации» Российской академии образования «Объединённый фонд электронных ресурсов “Наука и образование” (ОФЭРНиО)» зарегистрирована база данных № 24798 от 14 апреля 2021 года «База данных пациентов детского и подросткового возраста с внебольничными пневмониями».

Методология и методы исследования

Работа проводилась на базе государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Детская городская клиническая больница Святого Владимира Департамента здравоохранения Москвы». Выполнено ретроспективно-проспективное открытое сравнительное нерандомизированное исследование с января 2015 года по январь 2021 года. В исследование включено 3236 пациентов в возрасте от рождения до 18 лет, из них 3116 вошли в группу ретроспективного изучения, 120 обследованы в ходе проспективной части работы. Используются современные методы статистической обработки результатов исследования.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Учитывая актуальность проблемы своевременной диагностики внебольничных пневмоний, рост частоты тяжёлых и рентгеннегативных вариантов, стабильно высокую долю осложнённых форм, необходимо продолжать совершенствование порядка обследования пациентов с подозрением на внебольничную пневмонию.

2. Включение томосинтеза органов грудной клетки в алгоритм лучевого обследования детей 3–18 лет с подозрением на внебольничную пневмонию позволяет получить дополнительные данные по сравнению со стандартной рентгенографией, а также значимо снизить потребность в мультисрезовой компьютерной томографии.

Степень достоверности и апробация результатов исследования

Достоверность результатов подтверждается достаточным объёмом клинических наблюдений, применением современных методов обследования. Подготовка, статистический анализ и интерпретация полученных результатов проведены с использованием современных методов обработки информации и статистического анализа.

Основные положения диссертационной работы обсуждены и доложены на международных и российских конференциях. Результаты исследования обсуждены и доложены на V Общероссийской конференции «Перинатальная медицина: от прегравидарной подготовки к здоровому материнству и детству» (Санкт-Петербург, 2019), VI Общероссийской конференции «Контраверсии неонатальной медицины и педиатрии» (Сочи, 2019), Общероссийской конференции с международным участием «FLORES VITAE. Неонатология и педиатрия» (Москва, 2019, 2020, 2021).

Внедрение результатов диссертационной работы в практику

Результаты диссертационной работы успешно внедрены в клиническую работу отделений пульмонологии, торакальной хирургии, лучевой диагностики, а также приёмного, инфекционного отделений ГБУЗ «ДГКБ Святого Владимира ДЗМ», а также используются в учебном процессе на кафедрах педиатрии и лучевой диагностики ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова МЗ РФ.

Соответствие работы паспортам научных специальностей

Научные положения диссертационной работы соответствуют паспортам специальностей 3.1.21 Педиатрия (медицинские науки) в области исследования п. №6 «Внутренние болезни у детей» и 3.1.25 Лучевая диагностика (медицинские науки).

Личный вклад автора

Автором лично проведён ретроспективный анализ клинических особенностей ВП у детей, выполнено клиническое и инструментальное обследование всех пациентов, наблюдаемых проспективно, включая томосинтез органов грудной клетки, проанализированы данные лабораторных методов обследования, составлены и заполнены индивидуальные карты пациентов. Разработан дизайн исследования, создана база данных для систематизации, хранения и статистической обработки данных. Лично выполнены сбор, анализ и статистическая обработка полученных данных, сформулированы выводы и практические рекомендации. Изданные научные работы, в том числе написанные в соавторстве, и презентации к выступлениям представляют результат преимущественно личного научного вклада автора.

Публикации

По теме диссертационного исследования опубликовано 11 научных работ, в том числе 4 — в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Объём и структура диссертации

Диссертация изложена на 157 страницах машинописного текста, состоит из введения, четырёх глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, который

включает 33 отечественных и 129 зарубежных источников. Представленный материал иллюстрирован 26 рисунками, 20 таблицами, 5 формулами и 2 клиническими наблюдениями.

ОБЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

Исследование было организовано как ретроспективно-проспективное открытое сравнительное моноцентровое нерандомизированное в 2015–2021 гг. с участием 3236 пациентов 0–18 лет. В результате ретроспективного анализа историй болезни 3116 пациентов, получавших лечение по поводу ВП в ГБУЗ «ДГКБ святого Владимира ДЗМ» в 2015–2020 годы, были изучены:

- 1) клиническая характеристика ВП у пациентов детского возраста;
- 2) структура маршрутизации в зависимости от сроков диагностики ВП;
- 3) структура осложнённых пневмоний;
- 4) распространённость явления рентгеннегативности патологических изменений в лёгких.

В ходе проспективной части исследования изучены возможности совершенствования алгоритма диагностики ВП у детей путём модификации этапа лучевой диагностики (замена рентгенографии в боковой проекции на ТС в прямой проекции). Были обследованы 120 пациентов с подозрением на ВП; у 70 пациентов 3–18 лет и 10 детей раннего возраста с рентгенографически подтверждённой ВП и необходимостью дообследования выполнен ТС, проведён сравнительный анализ показателей информативности (точность, специфичность, чувствительность, прогностическая ценность положительного и отрицательного результатов) применения методики.

Все пациенты были обследованы клинико-лабораторными и инструментальными методами, в том числе выполнены стандартная рентгенография ОГК и ТС с целью дообследования. По показаниям ($n=21$, 31,3%) пациентам проведена МСКТ ОГК, результаты этого метода в данной работе были приняты за 100%-точный эталон. Исследование было одобрено Межвузовским Комитетом по этике 16 мая 2019 года. Дизайн работы представлен на Рисунке 1.

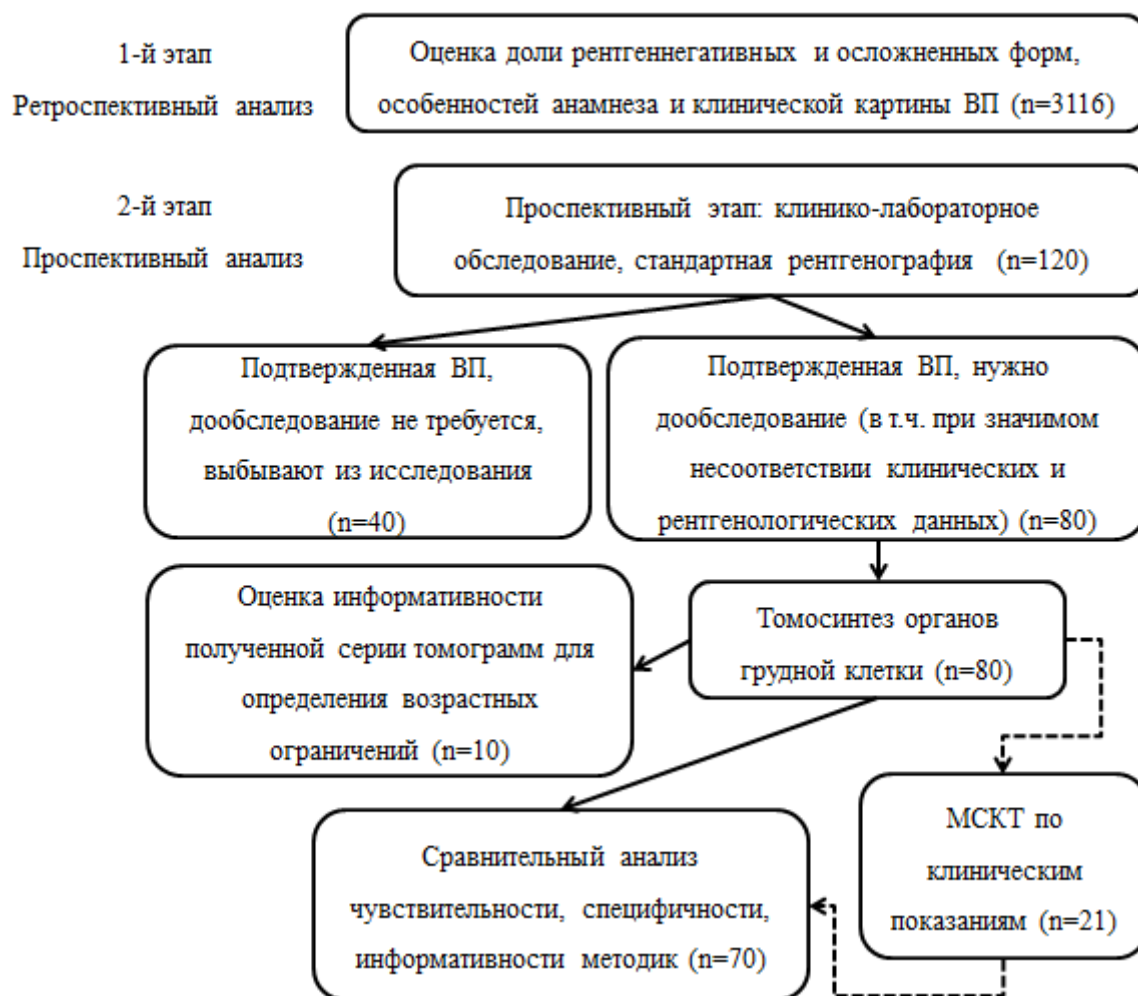


Рисунок 1 — Дизайн исследования

Всем детям было проведено стандартное обследование, включавшее сбор анамнеза, осмотр, пальпацию, перкуссию и аускультацию ОГК, клинический и биохимический анализы крови, определение содержания в крови С-реактивного белка, термометрию, пульсоксиметрию, определение газового состава крови, электрокардиографию, стандартную рентгенографию ОГК в прямой и боковой проекциях, ТС ОГК в прямой проекции, МСКТ ОГК по показаниям.

Полученные в ходе исследования данные были статистически обработаны с применением методов вариационной статистики и корреляционного анализа с помощью пакетов программ «SPSS Statistics», «Statistics 22» и «Microsoft Office Excel-2013». Статистическая значимость различий оценивалась с применением U-критерия Манна-Уитни для несвязанных выборок, критерия χ^2 Пирсона. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$, что при условии одной степени свободы соответствовало $\chi^2 > 3,841$. Размер выборки предварительно не рассчитывался.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ретроспективный анализ клинических и лабораторных характеристик внебольничной пневмонии у детей (n=3116)

В анализ были включены 3116 историй болезни детей с ВП в возрасте от 4 дней до 17 лет 19 дней (в среднем $6\pm 1,73$ лет), находившихся на лечении в ГБУЗ «ДГКБ святого Владимира ДЗМ» в 2015–2020 годах. Был уточнён анамнез детей с ВП с целью выделения наиболее значимых предрасполагающих факторов. Согласно полученным результатам, наибольшую прогностическую значимость имели незавершённость курса вакцинации согласно Национальному календарю (ОШ 0,089; ДИ 0,071–0,113) и принадлежность к категории часто болеющих детей (ОШ 0,295; ДИ 0,250–0,348). Была проанализирована динамика симптомов ВП у детей при поступлении. Установлено, что число детей, поступающих в стационар в тяжёлом состоянии, увеличилось с 21,4% до 32% (в среднем $26,7\pm 5,3\%$; $\chi^2=2,4$; $p>0,05$), в то же время число госпитализированных в состоянии средней тяжести уменьшилось с 76,8% до 59,7% (в среднем $68,25\pm 8,55\%$; $\chi^2=244,3$; $p<0,05$). Несмотря на повышение доли детей, поступавших в тяжёлом состоянии, частота ВП, протекавших с фебрилитетом, статистически значимо уменьшилась с 72,2 до 58,3% ($65,25\pm 6,95\%$; $\chi^2=4,3$; $p<0,05$). В то же время частота ВП, протекавших с субфебрилитетом, статистически значимо возросла с 19,1 до 25,6% ($22,35\pm 3,25\%$; $\chi^2=213,4$; $p<0,05$) за 6-летний период. Статистически значимо возросло в динамике число детей с ВП, поступавших с клиническими признаками ОРВИ, что подтверждает предположение о расширении вклада вирусных патогенов в структуру возбудителей ВП: острый ринит — 71,2–81,4% ($76,3\pm 5,1\%$; $p<0,05$), тонзиллофарингит — 44,3–62,2% ($53,25\pm 8,95\%$; $\chi^2=6,4$; $p<0,05$). Несмотря на то, что в клинических руководствах одним из ключевых диагностических критериев назван кашель с отделением мокроты, в нашей работе было отмечено значимое увеличение доли пациентов с сухим кашлем с 21,9% до 36% ($28,95\pm 7,05\%$; $\chi^2=6,2$; $p<0,05$). В настоящее время можно считать сухой, малопродуктивный кашель патогномичным для ВП у детей. Подобные характеристики кашля при ВП, как правило, характерны для атипичных форм пневмонии (*Mycoplasma pneumoniae* и *Chlamydophila pneumoniae*), а также при первично-вирусном поражении легочной ткани, вызванном вирусами гриппа типов А и В, парагриппа 1 и 2, РС-вируса, вируса Эпштейна–Барр и т.д.

Мы выявили статистически значимое снижение выявляемости классического симптома ВП - перкуторных изменений звука над областью поражения — с 64,6% до 46,5% ($55,5\pm 9,05\%$; $\chi^2=49,4$; $p<0,05$). В то же время аускультативная характеристика сохраняла своё значение в

динамике: так, зона ослабленного проведения дыхательных шумов была нами выявлена у 15,4–22,9% ($19,15 \pm 3,75\%$; $\chi^2=25,5$; $p < 0,05$), что составило статистически значимое улучшение выявления показателя. Хрипы различных характеристик также определялись чаще — у 40,5–58,8% ($49,65 \pm 9,15\%$; $\chi^2=17,5$; $p < 0,05$). Феномен крепитации был обнаружен у 3,8–12,3% ($8,05 \pm 4,25\%$), что демонстрирует высокую вариабельность показателя.

При анализе лабораторных особенностей у детей, госпитализированных с ВП, можно предполагать снижение роли бактериального пула возбудителей ВП. В нашей работе доля детей с лейкоцитозом свыше $15 \times 10^9/\text{л}$ статистически значимо снизилась с 26,3% до 15,9% ($21,1 \pm 5,2\%$; $\chi^2=26,2$; $p < 0,05$), в то время как нейтрофильный сдвиг влево с содержанием палочкоядерных форм более 10% был зафиксирован у 37,6–22,2% ($29,9 \pm 7,7\%$; $\chi^2=14,8$; $p < 0,05$).

Нами была определена доля рентгегенегативных ВП (Рисунок 2).

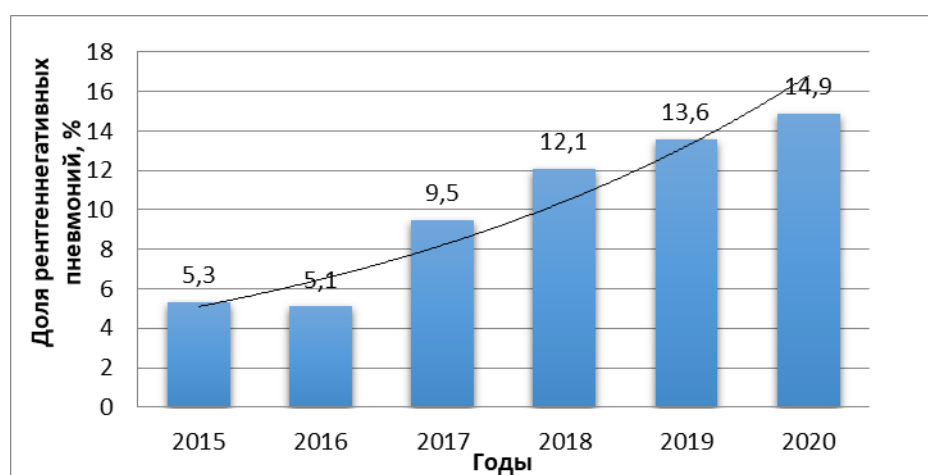


Рисунок 2 — Динамика частоты выявления рентгегенегативных ВП у детей ($n=3116$) за 2015–2020 гг., %

Примечание: черной чертой отображена экспоненциальная линия, иллюстрирующая тенденцию к изменению показателя с течением времени.

Была выявлена тенденция к статистически значимому увеличению доли рентгегенегативных ВП за 6 лет — с 5,3% до 14,9% ($\chi^2=5,07$; $p < 0,05$), также статистически значимо возросла частота ВП, клинико-лабораторная и инструментальная картина которых не соответствовала классическим критериям ВП с 12,3% до 18,8% ($15,55 \pm 3,25\%$; $\chi^2=37,3$; $p < 0,05$). Так, очаговые и инфильтративные изменения при стандартной рентгенографии были выявлены не у всех детей с ВП, что свидетельствует о снижении информативности этой методики.

Полученные нами результаты подтверждают востребованность высокоточных, доступных и низкодозовых методик дополнительного лучевого обследования, применимых для верификации диагноза ВП в педиатрической практике.

Несмотря на современные меры профилактики и лечения ВП, частота осложненных

форм ВП у детей сохранялась на стабильном уровне ($34 \pm 2,2\%$). В структуре осложнений преобладали лёгочные формы - плевриты ($23,8\text{--}31\%$), деструктивные изменения в виде пневматоцеле и абсцессов ($12,1\text{--}22,5\%$), сегментарные или долевые ателектазы ($4\text{--}9,6\%$), реже регистрировали пневмоторакс ($3,6\text{--}5,8\%$), пио- или гидроторакс ($1,2\text{--}4,4\%$). Из внелегочных форм был диагностирован только инфекционно-токсический шок (ИТШ) - $0\text{--}2,7\%$. Вариабельность показателей за 6-летний период наблюдения была умеренной для деструктивных форм ($17,3 \pm 5,2\%$) и плевритов ($27 \pm 4\%$), низкой для ателектазов ($6,8 \pm 2,8\%$), пневмотораксов ($4,7 \pm 1,1\%$), пио- и гидротораксов ($2,8 \pm 1,6\%$), ИТШ ($1,5 \pm 1,2\%$).

Перспективное изучение эффективности применения томосинтеза органов грудной клетки при ВП у детей (n=120)

Для оптимизации подходов к лучевой диагностике ВП у детей нами впервые в алгоритм обследования был включён ТС ОГК. С учётом возрастных анатомо-физиологических и клинических особенностей результаты обследования детей 0–3 лет (n=10) и 3–18 лет (n=70) были проанализированы отдельно.

При изучении рентгеносемиотики различных клинико-морфологических форм ВП при проведении ТС ОГК у детей 3–18 лет было убедительно показано, что для интерпретации ТС в педиатрической практике рентгенолог может успешно применять протоколы, используемые для стандартной рентгенографии, поскольку основные рентгенологические признаки (симптомы) и порядок их интерпретации при этих двух рентгенографических методиках в целом аналогичны. В то же время методика ТС заметно более чувствительна к изолированным реакциям или поражениям междолевой плевры, в том числе в ранние сроки заболевания.

Мы изучили структуру и рентгенологические характеристики различных клинико-морфологических форм ВП у детей 3–18 лет, обследованных с применением методики ТС. По нашим данным, очаговые формы в структуре ВП составили 4 (5,7%) в анализируемой выборке; количество сегментарных форм достигло 7 (10%), осложнённого течения в обеих указанных подгруппах выявлено не было. Наиболее распространённой оказалась полисегментарная форма ВП - 33 (47,1%) случая, в том числе 5 (13,9%) из них были осложнены деструкцией, а 9 (25%) — плевритом. Лобарная (долевая) форма ВП была диагностирована у 23 (32,9%) детей, в том числе осложнения в виде деструкции имели место у 7 (30,4%) обследованных, плеврит выявили у 3 (13%) детей. Интерстициальная форма была диагностирована у 3 (4,3%) детей, из них у одной девочки сформировался абсцесс, у другой развился ателектаз нижней доли и экссудативный плеврит.

Методика ТС позволила также успешно обследовать пациентов с подозрением на ВП,

имеющих несъёмные металлоконструкции в области грудной клетки после хирургической коррекции различных нарушений осанки, воронкообразной деформации грудной клетки и т.д. (Рисунок 3).

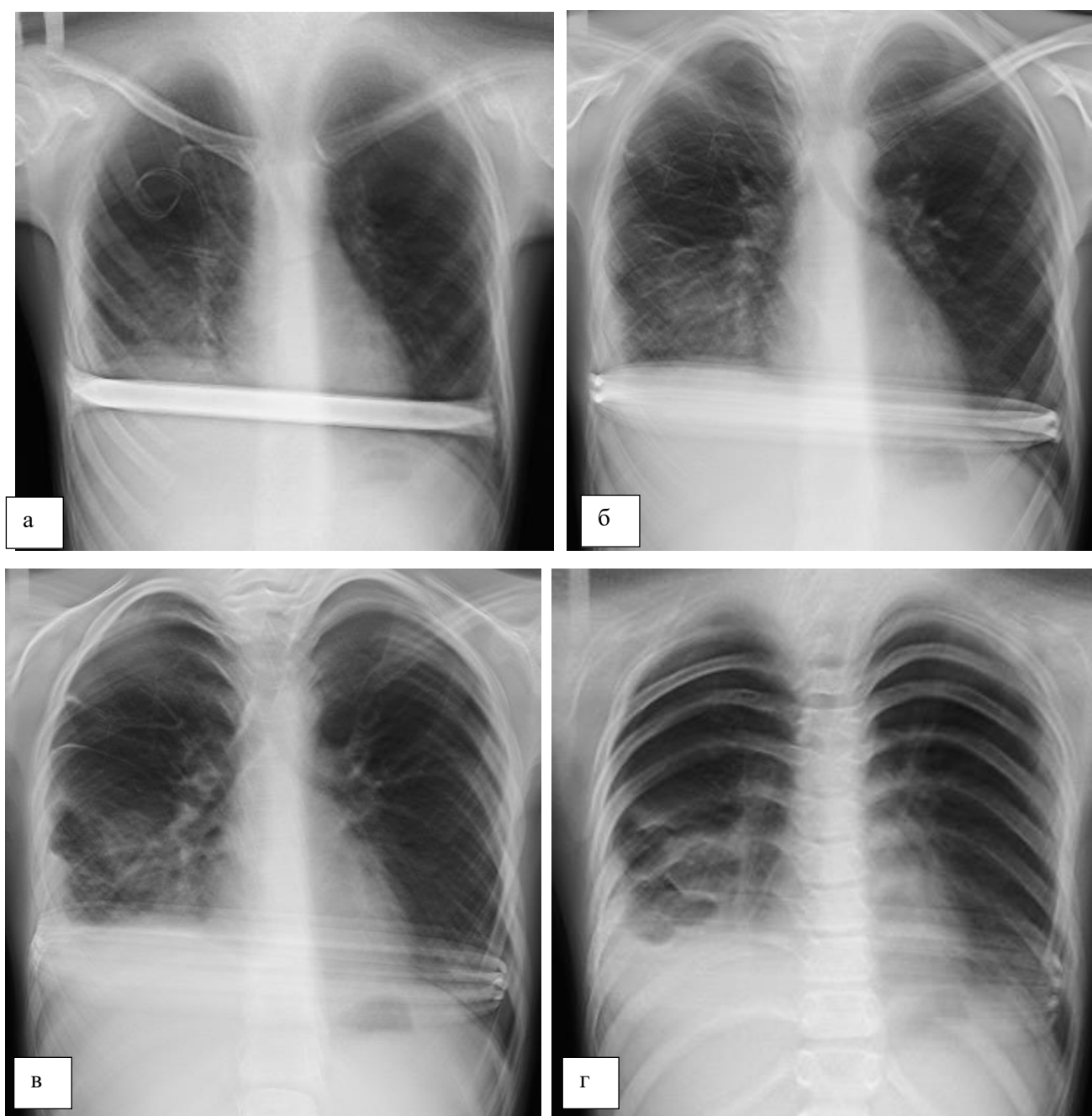


Рисунок 3 — серия томограмм ОГК пациента М, 11 лет 6 мес, носителя металлического устройства наружной фиксации с клиничко-лабораторными симптомами ВП

Примечание: а – хорошо видны контуры металлической пластины и тень центрального венозного катетера; б–г – в последующих срезах металлическая пластина не препятствует визуализации инфильтративных изменений, очагов деструкции неправильной формы в нижней доле справа.

Благодаря отсутствию феномена суммации теней методика ТС ОГК в равной степени пригодна для ранней диагностики различных клинико-морфологических форм ВП, а также для своевременного обнаружения осложнений ВП (Рисунок 4).

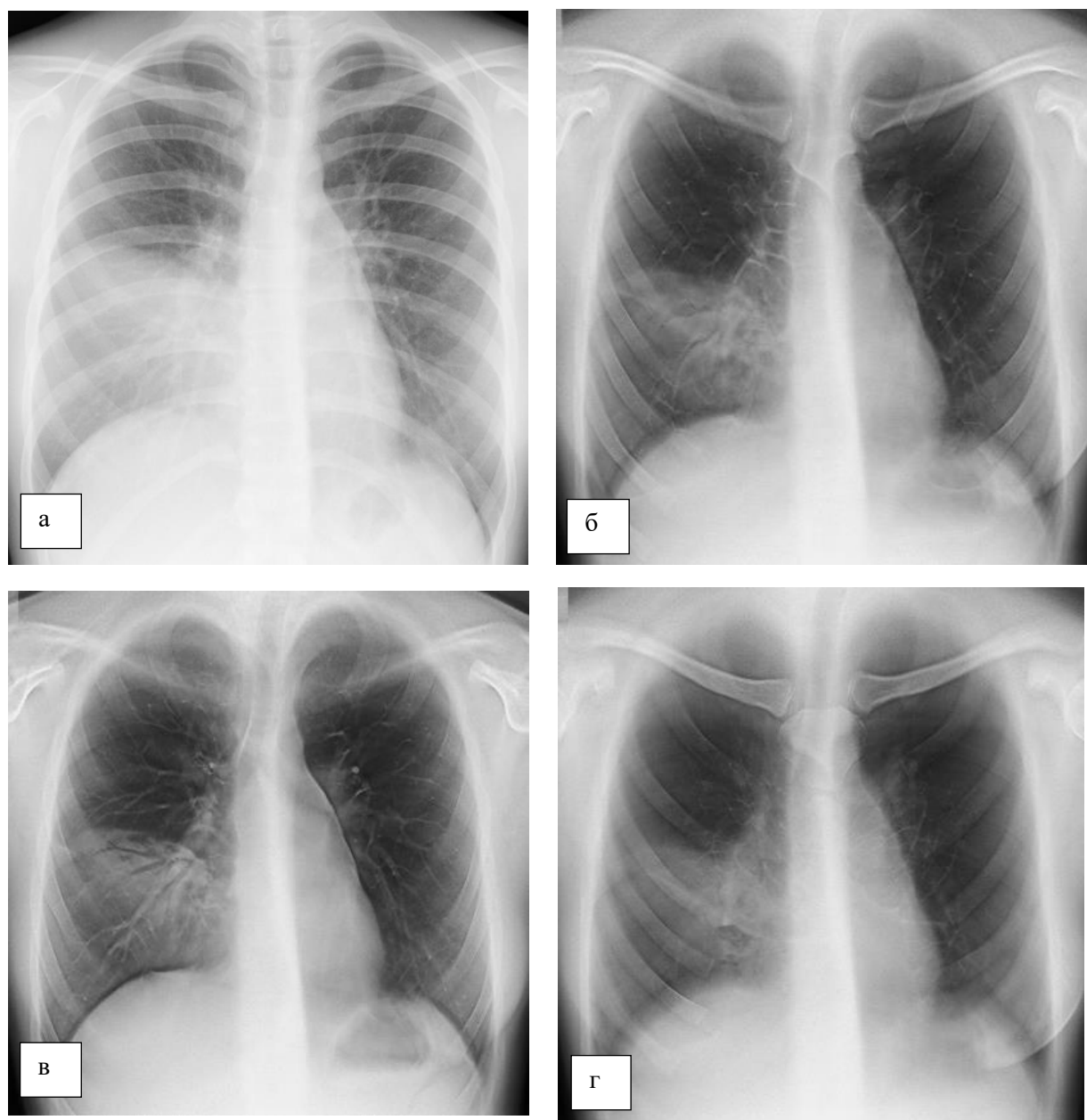


Рисунок 4 — обзорная рентгенограмма и серия томограмм ОГК пациентки Г., 17 лет, 7-е сутки заболевания

Примечание: а – рентгенограмма: негомогенное затемнение в сегментах средней и нижней долей справа; б–г – серия срезов, полученных при ТС. Интенсивное негомогенное затемнение в пределах анатомических границ средней и нижней доли справа. Легочный рисунок в области инфильтрации значительно усилен, деформирован. Множественные деструктивные полости в сегментах средней и нижней долей справа. Левый корень частично скрыт за тенью сердца, в составе правого плотный пакет перибронхиальных лимфоузлов. У пациентки диагностирована правосторонняя деструктивная полисегментарная средне- и нижнедолевая пневмония.

На заключительном этапе был проведён сравнительный анализ информативности различных методик лучевой диагностики с обязательным сравнением показателей для рентгенографии и ТС, факультативным сопоставлением полученных данных с результатами МСКТ (данное исследование проводили строго по клиническим показаниям).

Несмотря на стандартизацию условий обследования, у детей раннего возраста доля исследований, не подлежащих описанию из-за обилия артефактов от движения и дыхания, достигла 30%. Предположительно одной из причин недостаточной информативности ТС у детей раннего возраста стала обусловленная возрастными и анатомо-физиологическими особенностями невозможность задержать дыхание и произвольно сохранять неподвижность в течение 7–12 секунд исследования. Приняв во внимание полученные результаты обследования, мы отказались от дальнейшего набора пациентов раннего возраста в данную группу.

В группе детей 3–18 лет с ВП, обследованных в ходе проспективной части работы, определены рентгенологические признаки, патогномоничные для ВП: затенение в пределах анатомической структуры, полисегментарное поражение (фокусной тени), очаговая тень, сосудисто-интерстициальный рисунок, деструкция, реакция плевры, реакция лимфоузлов. Симптомы диссеминации (n=1) и вздутия легочных полей (n=3) не анализировали, поскольку они не патогномоничны для ВП. Сопоставление показателей чувствительности и специфичности методик стандартной рентгенографии и ТС ОГК представлено в Таблице 1.

Таблица 1 — Суммарные показатели информативности использованных методик лучевой диагностики (цифровая рентгенография и ТС ОГК)

Показатели	Рентгенография, %	ТС, %	χ^2 критерий Пирсона	p
Чувствительность	82,6	93	5,05	p<0,05
Специфичность	81,9	95,4	9,06	p<0,05

В ходе анализа критериев информативности было подтверждено, что методика ТС благодаря послойной визуализации патологических изменений не имеет феномена рентгеннегативности, обусловленного суммационным эффектом, характерного для рентгенографии, благодаря чему статистически значимо превосходит стандартную рентгенографию по сумме показателей.

Для всех проанализированных рентгенологических признаков методика ТС ОГК позволила получить дополнительные, клинически значимые данные в среднем у 25% обследованных и обойтись без проведения МСКТ у 55,4% обследованных с ВП (Рисунок 5).

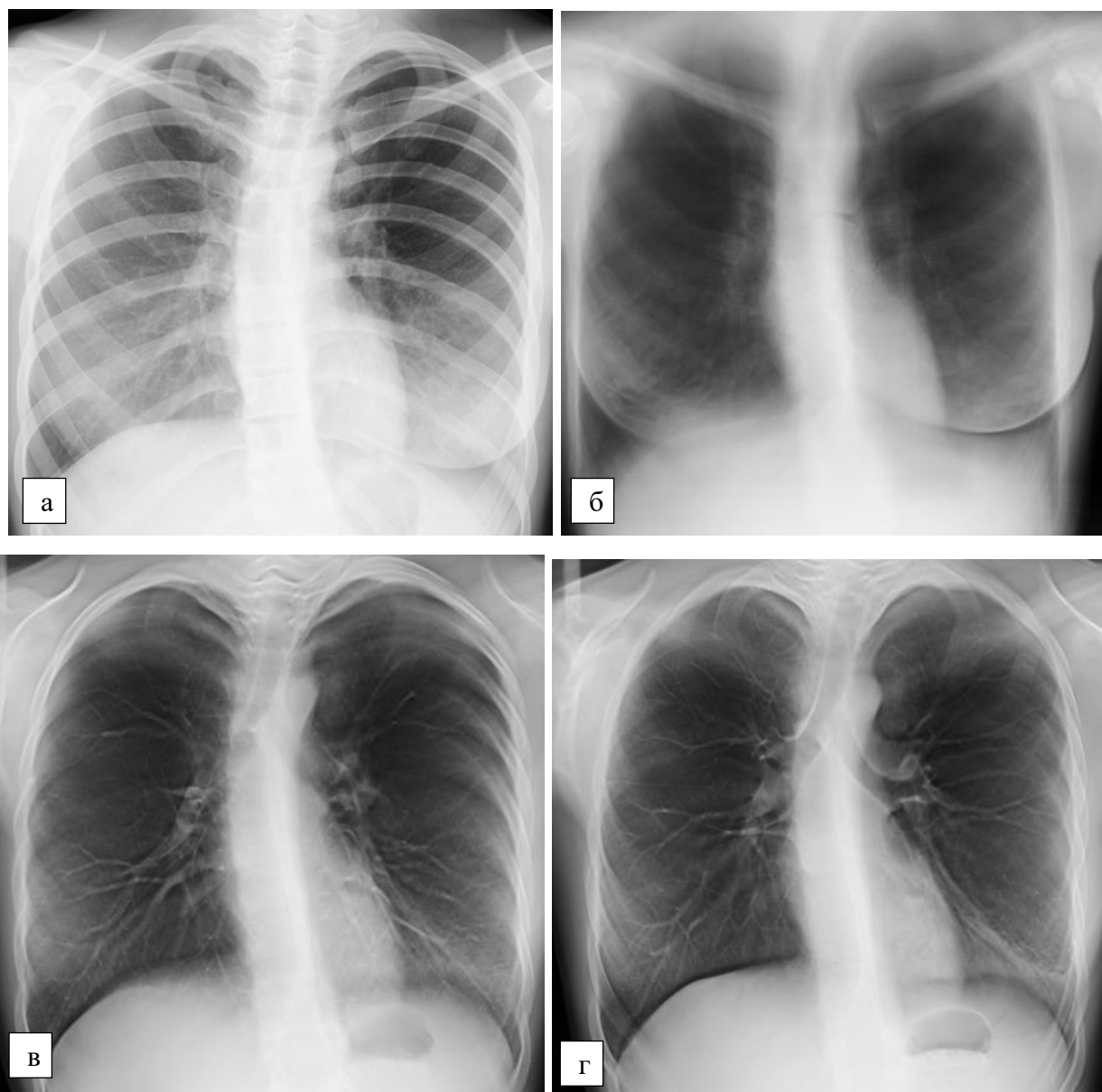


Рисунок 5 — обзорная рентгенограмма и серия томограмм ОГК пациентки Т., 15 лет, 1 мес с подозрением на ВП:

а — рентгенограмма: нижняя доля слева, где аускультированы мелкопузырчатые хрипы, вследствие суммационного эффекта прикрыта тенью левой молочной железы; б–г — серия срезов, полученных при ТС. На срезах в,г хорошо виден высокоинтенсивный очаг затенения в S8 слева

Таким образом, дополнение алгоритма диагностики ВП (выполнение ТС в прямой проекции вместо стандартной рентгенографии в боковых проекциях) способствует решению задачи ранней диагностики ВП и выявления осложнённых форм и снижает потребность в МСКТ при обследовании детей и подростков с подозрением на тяжёлое течение ВП в 2,24 раза.

Результаты проведённой нами работы подтверждают, что в существующих критериях ВП диагностируют с клинически значимым запаздыванием, в том числе из-за недостаточной специфичности клинико-лабораторных и рентгенологических симптомов на ранних этапах

заболевания. Поздняя диагностика ВП ассоциирована с ростом числа тяжёлых форм и повышением риска формирования осложнений (ОШ 0,344; ДИ 0,305–0,389). При этом внедрение ТС в алгоритм лучевого дообследования при ВП позволяет решить эту клиническую проблему благодаря отсутствию феномена суммации теней, характерного для стандартной рентгенографии, более высоких чувствительности и специфичности методики при выявлении патогномоничных признаков ВП.

На основании результатов проведённой нами исследовательской работы уточнён алгоритм применения ТС в диагностике ВП у детей старше 3 лет и подростков (Рисунок 6).

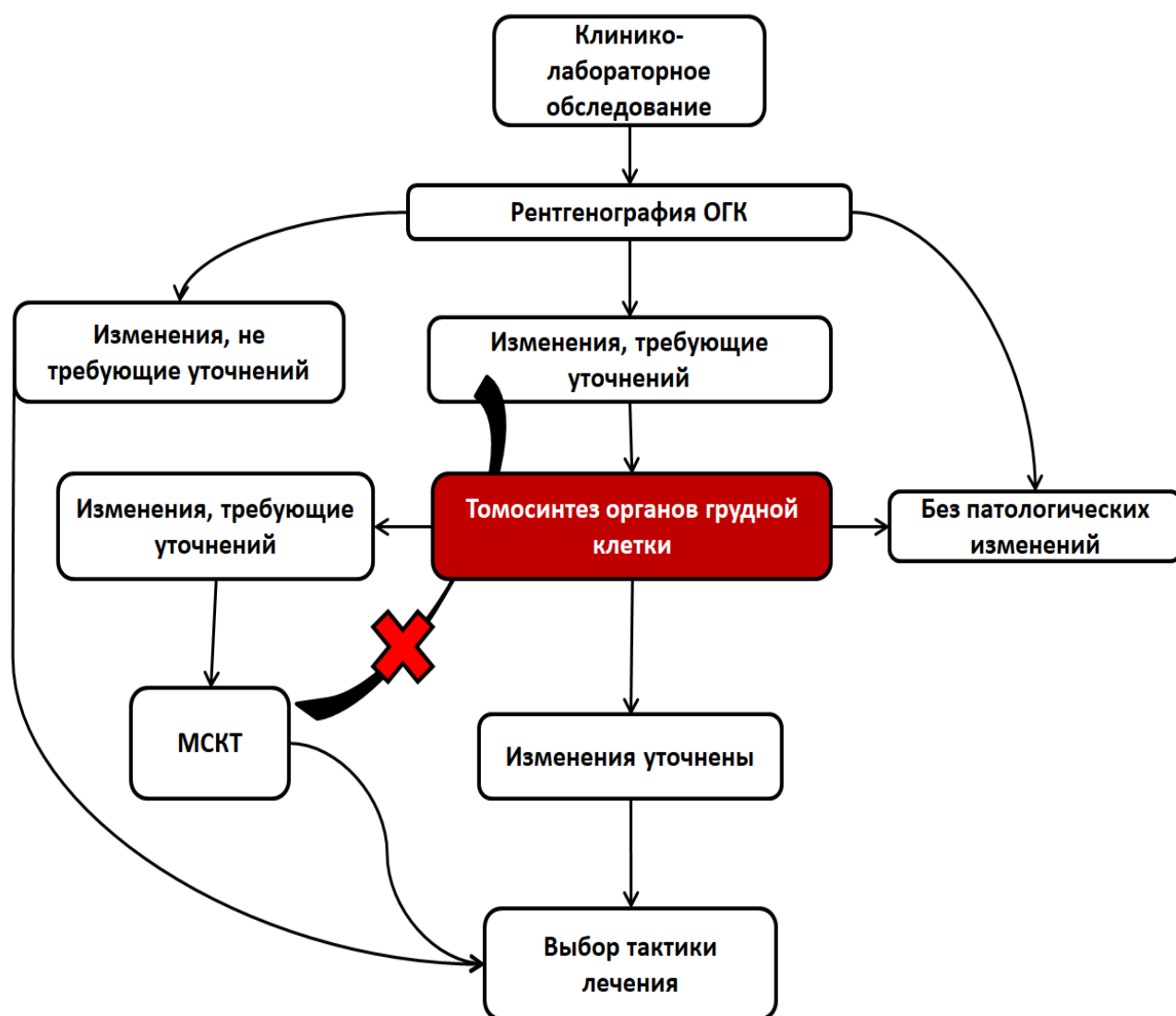


Рисунок 6 — Усовершенствованный алгоритм обследования детей старше 3 лет с подозрением на ВП

ВЫВОДЫ

1. Результаты ретроспективного изучения историй болезни 3116 пациентов детского возраста с ВП, проходивших стационарное лечение в ГБУЗ «ДГКБ Святого Владимира ДЗМ» за 6-летний период, демонстрируют статистически значимый рост доли детей, поступающих в стационар в тяжелом состоянии — с 59,7 до 76,8% ($68,25 \pm 8,55\%$; $\chi^2=244,3$; $p < 0,05$). Колебания доли осложнённого течения ВП за указанный период в пределах 32–35% не были статистически значимыми ($\chi^2=0,2$; $p > 0,05$).

2. Симптомы ВП не соответствовали классическим клиническим и лабораторным критериям достоверного диагноза данного заболевания у 18,2% пациентов 3–18 лет и менее чем у трети детей раннего возраста.

3. Проанализирована и подтверждена тенденция к росту числа рентгеннегативных форм ВП — с 15,3% в 2015 году до 24,9% в 2020 году ($20,1 \pm 4,8\%$; $\chi^2=2,87$; $p > 0,05$) — и клинически малосимптомных форм заболевания — с 12,3 до 18,8% ($15,55 \pm 3,25\%$; $\chi^2=1,6$; $p > 0,05$).

4. При сравнении стандартной рентгенографии и ТС ОГК в прямой проекции последний обладает большей чувствительностью (93% против 82,6%, $\chi^2=5,05$; $p < 0,05$) и специфичностью (95,4% против 81,9%, $\chi^2=9,06$; $p < 0,05$) в диагностике ВП у детей старше 3 лет; все перечисленные различия статистически значимы.

5. Включение ТС в алгоритм обследования детей с ВП (после рентгенографии в прямой проекции, вместо рентгенографии в боковой проекции) способствует ранней диагностике заболевания, включая рентгеннегативные формы, и позволяет своевременно выявить осложнения.

6. Дополнение алгоритма лучевого обследования пациентов с ВП старше 3 лет методикой ТС в прямой проекции обеспечивает значимое (в 2,24 раза) снижение потребности в высокодозовых методиках обследования, таких как МСКТ, для уточнения характера патологических изменений.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. У пациентов с подозрением на ВП отсутствие клинико-лабораторных признаков бактериального воспаления не следует считать аргументом, свидетельствующим против данного диагноза. При отсутствии у пациента фебрилитета в течение 3 дней, кашля с мокротой, лейкоцитоза, выраженного нейтрофильного сдвига при наличии иных маркеров ВП необходима дополнительная оценка вероятности атипичной либо первично-вирусной этиологии

заболевания.

2. У пациентов с клиническими признаками ВП при недостоверной визуализации лёгочных полей на рентгенограмме в прямой проекции для дополнительного обследования целесообразно применять ТС в прямой проекции, а не рентгенографию в боковой проекции со стороны предполагаемого поражения. При сопоставимом уровне лучевой нагрузки ТС обладает достоверно большим диагностическим эффектом.

3. Применение ТС после стандартной рентгенографии в прямой проекции вместо дополнительных снимков в боковых проекциях для дополнительного лучевого обследования у детей старше 3 лет и подростков с ВП у 25% обследованных позволяет получить значимую для дальнейшей тактики клиническую информацию и в 55,4% не прибегать к высокодозовым методикам обследования, таким как МСКТ.

4. Применение методики ТС для обследования пациентов раннего возраста с ВП нецелесообразно в связи с обилием артефактов от движения и дыхания, значимой долей неинформативных исследований (свыше 30%).

5. Разработанный алгоритм может быть использован в рутинной практике учреждений здравоохранения различного уровня при диагностике ВП у детей старше 3 лет и подростков с подозрением на ВП.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Симоновская, Х.Ю.** Подходы к решению актуальных диагностических задач в педиатрии с использованием цифрового томосинтеза органов грудной клетки // Х.Ю. Симоновская, О.В. Зайцева, Н.А. Шолохова // **Педиатрия им. Г.Н. Сперанского.** — 2020. — №99 (2). — С. 18–24.

2. **Симоновская, Х.Ю.** Внебольничные пневмонии у детей в эпоху пандемии COVID-19. Что изменилось? // Зайцева О.В., Зайцева С.В., Локшина Э.Э., Хаспеков Д.В., Ткаченко Н.В., Шолохова Н.А., Куликова Е.В., Симоновская Х.Ю., Томилова А.Ю., Баркинхоев А.Т., Беляева Т.Ю. // **Медицинский Совет.** — 2021. — №1. — С. 214–219. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-1-214-219>.

3. **Симоновская, Х.Ю.** Томосинтез в педиатрии: ретроспектива применения в мировой практике и собственные данные // Х.Ю. Симоновская, Н.А. Шолохова, О.В. Зайцева // **Клиническая практика.** — 2021. — Т. 12. — № 3. — С. 104–111. <https://doi.org/10.17816/clinpract77802>.

4. **Симоновская, Х.Ю.** Совершенствование клинико-инструментальной диагностики внебольничной пневмонии у детей с применением методики томосинтеза. Тезисы «Невский

радиологический форум-2020» // Н.А. Шолохова, Х.Ю. Симоновская // **Лучевая диагностика и терапия**. — 2020. — №1. — С. 206–207.

5. Симоновская, Х.Ю. Роль томосинтеза в алгоритме обследования пациентов с заболеваниями лёгких. Тезисы «Невский радиологический форум-2019» // О.В. Зайцева, Н.А. Шолохова, Х.Ю. Симоновская. // **Лучевая диагностика и терапия**. — 2019. — №1. — С. 53–54.

6. Симоновская, Х.Ю. Цифровой томосинтез в педиатрической практике: возможности и перспективы в контексте мирового опыта (обзор) // Н.А. Шолохова, Х.Ю. Симоновская, О.В. Зайцева, Е.Б. Ольхова // *Georgian Medical News (Медицинские новости Грузии)*. — 2020. — №12 (309). — С. 152–156.

7. Симоновская, Х.Ю. База данных пациентов детского и подросткового возраста с внебольничными пневмониями / Х.Ю. Симоновская, О.В. Зайцева, Н.А. Шолохова // *Хроники объединённого фонда электронных ресурсов «Наука и образование»*. — 2021. — №4 (143). Код разработки: 2021.04832915.00706-01. Дата регистрации 14.04.2021.

8. Simonovskaya, N. The role of digital chest tomosynthesis in the diagnostics community-acquired pneumonia in children // N. Simonovskaya, O. Zaytseva, N. Sholokhova // *Thesis #2546 for the European Society for Pediatric Infectious Diseases (ESPID)*, 26–29 oct 2020. <https://www.espid.org/>.

9. Симоновская, Х.Ю. Роль томосинтеза в алгоритме обследования пациентов с внебольничной пневмонией / Х.Ю. Симоновская // Сборник материалов XLI (41) Итоговой научной конференции молодых ученых МГМСУ имени А.И. Евдокимова под общей редакцией Вольской Е.А., Малявина А.Г., Клиновской А.С., Тырановца С.В. Москва: МГМСУ, 2019. С 242-243. <https://elibrary.ru/item.asp?id=37611300&>

10. Симоновская, Х.Ю. Томосинтез в обследовании пациентов с заболеваниями лёгких / О.В. Зайцева, Н.А. Шолохова, Х.Ю. Симоновская. // Тезисы V Общероссийской конференции «Перинатальная медицина: от прегравидарной подготовки к здоровому материнству и детству» (7–9 февраля 2019 года, г. Санкт-Петербург). — М.: Изд-во журнала StatusPraesens, 2019. — С. 25–26. ISBN 978-5-6042342-2-8.

11. Симоновская Х.Ю. Совершенствование алгоритма обследования детей с внебольничной пневмонией путём применения томосинтеза органов грудной клетки / Х.Ю. Симоновская, О.В. Зайцева, Н.А. Шолохова. // Тезисы VI Общероссийской конференции с международным участием «Контраверсии неонатальной медицины и педиатрии» (7–10 сентября 2019 года). — 2019. — С. 12–13.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

СРБ — С-реактивный белок

Нb — гемоглобин

ВП — внебольничная пневмония

ИДС — информированное добровольное согласие

МСКТ — мультисрезовая компьютерная томография

ОГК — органы грудной клетки

ОРВИ — острая респираторная вирусная инфекция

ОРИТ — отделение реанимации и интенсивной терапии

ПКТ — прокальцитонин

ПЦП — прогностическая ценность положительного результата

ПЦО — прогностическая ценность отрицательного результата

СОЭ — скорость оседания эритроцитов

ТС — томосинтез

УЗИ — ультразвуковое исследование

ЧДД — частота дыхательных движений

ЧСС — частота сердечных сокращений