

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Первый Московский государственный медицинский
университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения
Российской Федерации

На правах рукописи

Мищенко Мария Александровна

**КТ И МРТ В ДИАГНОСТИКЕ ТРАХЕОМАЛЯЦИИ ПРИ РУБЦОВОМ
СТЕНОЗЕ ТРАХЕИ В ПЕРИОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ**

(Лучевая диагностика, лучевая терапия – 14.01.13)

Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

Доктор медицинских наук, профессор И.М. Королева

Научный консультант:

Доктор медицинских наук, профессор В.Д. Паршин

Москва – 2016г.

Список сокращений

БА - бронхиальная астма

ВБ - виртуальная бронхоскопия

ДН - дыхательная недостаточность

дМРТ - динамическая магнитно-резонансная томография

дМСКТ - динамическая мультиспиральная компьютерная томография

ИВЛ - искусственная вентиляция лёгких

МСКТ - мультиспиральная компьютерная томография

МРТ - магнитно-резонансная томография

ОГК - органы грудной клетки

ОРИТ - отделение реанимации и интенсивной терапии

РСТ - рубцовый стеноз трахеи

Т1-ВИ - Т1-взвешенные изображения

Т2-ВИ - Т2-взвешенные изображения

ТБД- трахеобронхиальное дерево

ТМ - трахеомалация

ФБС - фибробронхоскопия

ФВД — функция внешнего дыхания

ХОБЛ - хроническая обструктивная болезнь легких

ЦРТ — циркулярная резекция трахеи

ЭС - экспираторный стеноз

2D - двухмерная реконструкция

3D - трехмерная реконструкция

MPR - multiplanar reconstruction (мультипланарная реконструкция)

Оглавление

| | |
|--|----|
| Введение | 5 |
| Глава I. Диагностика трахеомалации у пациентов с рубцовым стенозом трахеи (обзор литературы) | 13 |
| 1.1. Историческая справка..... | 14 |
| 1.2. Анатомия. Этиология. Патофизиология..... | 16 |
| 1.3. Статистические показатели ТМ и РСТ..... | 21 |
| 1.4. Классификация ТМ и РСТ | 23 |
| 1.5. Жалобы, клиника, физикальные методы диагностики | 25 |
| 1.6. Инструментальные методы диагностики ТМ при РСТ | 27 |
| 1.7. Лечение | 36 |
| Глава II. Материалы и методы | 40 |
| 2.1. Характеристика обследуемых больных..... | 40 |
| 2.2. Методы исследования | 50 |
| 2.2.1. Компьютерная томография | 51 |
| 2.2.2. Динамическая компьютерная томография | 54 |
| 2.2.3. Магнитно-резонансная томография | 56 |
| 2.2.4. Динамическая магнитно-резонансная томография..... | 61 |
| 2.2.5. Эндоскопические методы исследования..... | 63 |
| 2.2.6. Функция внешнего дыхания..... | 66 |
| Глава III. Динамические методики МСКТ и МРТ в выявлении трахеомалации при рубцовом стенозе трахеи | 68 |
| 3.1. Общие сведения о динамических МСКТ и МРТ методиках в выявлении ТМ | 68 |
| 3.2. Динамическая мультиспиральная компьютерная томография.... | 71 |
| 3.3. Динамическая магнитно-резонансная томография | 73 |
| 3.4. Дифференциальная диагностика ТМ и экспираторного стеноза. | 75 |
| 3.5. Результаты собственных исследований | 78 |

| | |
|---|-----|
| Глава IV. Обсуждение результатов исследования | 80 |
| 4.1. Принципы диагностики трахеомалации при рубцовом стенозе трахеи | 80 |
| 4.2. Алгоритм обследования пациентов с РСТ | 81 |
| 4.3. Диагностические возможности различных методов исследования ТМ при РСТ..... | 85 |
| 4.4. Возможности метода функции внешнего дыхания в оценке РСТ и ТМ | 87 |
| 4.5. Эндоскопический метод диагностики РСТ и ТМ..... | 87 |
| 4.6. Рентгенологические методы исследования РСТ и ТМ..... | 88 |
| 4.7. Магнитно-резонансная томография в диагностике РСТ и ТМ.... | 89 |
| Заключение | 99 |
| Выводы | 108 |
| Практические рекомендации | 109 |
| Список литературы | 110 |

ВВЕДЕНИЕ

В структуре этиологических причин повреждения трахеи трахеостомия и искусственная вентиляция легких (ИВЛ) занимают ведущую позицию. ИВЛ в настоящее время широко применяется в повседневной медицинской практике и ее частота насчитывает >>1000 случаев в течение года. В результате подобного воздействия в дальнейшем может сформироваться рубцовый стеноз трахеи, одним из компонентов которого является трахеомалация [18, 46, 68,]. Степень выраженности последней и ее клиническое значение значительно отличаются у различных пациентов. Частота возникновения РСТ после ИВЛ варьирует от 0,2 до 25% [68, 72].

Рубцовый стеноз трахеи - опасное для жизни заболевание, связанное с замещением нормальных структур трахеальной стенки на грубую рубцовую ткань, суживающую просвет дыхательного пути. В результате трахеостомии, которая сама является травмирующим агентом, а также ишемического повреждения слизистой оболочки в результате чрезмерного давления манжетой интубационной или трахеостомической трубок, через образовавшиеся входные ворота в стенку трахеи проникает патогенная микрофлора и развивается гнойно-некротическое воспаление. Исходом последнего бывает разрастание грубой рубцовой ткани. Ситуация усугубляется общим нарушением микроциркуляции при шоке различного генеза, присоединением инфекции. Этот процесс может сочетаться с лизисом хрящевых полуколец трахеи, утратой стенкой трахеи каркасной функции и появлением участков трахеомалации. [18, 43, 48, 68, 79, 80, 87].

Основным способом выявления рубцового стеноза трахеи в клинической практике продолжает оставаться ларинготрахеобронхоскопия. Лучевые методы диагностики все еще носят вспомогательный характер. Однако, с появлением современных приборов лучевая диагностика в некоторых вопросах все активнее конкурирует с эндоскопией и это требует дальнейших исследований и уточнений. Если при РСТ диагностический алгоритм достаточно хорошо разработан, то в

отношении к трахеомалации среди специалистов нет единства взглядов на последовательность и объем проводимых диагностических мероприятий [18, 37, 68]. Кроме этого, к трахеомалации все еще относятся недостаточно серьезно, что часто влияет непосредственно на результаты хирургического лечения. Развитие современной лучевой диагностики позволяет разработать принципиально новые способы визуализации данного патологического процесса и шире рекомендовать их для диагностики РСТ и трахеомалации.

Магнитно-резонансная томография (МРТ) в диагностике рубцовых стенозов трахеи до сих пор практически, не используется в клинической практике, хотя метод является неинвазивным. Традиционно сохраняется ошибочное мнение, что наличие воздуха не позволяет получить достоверную информацию о состоянии трахеи. При МРТ отсутствует лучевая нагрузка, сосудистые структуры идентифицируются без введения йодсодержащих контрастных средств, возможна более детальная диагностика интрамурального компонента стенки трахеи. Все это является преимуществом метода перед другими вариантами лучевой диагностики. Несмотря на эти преимущества МРТ в мировой литературе нет сведений о специфичности и точности данного метода в диагностике РСТ. При этом полностью отсутствуют сведения о методах диагностики трахеомалации.

До недавнего времени возможности выявления ТМ были крайне ограниченными и субъективными, позволяя лишь заподозрить трахеомалацию у исследуемых пациентов. На сегодняшний день появляются единичные сведения о диагностике ТМ при РСТ с помощью функциональных КТ и МРТ, однако, они крайне скудны и разрозненны.

Современные лучевые методы визуализации позволяют неинвазивно, физиологично и объективно выявлять функциональные нарушения в подвижности трахеальной стенки.

Выраженность трахеомалации, степень потери каркасной функции трахеи влияет на объем, вид и хирургический доступ оперативного вмешательства.

Внедрение в клиническую практику нового алгоритма, включающего в себя модифицированные динамические методики современных методов лучевой

диагностики состояния стенки трахеи, может способствовать снижению временного интервала от поступления пациента до начала лечения, улучшению результатов оперативного вмешательства, уменьшению частоты послеоперационных осложнений и рецидива заболевания.

Цель исследования

Оптимизация методологии выявления ТМ при рубцовом стенозе трахеи с помощью высокотехнологичных методов лучевой диагностики (МСКТ, МРТ) и определение их места в алгоритме обследования данной группы пациентов.

Задачи исследования

1. Модифицировать методику дМСКТ и создать дМРТ методику для оценки функционального состояния трахеи с целью выявления трахеомалации при РСТ.
2. Систематизировать КТ-признаки и определить МР-признаки трахеомалации при рубцовом стенозе трахеи.
3. Определить специфичность и чувствительность дМСКТ и дМРТ в выявлении ТМ при РСТ и оценке степени ее распространенности.
4. Определить диагностические возможности МРТ с в/в контрастированием в выявлении структурных изменений стенки трахеи при РСТ и ТМ.
5. Оценить влияние модифицированных дМСКТ и дМРТ методик на выбор оперативного вмешательства и его результат.
6. Разработать алгоритм диагностики ТМ при РСТ в периоперационном периоде.

Для решения поставленных задач проведено клиническое и инструментальное обследование 94 больных, а также проанализированы варианты их лечения. Все пациенты находились на стационарном лечении в отделении торакальной хирургии в УКБ№1 Первого МГМУ им. И. М. Сеченова.

Данные всех исследований были объединены в электронную таблицу. Статистическая обработка результатов исследований основывалась на вариационной статистике, анализ осуществляли на персональном компьютере с помощью программ Microsoft Office Excel 2003 и IBM SPSS Statistics 21 («Statistical Package for the Social Sciences»). Были посчитаны средние арифметические величины и их ошибка для различных показателей наблюдений. Различия считали достоверными при вероятности не менее 95% ($P < 0,05$).

Для проводимых лучевых методов исследования рассчитывались показатели диагностической эффективности: чувствительность и специфичность. Сравнительный анализ возможностей методов в выявлении ТМ у пациентов с РСТ позволил определить их дифференциально-диагностические возможности, сопоставить их эффективность и определить их значимость в клинической практике.

Сравнивались статичные лучевые методы (МСКТ и МРТ) с динамическими методиками (дМСКТ и дМРТ).

Научная новизна

Настоящее исследование проведено на основании обследовании и лечения большого количества больных с рубцовым стенозом трахеи в сочетании с трахеомалацией различной степени выраженности. В доступной нам литературе такие сведения либо полностью отсутствуют, либо носят единичный и разрозненный характер. Усовершенствована методика функциональной

динамической МСКТ: исследование адаптировано к новой анатомической зоне, конкретной клинической ситуации и индивидуально к пациенту, снижена доза лучевой нагрузки на 50%. Впервые создана методика дМРТ с использованием функциональной пробы в оценке состояния патологической подвижности стенки трахеи с целью выявления ТМ (патент РФ на изобретение № 2584130). Определено место лучевых методов исследования при выявлении стенотических заболеваний трахеи. Усовершенствованные методики КТ и МРТ позволили оценить, как изменения внутренней поверхности трахеальной стенки, так и патологические процессы, происходящие в хрящевых полукольцах трахеи. На большом клиническом материале проведен сравнительный анализ эффективности современных эндоскопических и лучевых методов исследования. Результаты настоящего исследования проверены на основании данных интраоперационной ревизии и особенностей послеоперационного периода у пациентов с РСТ и ТМ.

Практическая значимость работы

В ходе выполненной работы была скорректирована и модифицирована методика динамического КТ-исследования трахеи при помощи функционального сканирования с целью выявления трахеомалиции при РСТ. Разработанный протокол функционального исследования позволил существенно сократить дозу лучевой нагрузки, приспособить исследования к конкретной клинической ситуации и создать индивидуальный подход обследования каждого пациента.

Определено место метода МРТ в диагностике рубцовых стенозов трахеи, оценена его диагностическая возможность в выявлении интрамуральных изменений стенки трахеи.

Создан протокол динамического сканирования трахеи во время форсированного дыхания с помощью метода МРТ.

Разработан новый алгоритм обследования пациентов с РСТ, направленный

на полноценную диагностику патологических изменений трахеи с учетом диагностики функциональных изменений ее стенки. В данной научной работе обследование пациентов с помощью разработанного диагностического алгоритма позволило радикально изменить тактику лечения, а также уточнить вид и доступ оперативного вмешательства у больных с рубцовым стенозом трахеи.

С помощью статистической обработки полученных результатов определена диагностическая значимость современных лучевых методов диагностики РСТ. Выявлены достоинства и недостатки каждого из них.

Представленный анализ сравнительной характеристики результатов обследования разных методов диагностики показал высокую информативность динамических методик в выявлении ТМ при РСТ, что подтверждает необходимость выполнения этих исследований как на дооперационном этапе (для оптимального выбора лечения), так и для контроля проводимой терапии. Показатели информативности динамических методик МСКТ и МРТ, приближаются к идеальным показателям специфичности и чувствительности в выявлении трахеомалеции в сочетании с РСТ.

Положения, выносимые на защиту

1. дМСКТ и дМРТ являются методиками быстрой, точной, не инвазивной и комплексной оценки состояния стенки трахеи у пациентов с трахеомалецией на фоне рубцового стеноза трахеи.
2. Максимально информативным методом оценки состояния стенки трахеи при рубцовом стенозе является МРТ с введением контрастного вещества.
3. дМСКТ и дМРТ позволяют наиболее эффективно диагностировать ТМ при РСТ в периоперационном периоде, что способствует своевременному выбору правильной лечебной тактики, радикальному изменению объема и доступа оперативного вмешательства и, как следствие, позволяет снизить возможные

осложнения и рецидив основного заболевания.

Внедрение результатов исследования

Результаты исследования внедрены в практику работы отделения торакальной хирургии УКБ №1 Первого МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России. Модифицированная методика дМСКТ и разработанная методика дМРТ исследования трахеи внедрены в работу кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии лечебного факультета ГБОУ ВПО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России, кабинета КТ и кабинета МРТ отделения лучевой диагностики УКБ №1 Первого МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России.

Материалы диссертации были доложены на:

1. XXIII национальном Конгрессе по болезням органов дыхания. Казань, октябрь, 2013.
2. Российском торакальном обществе. Москва, октябрь 2013.
3. Первой Общероссийской Конференции с международным участием по торакальной хирургии для молодых ученых и практикующих врачей, посвященной памяти академика РАМН М.И. Перельмана «Перельмановские чтения». Ярославль, март 2014.
4. Конгрессе Российской ассоциации радиологов. Москва, ноябрь 2014.
5. Российско - Китайском фестивале ВУЗовской науки. Краснодар, ноябрь 2015г.
6. X Всероссийском национальном конгрессе по лучевой диагностике и терапии «Радиология» Москва, 2016 г.

Объем и структура работы

Диссертация изложена на 127 страницах машинописного текста и состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, содержит 11 таблиц и 26 рисунков. Библиографический указатель содержит 161 источник, из них 75 отечественных и 86 иностранных авторов.

Личный вклад автора

Автору принадлежит ведущая роль в выборе направления исследования, анализе и обобщении полученных результатов. Автором лично проведена обработка и оценка данных исследований у 94 пациентов. Автор лично провела систематизацию и статистическую обработку полученных данных с анализом диагностической эффективности всех разработанных в работе методик. Автором был разработан алгоритм обследования пациентов с рубцовым стенозом трахеи. Вклад автора является определяющим и заключается в непосредственном участии на всех этапах исследования: от постановки задач, их экспериментально-теоретической реализации до обсуждения результатов в научных публикациях и докладах и их внедрения в практику.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 13 научных работ, из них 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, получен патент РФ на изобретение.

Глава 1. Диагностика трахеомалации у пациентов с рубцовым стенозом трахеи (обзор литературы).

Трахеомалация (trachea + malacia (лат.) – трахея + мягкость, размягчение) - патологическое состояние, обусловленное слабостью хрящевой части стенки трахеи, обеспечивающей каркасную функцию дыхательных путей [80]. При трахеомалации происходит спадение стенок трахеи во время выдоха или кашля, что нарушает прохождение воздуха по трахее; при этом снижается объём захвата воздуха, уменьшается воздушный поток во время выдоха. Все это обуславливает развитие дыхательной недостаточности. Кроме того, сдерживается эвакуация мокроты из трахеобронхиального дерева, что приводит к повторным воспалительным заболеваниям легких и обтурации дыхательных путей скоплением бронхиального секрета. Тяжелая степень трахеомалации может препятствовать экстубации при проведении ИВЛ [1, 93, 146]. Разрушение хрящевой стенки трахеи и потеря ее каркасной функции, практически всегда, присутствует при рубцовом стенозе трахеи, особенно после длительной ИВЛ с использованием канюль с надувными манжетками, давление в которых бывает чрезмерным [46]. Неполноценная диагностика или пренебрежение вышеописанным патологическим состоянием при РСТ может привести к нерадикальной операции, рецидиву заболевания, ухудшению качества жизни пациентов, повышению риска осложнений и удлинению срока реабилитации. Также ТМ является самой распространенной причиной возможной дислокации эндопротеза, установленного при лечении РСТ.

С прогрессом технических возможностей визуализации трахеи появилась возможность более полной и неинвазивной оценки состояния трахеальной стенки при ее рубцовой трансформации. Полноценная и ранняя диагностика РСТ, включающая в себя диагностику и трахеомалации, может стать определяющим моментом в выборе вида лечения больного; дать возможность избежать экстренного оперативного вмешательства и подготовить пациента к плановой операции; позволит скорректировать объем хирургического вмешательства и

выбрать оптимальный оперативный доступ. Все выше сказанное является наиважнейшим фактором снижения процента осложнений и рецидивов заболевания у пациентов с РСТ. Частота распространенности РСТ у пациентов, перенесших трахеостомию или ИВЛ, может достигать 25% [43, 71, 119]. За последние десятилетия отмечается тенденция к увеличению количества подобных больных, поэтому актуальность создания оптимального алгоритма диагностики трахеомалации и РСТ не вызывает сомнений.

ТМ при РСТ остается важной и до конца нерешенной хирургической проблемой. Наличие данного патологического состояния осложняет лечение основного заболевания; требует выполнения сложных, зачастую многоэтапных хирургических вмешательств. Доказано, что недооценка трахеомалации может привести к осложнениям и повторным операциям [6, 137]. Достаточно большой процент пациентов с РСТ и ТМ становятся инвалидами I и II групп и обречены на постоянное эндопротезирование или канюленосительство. Клиническая выраженность ТМ может колебаться от легкой дыхательной недостаточности до жизнеугрожающего состояния; исходом данного заболевания может явиться мучительная смерть от удушья [31, 54, 55, 71]. Так же по данным ряда авторов [7, 56, 87, 116] при тяжелой степени ТМ определяется высокий уровень летальности (до 80%).

1.1. Историческая справка

С 60-х годов XX века, в связи с широким внедрением в клиническую практику ИВЛ, резко увеличилось количество пациентов с рубцовым стенозом трахеи. История развития методов диагностики РСТ претерпела несколько исторических периодов.

Первоначально диагностика РСТ основывалась на данных обзорной рентгеноскопии и рентгенографии органов грудной клетки и шеи в прямой и

боковой проекциях. Далее проводили исследования при помощи прицельной суперэкспонированной рентгенографии трахеи или томографии трахеи и гортани в боковой и косых проекциях. До 1970-х годов главным методом диагностики ТМ являлось рентгеноскопическое исследование на фоне форсированного дыхания либо кашля. Однако, вследствие сложной топографии верхнего отдела переднего средостения, суммационного эффекта от расположенных мягкотканых структур и магистральных сосудов, возможны затруднения в интерпретации полученных данных [43,70].

Следующим этапом диагностики стало проведение рентгенологического исследования с искусственным контрастированием трахеобронхиального дерева (1970гг.) для лучшей визуализации контура стенки трахеи (контурная трахеография). Долгое время исследование считалось методом выбора обследования пациентов с РСТ. Следует учитывать тот фактор, что степень стеноза при контурной трахеографии, представляется несколько большей, чем на самом деле. Метод инвазивен и имеет ряд противопоказаний.

Эндоскопический метод диагностики более информативен для выявления РСТ. Возможно проведение ригидной трахеоскопии, фиброскопии, а также и их комбинации. Метод выявляет факт стеноза, локализацию, протяженность, размеры сужения, степень его выраженности, определяет стадию зрелости рубцовых изменений и т.д. Неоспоримым преимуществом метода является возможность проведения лечебной манипуляции (бужирование, удаление грануляций, санации трахеобронхиального дерева).

Функциональные методы исследования — спирография и пневмотахография, с 60-х годов часто использовались для оценки динамики проходимости дыхательного пути. На данный момент методы считаются дополнительными и не приоритетными.

Примерно до 80-х годов лучевая визуализация трахеи ограничивалась проведением рентгенографии и линейной томографии. Новый этап диагностики РСТ начался с внедрением в клиническую практику КТ. Стало возможным: более детальная визуализации стенки трахеи, просмотр изображений в различных

проекциях, построение 3D- реконструкций и т.д. В настоящее время не разработаны современные лучевые методики оценки патологического состояния стенки трахеи при помощи метода дМСКТ с функциональной пробой, которые могли бы позволить с высокой точностью диагностировать не только РСТ, но и ТМ. Место дМСКТ не определено в алгоритме обследования пациентов с РСТ. Несмотря на все плюсы МСКТ исследования, метод не позволяет визуализировать интрамуральный компонент стенки трахеи, поэтому поиск нового, более информативного метода оценки патологических изменений стенки трахеи находится в развитии. До настоящего момента не определена роль и место МРТ в диагностике РСТ и ТМ; исследование широко не внедрено в клиническую практику торакальной хирургии, но все чаще начинает использоваться в области оценки состояния структур средостения. Первые данные о применении МРТ в исследовании трахеи дают возможность предположить о серьезном прорыве в диагностике РСТ, а именно в возможности неинвазивной оценке изменений интрамурального компонента стенки трахеи.

1.2. Анатомия. Этиология. Патофизиология

Каркасная функция трахеи обеспечивается С-образными хрящевыми полукольцами, расположенными по передней полуокружности и занимающими более чем $2/3$ диаметра; задняя стенка трахеи представлена тонкой мембраной [43, 46]. Трахея состоит примерно из 16-22 хрящевых колец (в среднем — 20). Хрящевые полукольца соединены межкольцевыми связками. По длине 2 кольца составляют примерно 1 см. Трахея делится на две части – шейная, составляющая $1/3$ от длины, и грудную - $2/3$ длины. Грудная часть трахеи, в свою очередь, делится на верхнегрудной, среднегрудной и над- бифуркационный отделы [87]. В поперечном сечении трахея имеет округлую форму с уплощением задней стенки. Диаметр просвета трахеи у мужчин равен 15-23мм, у женщин 11-18мм; средний

размер между боковыми стенками трахеи составляет 20 мм; в передне-заднем направлении размер трахеи составляет - 18 мм [63]. Стенка трахеи состоит из четырех оболочек: слизистой, подслизистой, фиброзно-мышечно-хрящевой и соединительнотканной (адвентициальной). В норме соотношение хряща и мягких тканей считается 4,5: 1, при ТМ данное соотношение составляет 2: 1 [5].

Чтобы понять механические изменения, вызванные ТМ, важно рассмотреть нормальные физиологические изменения трахеи, которые происходят в течение дыхательного цикла. При вдохе дыхательные пути расширяются и удлиняются. Во время форсированного выдоха в грудной клетке происходит увеличение внутриплеврального давления, что приводит к развитию физиологического уменьшения площади поперечного сечения трахеи не более чем на 50%. Изменения происходят за счет сокращения продольных и поперечных гладкомышечных волокон мембранозной части трахеи, которые становятся уже и короче. При ослаблении хрящевой стенки трахеи происходит коллапс просвета трахеи вследствие спадения передней и/или боковых стенок; особенно данный процесс выражен при форсированном выдохе и кашле [61, 87, 90]. Уменьшение просвета дыхательных путей может достигать полной окклюзии [124, 144].

Чрезмерное сужение дыхательных путей на выдохе либо кашле может быть вызвано как ТМ за счет сужения хрящевой части трахеи в результате потери жесткости хряща, так и экспираторным стенозом вследствие коллапса мембранозной части трахеи [5, 14, 80, 81]. В отечественной литературе нередко встречается подмена понятий ТМ и экспираторного стеноза. Экспираторный стеноз - функциональное сужение трахеи за счет чрезмерного пролабирования атоничной мембранозной части в ее просвет при выдохе и кашле [5]. Этиопатогенез ТМ и экспираторного стеноза разный и, как следствие, при неточной или неверной постановке диагноза может быть назначено неправильное лечение [80].

Причина возникновения врожденной ТМ до конца не изучена. Однако, имеются данные о семейном анамнезе ее возникновения [87]. Врожденная ТМ может развиваться в контексте таких заболеваний как муковисцидоз, синдром

Мунье-Куна, синдром Марфана, синдром Элерса-Данло, при врожденном трахео-пищеводном свище, трахеобронхомегалии и других генетических аномалий [78, 85]. При гистологическом исследовании пациентов с врожденной ТМ было выявлено низкое соотношение хрящевой ткани к мышечной [144].

Приобретенная ТМ может быть вызвана травмой и последующим гнойно-воспалительным процессом при таких заболеваниях как РСТ, длительная интубация трахеи и трахеостомия, стентирование трахеи, травма шеи, оперативные вмешательства на шее, врожденные аномалии ТБД, хроническая внешняя компрессия, ХОБЛ, хроническое воспаление [78, 90, 95, 107, 120, 135]. Все перечисленные выше заболевания способствуют ослаблению и размягчению хрящевой ткани дыхательного пути. В хирургической практике взрослых пациентов значительно чаще встречается приобретенная ТМ. Наиболее часто утрата каркасной функции хрящевой ткани трахеи отмечается у пациентов с РСТ, после длительной ИВЛ, трахеостомии [60, 70, 129]. Имеются данные о том, что не только длительная ИВЛ может привести к ТМ, но и непродолжительная ИВЛ (в течении 3-4 часов) может спровоцировать диффузную ТМ [93].

Причина травмы трахеи, как правило, ятрогенная. В 75-95% случаев этиологией РСТ является осложнение при проведении искусственной вентиляции легких через интубационную или трахеостомическую трубку, либо в результате осложнений при трахеостомии [13, 18, 22, 23, 68]. Уровень расположения надутой манжетки эндотрахеальной и трахеостомической трубок в месте соприкосновения каудального конца со стенкой трахеи или на 1,5 см ниже стомы, является слабым местом для возникновения РСТ и ТМ [76, 87, 98, 158]. Трахеостомия может привести к развитию РСТ и к ослаблению хрящевой стенки трахеи в результате повреждения и нарушения целостности поддерживающих хрящей трахеи в результате как прямого механического воздействия, так и гнойного расплавления.

Усугубляющим фактором для развития РСТ и ТМ является шоковое состояние пациента различного генеза, при котором происходит нарушение микроциркуляции, в том числе и в стенке трахеи.

Снижение устойчивости к инфекции может привести к появлению воспалительно-деструктивных изменений трахеобронхиального дерева и, как следствие, склонности и усугублению степени РСТ и ТМ [22, 26].

Хроническое воспаление стенки трахеи, например, при таких заболеваниях как рецидивирующий полихондрит и хронический бронхит, так же может стать причиной развития ТМ [76, 78, 79, 87].

Наличие раневого канала и трахеостомической канюли в просвете трахеи при РСТ, так же могут привести к хроническому воспалению ее стенки. Так в исследованиях Крюкова А.И. 2014г. у 95% хронических канюленосителей была выявлена патогенная микрофлора (*staphylococcus aureus*, *staphylococcus haemolyticus*, *esherichia coli*) [30]. Поэтому при лечении пациентов с трахеотомическими трубками обязательно должна учитываться возможность развития как РСТ, так и ТМ.

К менее распространенным причинам развития ТМ относят хроническую компрессию стенки трахеи. Компрессия может происходить вследствие сдавления стенки трахеи крупным сосудом (сосудистым кольцом), доброкачественным загрудинным зобом, абсцессом, кистой или злокачественным образованием средостения и т.п. [62, 78, 87, 147]. При этих процессах происходит нарушение кровообращения стенки трахеи, повреждение хрящевых полуколец. В дальнейшем данный процесс приводит к размягчению стенки трахеи, что проявляется в виде трахеомалации.

Согласно данным литературы, развитие ТМ у взрослых может быть тесно связано с ХОБЛ [33, 87, 116, 121]. По данным авторов у значительной части пациентов с тяжелой эмфиземой имеется легкая степень размягчения стенки трахеи. Чрезмерный коллапс трахеи на выдохе снижает клиренс дыхательных путей, который в свою очередь может привести к рецидивирующим инфекциям. По мнению Sverzellati N. было предложено, что нестабильность стенки трахеи при ХОБЛ происходит за счет потери паренхиматозных эластичных волокон, что вызывает коллапс трахеи при дыхании [148].

К факторам, способствующим появлению и прогрессированию постинтубационных осложнений, таких как РСТ и ТМ, относят гипергликемию, ожирение, прием высоких доз стероидов, лучевую терапию, гастроэзофагеальную рефлюксную болезнь [57, 78, 120, 133, 135]. Также к возможным факторам развития ТМ можно отнести аномалии скелетной системы, которые могут привести к компрессии трахеи, к ним относят выраженный сколиоз и «воронкообразную» грудную клетку [144].

При эндоскопическом исследовании пациентов, перенесших длительную оротрахеальную интубацию, Осипов А.С. с соавт (2011г.) установили, что в течение 3 суток у исследуемых пациентов выявляются катаральные и эрозивные поражения слизистой передней и боковых стенок гортани и трахеи. На протяжении ИВЛ в течение 3-5 суток у 11—17% больных появляются изъязвления стенок трахеи и глотки, одно- и двусторонние парезы, со стенозом гортани II—III степени у 31%, разрастания грануляций у 18%. При ИВЛ на протяжении 6 - 10 суток выявляются ларингиты у всех исследуемых, одно- и двусторонние парезы со стенозом гортани II—III степени — у 46% больных, разрастания грануляций у 17%. При интубации трахеи свыше 10 суток у всех пациентов диагностируется постинтубационный ларингит, одно- и двусторонний парез со стенозом гортани II—III степени — у 63%, разрастание грануляций у 26% пациентов. Наличие язвы стенки трахеи и гортани в течение 2 месяцев приводит к бурному росту грануляций, деструкции хрящевых структур и формированию соединительной ткани в подслизистом слое и в области патологически измененного хряща [36].

В своих исследованиях Шевченко Ю.В. (2013г.) отметил изменение толщины стенки трахеи у пациентов с РСТ в зависимости от степени сужения: 1ст. - кольца трахеи равномерной толщины, без обызвествлений; 2ст. - кольца трахеи равномерной толщины, несколько уплотнены; 3ст. - кольца трахеи были истончены, частично обызвествлены; 4ст. - кольца трахеи утолщены, частично лизированы, не визуализируются на различном протяжении [73, 74]. На основании результатов данного исследования, подчеркивается важность измерения изменений толщины стенки трахеи при РСТ, для выявления наличия ТМ.

При морфологических исследованиях длительная ИВЛ приводит к дистрофическим и деструктивным изменениям в стенке трахеи, с наличием участков кровоизлияний и фиброзных наложений. В своей работе Инкина А.В. выявила, что в зоне манжетки интубационной трубки уже после 24 часов ИВЛ могут определяться узурация хрящей трахеи (неровность поверхности и дистрофические изменения хондроцитов) [22]. При ИВЛ свыше 48 часов диагностируют отек перихондрия и его отслойку, в ряде случаев определяется отсутствие перихондрия. При интубации свыше 3-х суток могут отмечаться значительные деструктивные повреждения хряща с образованием глубоких щелей, кровоизлиянием, хондроллизисом, секвестрацией «мертвой» хрящевой ткани, очаговой пролиферацией хондроцитов, утолщением и фиброзом перихондрия. На 8-10 сутки ИВЛ происходит замещение соединительной тканью структур нормального гиалинового хряща трахеи [17]. Нарушение процессов пролиферации хондроцитов и регенерации хрящевой ткани, может привести к секвестрации, к петрификации и оссификации. Гнойно-воспалительный процесс практически всегда распространяется, как минимум, на 2-3 хрящевых полукольца. Как было сказано выше, отсутствие хрящевой поддержки трахеи приводит к нарушению опорной функции трахеи, т.е. к ТМ.

Таким образом, в основе патогенеза ТМ лежит фрагментация хряща с атрофией его продольных эластических волокон, которая возникает при РСТ. В результате хондролизиса происходит необратимое замещение гиалиновых хрящей на грубоволокнистую фиброзную ткань [59, 61].

1.3. Статистические показатели ТМ и РСТ

Диагностика ТМ затруднительна и данную патологию часто пропускают [132]. Исходя из патогенеза заболевания, частота возникновения ТМ напрямую зависит от частоты РСТ. По данным литературы, частота повреждений гортани и

трахеи, сопровождающих длительную ИВЛ, колеблется от 14 до 80% [36]. Число пациентов с травмой трахеи с каждым годом возрастает [38, 40, 72]. Разброс данных велик в связи с тем, что имеется «светлый» промежуток в состоянии пациента, не сопровождающийся клиническими симптомами. За этот период пациенты успевают выписаться из клиники, а после появления жалоб поступают уже в другие ЛПУ. Статистика данного заболевания также не отражает истинного процента, из-за субъективного фактора - нежелания авторов предоставлять подробных сведений об осложнениях, возникающих в ходе интубации трахеи и трахеостомии, проведении ИВЛ [72].

Первичная ТМ встречается 1 на 2100 детей как изолированное заболевание и 1 на 2200, когда ТМ является проявлением варианта поражения дыхательных путей [86, 161]. Известно, что ТМ обнаруживают примерно в половине случаев аномалий трахеи, проявляющихся стридором, и у 30% детей, нуждающихся в трахеотомии вследствие врожденной патологией дыхательных путей [58]. Петровский Б.В. с соавт. (1978г.) констатировали вторичную ТМ у 4,6 % пациентов с различными заболеваниями органов дыхания, подвергнутых эндоскопическому исследованию [48]. В проведенных сериях бронхоскопии Varoni R. (2005г.) выявил приобретенную ТМ в диапазоне от 5% до 23% [80, 81]. В исследованиях более чем 2000 серий бронхоскопий Jokinen K. и др. выявили признаки ТМ у 4,5% пациентов. В 1977 году, Jokinen K. сообщил, что по результатам бронхоскопии, проведенным 2150 пациентам, у 94 пациентов (4,5%) была выявлена легкая степень размягчения; при эндоскопии 214 пациентов с историей хронического бронхита у 50 (23%) была выявлена ТМ [117]. В исследованиях Gilkeson R. (2001г.) была выявлена прямая связь между возрастом пациента и наличием ТМ: с увеличением возраста пациента возрастала и частота развития ТМ [103]. ТМ чаще всего выявляется у мужчин (82%), чем у женщин (18%), возможно, из-за распространенности РСТ и ХОБЛ среди мужчин, чем у исследуемых женщин [87].

По данным Kovesi T. (2004г.) ТМ присутствует в патологических образцах у 75% пациентов с атрезией пищевода и трахеопищеводным свищом, но клинически значима она только у 10 - 20% пациентов [123]. Клинические данные

свидетельствуют, что ТМ является третьей наиболее распространенной причиной у больных с хроническим кашлем [103]. ТМ по данным исследований Ernst A. (2007г.) была выявлена у 44% перенесших бронхоскопию с диагнозом хронический бронхит; при КТ сканировании трахеи в фазу выдоха наличие ТМ было выявлено у 53% пациентов с ХОБЛ [96, 97].

По данным автора Kandaswamy С. (2013г.) истинная распространенность ТМ у пациентов, находящихся в отделении интенсивной терапии неизвестны. Однако, основываясь на результатах рентгенографических исследований, распространенность ТМ у взрослых варьирует от 7,1% - 10,5% у мужчин и 17,1% - у женщин [120]. В исследованиях Крюкова А.И. и соавт. (2014г.) при эндоскопическом контроле хронических канюленосителей ТМ была выявлена в 35,6 % случаев [29]. В исследованиях Baroni R. (2005г.) ТМ идентифицирована у 23% пациентов с симптомами хронического бронхита и у 14% некурящих пациентов с хроническим кашлем [80]. Gilkeson R. (2001г.) на основе нескольких крупных исследований предполагает, что истинная частота ТМ колеблется от 5% до 10% у пациентов с легочными жалобами, и у 10-15% пациентов, имеющих хронический кашель [103].

1.4. Классификация ТМ и РСТ

Наиболее общее и простое разделение ТМ предложили J.D. Baxter и J.S. Dunbar в 1963 году. Они предложили классифицировать данную патологию на две большие группы – первичную или врожденную, и вторичную или приобретенную [87].

В ряде работ приводится классификация ТМ по форме и типу сужения просвета трахеи на выдохе: «саблевидная» или «щелевидная» форма - изменение просвета трахеи за счет уменьшения билатерального размера; «полулунная» или форма «полумесяца» - уменьшение просвета трахеи за счет изменения передне-

заднего размера и концентрическая форма - комбинированный или смешанный тип, изменение просвета трахеи за счет пролабирования всех стенок трахеи. «Саблевидная» форма ТМ часто встречается и при ХОБЛ. Комбинированная форма трахеи при ТМ чаще встречается при перенесённом полихондрите [5, 71, 87, 144]. В некоторых источниках приводится еще один тип ТМ – двояковыпуклая конфигурация "рыбий рот"- изменение формы происходит за счет выпуклых боковых стенок трахеи [58]. При данной форме сагиттальный размер больше, чем корональный. В принципе, данную форму ТМ можно отнести к «полулунной» или форме «полумесяца», так как уменьшение просвета трахеи происходит за счет изменения передне- заднего размера.

По местоположению маляцию ТБД подразделяют на несколько вариантов: ларингомаляция - поражение хрящей гортани; трахеомаляция - размягчение хрящей на участке или по всей длине трахеи; трахеобронхомаляция - поражение трахеи и главных бронхов; бронхомаляция - изолированное поражение бронхов. При распространении патологического процесса на гортань, трахею и бронхи диагностируется ларинготрахеобронхомаляция [79, 116, 144].

ТМ может быть ограниченной, когда ТМ определяется на ограниченном участке (сегменте) и распространенной [60, 79, 87, 90, 116]. При РСТ постинтубационной или посттрахеостомической этиологии ТМ чаще всего носит сегментарный характер. Однако, при многократных интубациях, продолжительных интубациях и при использования высоких доз стероидов может возникнуть протяженная ТМ [87].

По данным эндоскопического метода исследования ТМ подразделяется на три степени тяжести: мягкая, средняя и тяжелая. Уменьшение просвета трахеи при форсированном дыхании либо кашле более чем на $\frac{1}{2}$ - определяется как мягкая степень ТМ, спадение просвета трахеи на $\frac{3}{4}$ - средняя (умеренная) степень тяжести, при тяжелой степени - задняя стенка трахеи соприкасается с передней [138, 139]. Существует и другая классификация ТМ по данным эндоскопического исследования Рап W. (2014г.): уменьшение просвета трахеи в фазе

выдоха $\geq 1/3$ - легкая степень, уменьшение $\geq 1/2$ - средняя степень и размягчение дыхательных путей $\geq 4/5$ считается тяжелой степенью ТМ [142].

Кроме того, тяжесть ТМ делится по процентному изменению просвета трахеи во время форсированного выдоха. Спадение просвета трахеи $< 50\%$ диаметра считается нормой, дальнейшее уменьшение просвета трахеи подразделяется по степени тяжести: от 51 до 75% мягкая степень трахеомалации, от 76 до 90% умеренное размягчение, и от 91 до 100% - тяжелое размягчение [81, 82, 83, 84, 97, 108, 130, 140, 155]. В настоящее время предполагается пересмотр значения границы норм уменьшения процента просвета трахеи на выдохе, но масштабные исследования пока не проводились.

Такая полная дифференциация ТМ, позволяет отразить все особенности патологических изменений стенки трахеи при РСТ.

1.5. Жалобы, клиника, физикальные методы диагностики

ТМ проявляется слабостью опорной функции трахеи и стенок бронхов в конце выдоха, приводящей к появлению симптомов обструкции дыхательных путей [64, 65, 120]. Размягчение дыхательных путей трудно распознать на основании клинических признаков, так как симптомы схожи с клинической картиной общих легочных заболеваний [86]. Пациенты с РСТ и ТМ мало отличаются клинической картиной от пациентов с РСТ без ТМ, но с прогрессированием степени ТМ симптомы становятся более выраженными. Клиническая картина может маскироваться под другими хроническими респираторными заболеваниями и другой бронхолегочной патологией, сопровождающейся синдромом обструкции и кашля: обострение астмы, ХОБЛ, эмфизема легких, хронический бронхит [29, 39, 43, 87, 90, 102, 114, 131, 144].

Наиболее распространенными симптомами ТМ при РСТ являются одышка, затруднение дыхания, кашель с мокротой, сухой кашель, рецидивирующие

инфекции, кровохарканье, эпизоды удушья, стридор, редко встречается боль в грудной клетке [87, 126]. Клинические проявления могут варьировать от легкой одышки, хронического кашля до более серьезной обструкции дыхательных путей [141].

Ведущим симптомом ТМ является нарушение дыхания, которое может варьировать от одышки при незначительной физической нагрузке до стридора в покое [43]. У большинства пациентов одышка при физической нагрузке возникает лишь при обструкции трахеобронхиального дерева на 50% и более от нормального диаметра просвета. При уменьшении просвета трахеи на 75% диагностируют стридор в покое. Под стридором понимают грубый, слышимый на расстоянии, различного тона звук, вызванный турбулентными завихрениями воздушного потока при прохождении его через суженный участок гортани или трахеи [61]. Затруднение дыхания при ТМ носит экспираторный характер – стридор на выдохе [18, 116]. Характеристиками стридора служат высота, громкость и фаза дыхания, в которую он происходит. Высота стридора и его связь с фазами дыхания позволяют определить локализацию обструкции дыхательных путей. Увеличение громкости звука свидетельствует о прогрессировании сужения просвета трахеи — признак выраженного сужения ТБД. Высоко звучащий стридор характерен для обструкции на уровне голосовых складок, низко звучащий — для патологии выше голосовых складок (гортанная часть глотки, верхний отдел гортани), средней высоты — для обструкции подскладочного отдела гортани и трахеи [29, 61].

Нестабильность ТБД, особенно в проксимальном отделе, делает кашель малоэффективным, а в сочетании с нарушением мукоцилиарного клиренса ведет к задержке бронхиального секрета и, как следствие, приводит к рецидивирующим респираторным инфекциям [33]. У больных с тяжелым размягчением стенки трахеи часто развивается более тяжелая пневмония и замедленное ее купирование, по сравнению с пациентами, у которых диагностирована легкая или умеренная степень ТМ [132, 142].

У некоторых пациентов трахеомалация носит бессимптомный характер. По данным Калаева Н.Т. (2009г.) в 10% случаев жалобы отсутствуют, т.е. жалобы носят субъективный характер [23].

У больных с установленной трахеостомой или у пациентов, находящихся на ИВЛ, выявить ТМ суженного участка, практически невозможно. Из-за установленной трахеостомической трубки стенки трахеи не могут спадаться, вследствие чего отсутствует клиническая картина ТМ [6, 7].

При вовлечении в патологический процесс голосовых складок, либо при недостаточном давлении воздушного столба в трахеи может иметь место изменение голоса [25].

Таким образом, ТМ имеет широкий спектр неспецифических клинических проявлений. Патогномоничных симптомов трахеомалации нет. Клиническая оценка пациентов с РСТ не позволяет достоверно выделить группу больных с ТМ. Для этого в большей степени может помочь анамнез – длительная ИВЛ, повторные трахеостомии, наличие осложнений после операций и т.д.

1.6. Инструментальные методы диагностики ТМ при РСТ

Статические методы лучевой диагностики не позволяют визуализировать данный патологический процесс. Трахеомалация не определяется как фиксированное сужение, но может быть выявлено при функциональных исследованиях, определяясь только во время выдоха или кашля. Хотя методы и критерии диагностики ТМ не стандартизированы, данную патологию до настоящего времени традиционно диагностируют при помощи эндоскопических методов, данных функционального исследования внешнего дыхания и рентгеноскопии.

Рентгенологическая диагностика

Для оценки функциональных расстройств при ТМ необходима регистрация динамических процессов - форсированного дыхания или кашля. Коллапс трахеи может быть выявлен на рентгенографическом снимке в фазу выдоха либо при кашле. Оптимальная оценка изображения трахеи возможна при выполнении парных снимков ТБД в фазу вдоха и выдоха или при динамическом исследовании воздушного столба в процессе рентгеноскопических или флюорографических записей [98, 103, 151]. Видеомагнитная запись, рентгенокинематография, дигитальная рентгенография и т.д. позволяют записывать быстротекущие процессы в движении, а также регистрировать и воспроизводить отдельные фазы дыхания. Это, в конечном итоге, позволяет анализировать локализацию и степень ТМ. Однако, патологическую подвижность стенки трахеи трудно выявить вследствие сложной топографии исследуемого органа и наложения тканей, расположенных в непосредственной близости от воздушного столба трахеи [10, 69]. При интерпретации томографических исследований возможно получение некорректной и даже ложной информации о возможных изменениях в зоне трахеостомы из-за попадания в срез томограммы различных сечений просвета дыхательного пути [10]. Классическая томография не может быть рекомендована как метод диагностики трахеомалации.

При ТМ миграция эндопротеза не редкость и рентгенография может быстро помочь в диагностике данного осложнения. Точное определение дислокации эндопротеза возможно при наличии исходной рентгенограммы, где зафиксировано его нормальное расположение. Другим условием для этого является рентгенконтрастность трахеального стента.

Контурная трахеография позволяет лучше визуализировать стенки трахеи путем их искусственного контрастирования водорастворимым рентгеноконтрастным препаратом. Однако, это исследование инвазивное и его

выполнение затруднительно, даже опасно, при критическом сужении дыхательного пути, стридоре в покое и непереносимости йодистого контрастного препарата [10].

Другими недостатками стандартных рентгенографических методов является проекционная суммация теней обеих половин гортани и глотки, лучевая нагрузка и низкий уровень чувствительности и специфичности. По данным Мурна С. et al. рентгенография трахеи имеет низкую чувствительность (65%), но относительно высокую специфичность (80%) в выявлении динамических изменений трахеи [136]. Кроме этого, в некоторых случаях при неспособности больных к сотрудничеству и выполнению команд динамическое рентгенологическое исследование бывает невозможным.

Выше сказанное является стимулом к поиску новых, более эффективных способов для выявления точной информации о патологических изменениях при РСТ.

Мультиспиральная компьютерная томография

До появления КТ рентгеноскопия и контурная трахеография считались методами выбора в диагностике заболеваний трахеи. Однако, из-за сложной топографии верхне-переднего средостения, наложении теней органов и сосудов грудной клетки, возможны трудности в достоверной интерпретации изображений. С появлением МСКТ такие лучевые методы, как рентгенография, рентгеноскопия, контурная трахеография в диагностике РСТ отошли на второй план.

В настоящее время метод является основным в лучевой диагностике заболеваний органов дыхания. Чувствительность метода в диагностике РСТ может достигать до 95,8%, специфичность - до 98,3% [39, 49, 67, 68, 71, 87, 89, 125, 149]. Высокая диагностическая эффективность компьютерной томографии позволяет выявить разнообразные патологические состояния гортани и трахеи, не доступные для обычных рентгенологических и эндоскопических методов исследования [2, 28,

32, 34, 52, 53, 99, 105]. МСКТ позволяет диагностировать повреждения трахеальных структур, визуализировать обызвествление хрящей [24].

С помощью метода МСКТ возможна различная постпроцессинговая обработка и анализ данных. К ним относятся комбинации постпроцессинг объемного изображения, мультипланарные реформирования, проекция максимальной и минимальной интенсивности, виртуальная бронхоскопия, 3D реконструкция. Реформирование изображения особенно полезно для помощи в обнаружении некоторых осложнений, таких как перелом стента и его миграция [8, 92, 127, 128].

Методика виртуальной бронхоскопии основана на математическом анализе МСКТ срезов, позволяя получить виртуальное внутрипросветное изображение полых органов: гортани, трахеи и главных бронхов [27, 77, 122]. В отличие от традиционного эндоскопического исследования, виртуальная эндоскопия позволяет визуализировать как внутреннюю, так и наружную поверхность полого органа [24]. К достоинствам данной методики можно отнести неинвазивность, возможность оценки степени стеноза, его локализации и протяженности; визуализацию дистальных отделов дыхательных путей; исследование не требует анестезиологической подготовки больного. ВБ позволяет визуализировать внутренний просвет трахеи даже у пациентов, которые имеют противопоказания к эндоскопическому методу исследования [71, 100, 150, 152]. К недостаткам данного метода диагностики можно отнести неспособность выполнять биопсию и терапевтические манипуляции, что возможно при эндоскопии; возможно затруднение и неправильная трактовка данных при наличии в трахеобронхиальном дереве вязкого секрета [70, 109, 110, 111]. Публикации о применении виртуальной трахеобронхоскопии при рубцовом стенозе трахеи носят эпизодический характер и отражают описание крайне ограниченного числа больных. Отсутствуют данные о проведении двухфазной виртуальной бронхоскопии для диагностики ТМ [87].

Методика трехмерного построения изображения позволяет создать модель хрящевого остова гортани и трахеи. Данная методика может быть использована для отображения и пространственного расположения анатомических структур

трахеобронхиального дерева, с целью более наглядной панорамной оценки визуализации патологических процессов [24, 101, 112, 145]. Однако, данная методика не позволяет диагностировать степень ТМ, ее локализацию при сочетании с рубцовым стенозом трахеи.

Существует методика оценки показателей воздухонаполнения правого и левого легкого при помощи динамических (функциональных) МСКТ исследований. Волюметрия позволяет количественно оценить степень нарушения вентиляционной функции легких. Разработанный метод является эффективным способом диагностики нарушений вентиляционной функции легких при таких заболеваниях как БА, ХОБЛ, аномалии развития, туберкулез, стеноз бронхов, ТМ с распространением на главные бронхи [20, 21].

Ведение внутривенного контрастного вещества для рутинной оценки ТМ не требуется [126]. Однако, при выраженных рубцовых изменениях стенки трахеи шейной или верхне-грудной локализации, передняя стенка трахеи со стенкой крупных кровеносных сосудов часто составляет трудно дифференцируемый конгломерат и без введения контрастного вещества сложно различить эти структуры в отдельности [26].

Объективные трудности диагностики ТМ на фоне РСТ с помощью традиционных КТ методик инициируют к поиску новых более функциональных возможностей данного метода.

Магнитно-резонансная томография

Метод диагностики имеет преимущества в визуализации органов средостения по сравнению с традиционными методами, такими как простая рентгенография, линейная томография и УЗИ. МРТ позволяет визуализировать магистральные сосуды без введения контрастного вещества, определить их топографическое отношение с трахеей. Исследование отражает не только

внутрипросветные и интрамуральные изменения трахеи, но и визуализирует состояние окружающих органов и тканей [12]. Для диагностики патологического состояния ТБД используют различные программы последовательностей ВИ: T1-ВИ, T2-ВИ, SPAIR, программы с подавлением жировой ткани (T2-ВИ Fs и T1-ВИ Fs).

При дополнительном введении контрастного вещества нормальная слизистая оболочка, покрывающая гортань, глотку и трахею усиливает свою контрастность, что помогает дифференцировать патологические изменения в более глубоких слоях стенки трахеи [156, 157].

Метод магнитно-резонансной томографии позволяет визуализировать опухоли трахеи, средостения, сосудистые аномалии. Исследование заключается в проведении стандартных последовательностей T1-взвешенные изображения (ВИ), T2-ВИ, T2-ВИ Fs в трех плоскостях (аксиальной, фронтальной, сагиттальной) [44, 45, 106].

Chung P. et al. предложили использовать МРТ для оценки толщины трахеальной стенки по всей ее окружности, т.к. при различных диффузных заболеваниях изменяется ее толщина. При рецидивирующем полихондрите или гранулематозе Вегенера стенка трахеи, как правило, имеет нормальную толщину, тем самым помогая дифференцировать данные заболевания от других патологических состояний [90]. Первые упоминания о применении метода МРТ встречаются в работах Erom J. et al., который считал, что при ТМ толщина стенки трахеи становится неравномерной и может варьировать в интервале 1-3мм [94].

Показания к МРТ для выявления РСТ в клинической практике все еще остаются крайне ограниченными. В большинстве случаев ее производят при противопоказаниях или невозможности проведения КТ, в т.ч. при непереносимости внутривенного контрастного вещества. Также МРТ часто расценивают как дополнительный или уточняющий метод диагностики [66].

Учитывая длительность МР- исследований и нарушение дыхательной функции у пациентов с РСТ, метод МРТ практически, никогда не рассматривался как метод обследования данной категории больных. Но актуальность вопроса

толкает к тщательной диагностике сочетания РСТ и ТМ и создает необходимость поиска новых возможностей метода МРТ и разработки более информативных методик.

Эндоскопическая диагностика

Эндоскопическое исследование до недавнего времени остается основным методом внутрисветовой диагностики патологических процессов органов дыхания. Оно является «золотым стандартом» диагностики заболеваний гортани, трахеи и бронхов. Эндоскопический метод позволяет определить факт стеноза, локализацию, протяженность, степень сужения. Только при трахеоскопии можно определить стадию зрелости рубцовых изменений, выявить гиперемии слизистой оболочки и степень воспалительного процесса, а также выявить грануляции и эрозии [11, 16]. Данный метод позволяет получить не только визуальную, но и морфологическую (при биопсии) информацию о характере изменений в ТБД. Диагностика ТМ при помощи эндоскопических методов заключается в определении сужения просвета трахеи более, чем на $\frac{1}{2}$ диаметра во время выполнения форсированного дыхания или кашля [5]. Характерная эндоскопическая картина при ТМ - сужение просвета трахеи на выдохе в виде «рыбьего рта» [58]. Весомым преимуществом данного метода служит, тот факт, что при критическом сужении трахеи диагностическую процедуру можно трансформировать в лечебную [43]. Метод позволяет надежно дифференцировать ТМ от экспираторного стеноза. Эндоскопическая диагностика, а именно трансиллюминация, практически всегда используется во время операции для уточнения границ рубцового поражения трахеи и визуальной оценки адекватности межтрахеального анастомоза [38, 40]. Однако, интраоперационная трахеоскопия не подразумевает диагностику изменений интрамурального компонента

стенотического участка, выявление трахеомалации и оценку кровоснабжения стенки трахеи [40, 43].

К недостаткам эндоскопического метода можно отнести его инвазивность и нефизиологичность процедуры. Введённый через голосовую щель в просвет трахеи фибробронхоскоп не позволяет герметизировать дыхательные пути на уровне голосовых складок. Отсутствие этого герметизма дает ложную информацию о подвижности трахеальной стенки во время форсированного дыхания, что может спровоцировать недооценку степени и распространенности патологического процесса. Также в диагностике ТМ бронхоскопия не обеспечивает точные измерения размеров дыхательных путей и часто эти данные основаны на субъективной оценке [91]. Кроме того, широкоугольный объектив на кончике бронхоскопа, хотя и дает широкое поле обзора, но, как правило, приводит к искажению изображения, что также усложняет точную оценку изменений размеров просвета трахеи при дыхании. Процедура ФБС не всегда хорошо переносится пациентами и требует локального седативного эффекта [134]. При седации также невозможно получить максимальный вдох и резкий полный выдох, из-за более низких легочных объемов и, как следствие, изменения размеров дыхательных путей во время форсированного дыхания, которые будут не корректны [159]. При выраженных рубцовых изменениях трахеи невозможно оценить состояние ТБД ниже суженного участка [18]. К отрицательным моментам метода также можно отнести невозможность оценки толщины стенки трахеи, состояния хрящевых полуколец [43].

Функция внешнего дыхания

Исследование функции внешнего дыхания является основным и широко доступным методом прижизненной функциональной диагностики в пульмонологии и, отчасти, в торакальной хирургии. При трахеомалации меняются

объемные и скоростным показатели воздушного потока, что может быть зафиксировано на кривой ФВД. Основной патофизиологический механизм при ТМ - спадение тех или иных участков трахеи при форсированном выдохе. При этом выявляется зазубренность на восходящем и начальном нисходящем отрезках кривой. Величина зазубрин варьирует от 2 мм до $\frac{1}{2}$ амплитуды кривой форсированного выдоха, появляется «зуб акулы». При проведении пробы с бронхолитиками изменения могут нарастать за счет уменьшения физиологического тонуса бронхов [47]. Также при ТМ отмечается обструкция и ограничение вентиляционной функции. Спирометрические данные обычно показывают уменьшение проходимости ТБД пропорционально тяжести размягчение [5, 142]. Для обструкции верхних дыхательных путей характерны снижение ЖЕЛ, индекса Тиффно, изменение скоростных показателей и выявление «провала» на спирометрическом графике. При длительно существующем стенозе регистрируются рестриктивные изменения ФВД [30]. Данные функциональные показатели характерны для РСТ, ТМ, экспираторного стеноза, обструктивной эмфиземы, бронхиальной астмы. Это создает условия для ошибочной диагностики основного заболевания, что может привести к недооценке, имеющейся ТМ [3, 50, 61].

По данным отечественных авторов исследование функции внешнего дыхания может быть полезно для неинвазивной оценки функции ТБД у пациентов с РСТ в реабилитационном периоде, для ранней диагностики рестеноза [43]. Однако, существует и другое мнение. Carden К. Считает, что результаты исследования мало изучены и недостаточно информативны в диагностике ТМ [87]. При анализе ФВД в оценке РСТ выявили, что показатель чувствительности исследования составляет лишь 55%, в то время как специфичности может достигать 90%.

Другие методы диагностики

Диагностика РСТ и ТМ возможна при использовании оптико-электронной системы регистрации, в основе которой лежит принцип зондирования с применением ИК-излучения. Анализ полученных данных позволяет судить о наличии участка патологической подвижности стенки трахеи [14, 15]. Преимуществом метода является отсутствие субъективной оценки ТМ, которая имеет место при проведении ФБС. К недостаткам относится не физиологичность, инвазивность, также невозможность проведения зонда при выраженных стенозах ниже суженного участка. В этой связи метод имеет ряд противопоказаний [14, 15].

Эндобронхиальная эндосонография тоже используется для диагностики патологических процессов органов шеи и средостения, в том числе, трахеи. Метод позволяет выполнить под УЗ - контролем игловую биопсию, выявить хронические воспалительные заболевания дыхательных путей, диагностировать изменения в хрящевых и мембранных структурах трахеи [60, 66, 144]. УЗИ применяют и во время хирургического вмешательства, которое позволяет уточнить интрамуральное состояние хрящевых полуколец и выполнить радикальную операцию [42]. Однако, в определении ТМ метод эндобронхиального и интраоперационного УЗИ недостаточно изучен и все еще не нашел своего места в диагностическом алгоритме рубцового стеноза трахеи и трахеомалации.

1.7. Лечение

Методы лечения РСТ достаточно хорошо разработаны и в условиях специализированных медицинских учреждений, как правило, затруднений не вызывают, что нельзя сказать об оперативном вмешательстве на фоне трахеомалации [41, 43, 46,118]. Методы лечения ТМ при РСТ ограничены и не

существует единого стандарта ведения пациентов. Наличие у пациента РСТ должно насторожить врача в отношении возможной ТМ [115]. При отсутствии полной диагностической информации о состоянии стенки трахеи при РСТ хирургическое лечение может быть безуспешным, поскольку присутствует возможность оставления участков в трахеи, лишенных хрящевого каркаса. Данный отрезок трахеи, ввиду отсутствия жесткости, не обеспечивает больному нормального дыхания и спадается при дыхании либо кашле [4, 6, 7]. Клинически это проявляется рестенозом. В послеоперационном периоде при нерадикальной операции трахеомалация может симулировать несостоятельность анастомоза с полным расхождением краев трахеи. Основным методом диагностики в этот момент является трахеоскопия. Однако, она требует от специалиста серьезного опыта, т.к. в условиях воспаления, фибринозного трахеита правильно оценить ситуацию бывает крайне трудно. При ограниченном РСТ основным методом лечения является циркулярная резекция трахеи с восстановлением целостности дыхательного пути анастомозом. Однако, при наличии у пациента ТМ объем оперативного вмешательства расширяется. В некоторых случаях от резекции следует отказаться в пользу этапно-реконструктивных операций с формированием просвета дыхательного пути на Т-образной трубке. Консервативное лечение ТМ следует рассматривать как паллиативное и оно заключается в противовоспалительной терапии и санации ТБД [1, 35, 37]. При выраженных дыхательных нарушениях может потребоваться трахеостомия или эндостентирование [76, 153]. При этом используют эндопротезирование металлическими и силиконовыми стентами. Возможна имплантация аутоканей, установка биосовместимых керамических колец и т.д. [19, 41, 75, 87]. Разрабатываются гибридные и биоразлагаемые стенты, но оценка их клинической эффективности еще не проводилась, поэтому они не имеют широкого распространения [87]. Новым методом лечения ТМ является напечатанные на 3D принтере саморассасывающиеся стенты дыхательных путей, данный метод лечения проверяется на эффективность [161]. Трахеостомия может оказаться эффективной для восстановления безопасного дыхания. Однако, и этот вариант

следует расценивать как паллиативный, поскольку после деканюляции вероятность сохранения нарушения дыхания из-за трахеомалации крайне высока.

Каждый случай РСТ с ТМ должен быть оценен индивидуально, для определения оптимального варианта лечения [9, 51, 104, 113, 143, 160]. Опыт хирургической стабилизации дыхательных путей при РСТ, в сочетании с ТМ, все еще крайне ограничен и не существует единого мнения [88, 154], что требует дальнейших исследований.

Таким образом, диагностика рубцового стеноза трахеи должна быть направлена не только на выявление рубцовой трансформации трахеальной стенки (локализация, степень и протяженность), но и на диагностику интрамуральных изменений стенки трахеи, оценку вероятной сопутствующей ТМ. Своевременная и максимально точная диагностика является важным фактором выбора варианта операции, а значит, прогноза лечения подобных пациентов, позволяет улучшить качество их жизни, сократить риск осложнений, рецидива заболевания и срока реабилитации в отдаленном периоде.

ТМ в различной степени своего проявления всегда присутствует при РСТ и имеет с последним одну этиопатогенетическую природу. Вероятность ее наличия обязательно должно учитываться при выборе тактики и объема хирургического лечения пациентов. Широко используемые на данный момент времени методы диагностики ТМ являются либо недостаточно чувствительными и специфичными, либо не физиологичными и субъективными, сложными в практическом применении. Существует потребность в более информативных методах диагностики и стандартизированном подходе в объективной оценке патологических изменений стенки трахеи у данной группы пациентов. Из большого спектра диагностических способов следует выбрать наиболее объективные, результативные и информативные методики и их сочетания.

Недооценка или позднее выявление РСТ может привести к повторным операциям, осложнениям или к истинному, или ложному рецидиву заболевания. В доступной литературе крайне мало сообщений о применении дМСКТ в диагностике ТМ у пациентов с РСТ. Практически полностью отсутствует

информация о чувствительности и специфичности дМРТ при данном патологическом процессе. Это делает актуальным проблему поиска оптимального алгоритма лучевой диагностики пациентов с РСТ в сочетании с ТМ и выбора наиболее информативных методов их оценки, с учетом новых разработанных динамических методик обследования.

Также недостаточно освещены вопросы комплексной лучевой оценки ТМ с помощью МСКТ и МРТ, отсутствуют данные о визуализации интрамурального изменения стенки трахеи, не разработаны алгоритмы обследования групп пациентов с подозрением на ТМ. Вместе с тем в клинической практике не выделены четкие диагностические критерии прямых и косвенных КТ- и МРТ-признаков ТМ, не обоснованы основные принципы дифференциальной диагностики ТМ и экспираторного стеноза на фоне РСТ, что и объясняет появление данной научно-исследовательской работы.

Глава 2. Материалы и методы

2.1. Характеристика обследуемых больных

В основу работы положены данные обследования и лечения 94 больных, находившихся с августа 2013 года по ноябрь 2015 года в отделении торакальной хирургии УКБ№1 Первого МГМУ им. И.М. Сеченова.

В ходе исследования всем пациентам проводили комплекс диагностических мероприятий, включающий в себя сбор анамнестических данных, оценку клинической картины, проведение инструментальных методов исследования в периоперационный период. Пациенты были разделены на 3 группы; первые две группы были разделены по клиническому состоянию - в зависимости от возможности самостоятельного дыхания длительностью не менее 30 минут; третья - контрольная группа, включала в себя пациентов с заболеваниями ОГК, но без патологии трахеи. В 1 группу вошли 35 пациентов с диагнозом РСТ, с невозможностью самостоятельного дыхания длительностью 30 минут, без трахеостомической трубки. Во 2 группу вошли 46 пациентов с установленным диагнозом РСТ и самостоятельным дыханием без трахеостомической трубки не менее 30 минут. Третья группа - 13 пациентов с торакальной патологией без поражения трахеи (контрольная). Такое разделение пациентов необходимо для проведения различных диагностических приемов, в зависимости от клинической ситуации. Больным первой группы выполнили обследование, состоящее из эндоскопического метода, исследования функции внешнего дыхания, статичных лучевых методов диагностики (рентгенография, МСКТ). Пациентам 2-й группы помимо вышеперечисленных методов диагностики провели динамическое (функциональное) исследование МСКТ и/или МРТ; с целью выявления трахеомалации, оценки ее степени и распространенности. МРТ исследования были с введением контрастного вещества. Пациентам 3-й группы проводили весь

комплекс исследования, в том числе и динамические исследования (для получения контрольных цифр). Все данные исследований были подтверждены интраоперационными и морфологическими данными.

Распределение пациентов по полу и возрасту представлено в таблице 1.

Таблица 1. Распределение пациентов 1-й, 2-й, 3-й группы по полу и возрасту.

| Группы больных | Возраст в годах | | | | | | | | | | | | | | Всего | |
|-------------------|-----------------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|----------|---|-----------|----|
| | до 20 | | 21-30 | | 31-40 | | 41-50 | | 51-60 | | 61-70 | | св.71 | | | |
| | м | ж | м | ж | м | ж | м | ж | м | ж | м | ж | м | ж | м | ж |
| 1 | - | 2 | 2 | 3 | 5 | 3 | 5 | 1 | 2 | 5 | 2 | 4 | 1 | - | 17 | 18 |
| 2 | - | - | 10 | 4 | 3 | 6 | 4 | 2 | 9 | - | 2 | 5 | 1 | - | 29 | 17 |
| 3 | - | - | 1 | - | 3 | 1 | - | 5 | 3 | - | - | - | - | - | 7 | 6 |
| Итого | 2 | | 20 | | 21 | | 17 | | 19 | | 13 | | 2 | | 94 | |

Подавляющее большинство обследуемых больных (77 пациентов (82%)) были лица молодого и зрелого возраста. Возраст больных варьировал от 17 до 77 лет. Средний возраст исследуемых пациентов составил $43,7 \pm 3,43$ лет (Рис. 1).

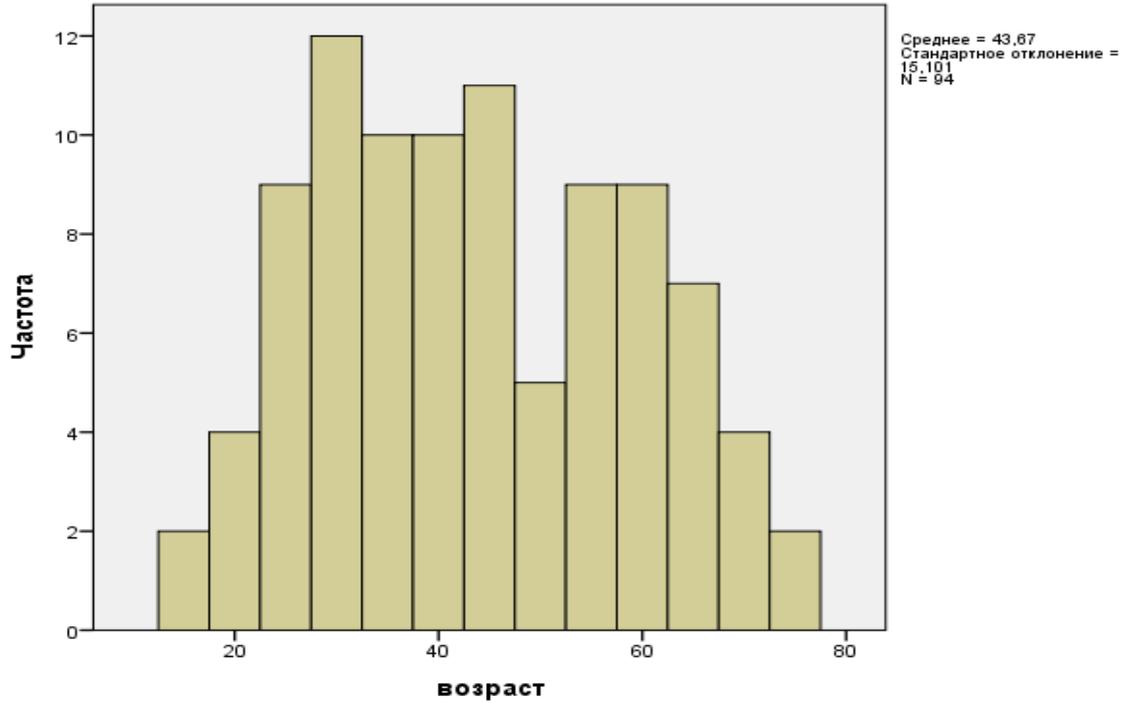


Рис. 1. Распределение пациентов по возрасту.

Мужчин было 41 (43,6 %), женщин – 53 (56,4 %). Поло - возрастной состав группы был практически одинаковый, что дает возможность использовать данные для анализа результатов обследования (Рис. 2).

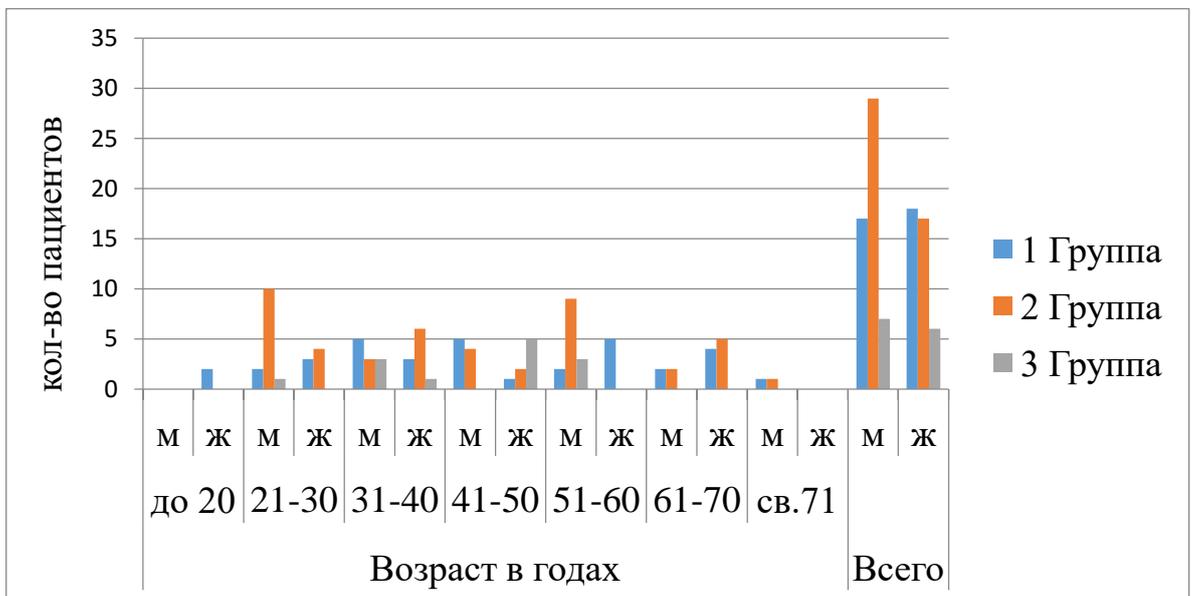


Рис. 2. Распределение пациентов по возрасту и полу в исследуемых группах.

Основным этиологическим фактором возникновения рубцовых стенозов трахеи являлись ятрогенные повреждения (Рис. 3).

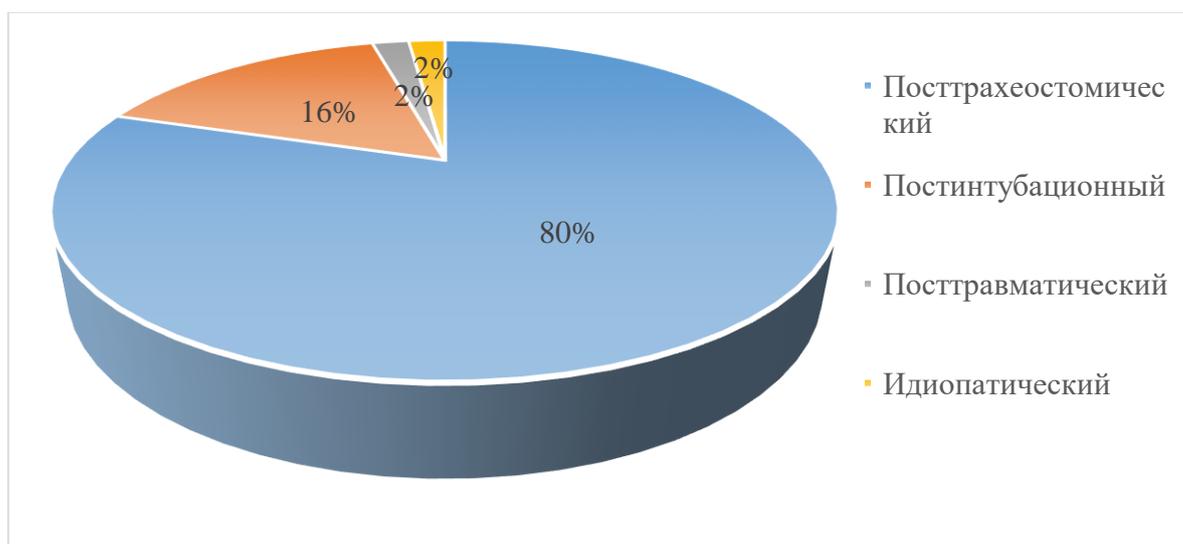


Рис. 3. Распределение обследуемых пациентов 1-й и 2-й группы с диагнозом РСТ по этиологическому признаку.

Высокая трахеостомия, длительная ИВЛ через оротрахеальную или трахеостомическую трубки, лоскутные способы вскрытия трахеи, фенестрация трахеи, инфицирование и последующее нагноение тканей в области трахеостомы, несоблюдение правил асептики и антисептики, дефекты ухода, все это может стать причиной возникновения рубцовых сужений дыхательных путей. Главным травмирующим агентом является - трахеостомия, при данной манипуляции рассекается вся стенка трахеи, повреждается слизистая оболочка трахеи, мышцы, хрящевые полукольца.

Наиболее часто рубцовый стеноз был выявлен в шейном отделе трахеи (39,5%) и в грудном отделе трахеи (36 %) (Таблица 2, Рис. 4).

Таблица 2. Локализация РСТ у пациентов 1-й и 2-й групп.

| Локализация стеноза | Число больных | | Всего |
|--|---------------|-----------|------------|
| | 1 группа | 2 группа | |
| Шейный отдел трахеи | 21 | 28 | 49 |
| Шейный отдел трахеи и грудной отдел трахеи | 10 | 12 | 22 |
| Грудной отдел трахеи | 21 | 24 | 45 |
| Бифуркация трахеи | 0 | 1 | 1 |
| Поражение главных бронхов | 0 | 1 | 1 |
| Гортань | 1 | 4 | 5 |
| Мультифокальное поражение трахеи | 0 | 1 | 1 |
| Итого | 53 | 71 | 124 |

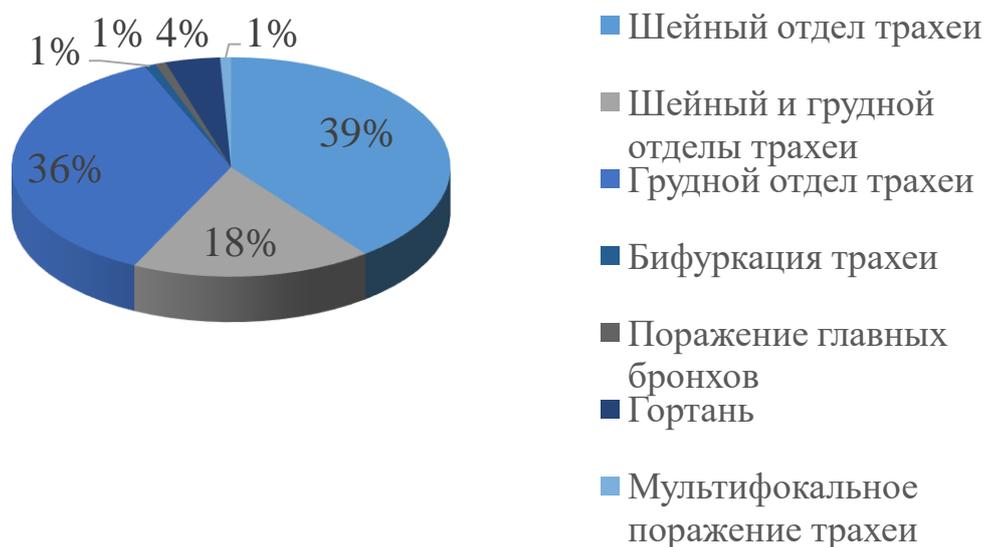


Рис. 4. Распределение пациентов по локализации РСТ.

В нашей клинической работе мы использовали классификацию РСТ В.Д. Паршина (2011г.), согласно которой сужение подразделяли на следующие степени в зависимости от сохраненного просвета дыхательного пути относительно диаметра нормальной трахеи у конкретного больного. Таким образом, рубцовый стеноз 1 степени (просвет сужен на $\frac{1}{3}$ диаметра дыхательного пути) диагностировали у 15 пациентов, 2 степени (- от $\frac{1}{3}$ до $\frac{2}{3}$ диаметра) - 29, 3 степени (- $\frac{2}{3}$ диаметра) – 31, 4 степени (более чем на $\frac{2}{3}$ диаметра) -12 пациентов. По результатам нашего исследования чаще всего диагностировали стеноз 3-й и 2-й степени (Рис. 5). У части пациентов (6 больных (7,4%)) сужение рубцового стеноза трахеи носило промежуточную степень (на границе двух степеней).

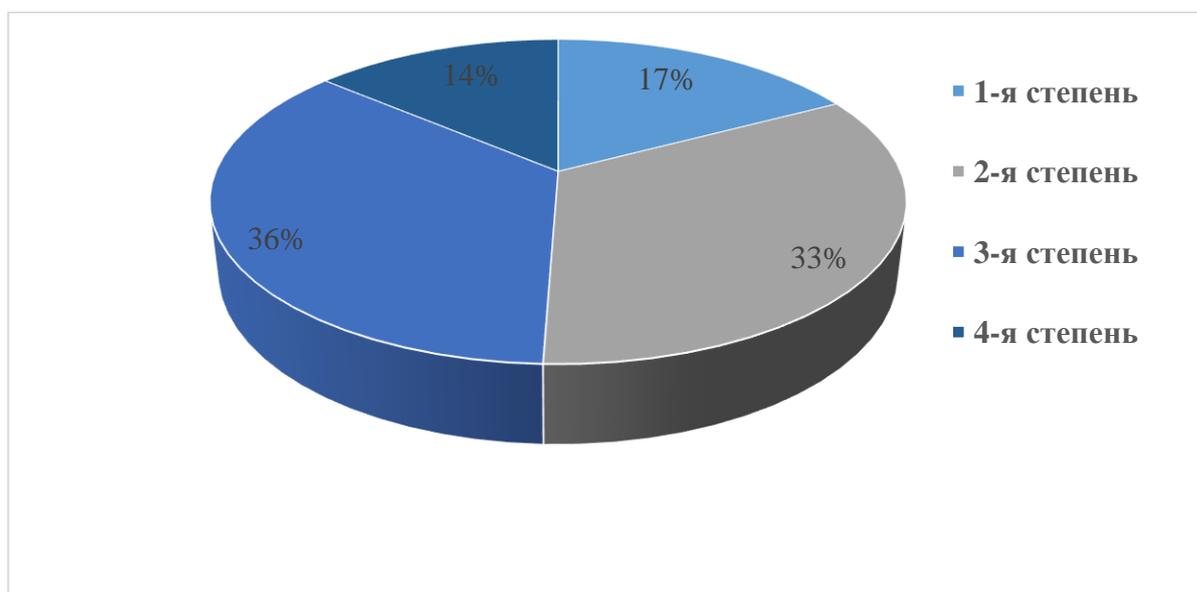


Рис. 5. Распределение пациентов в зависимости от степени РСТ.

Все пациенты из 1 группы (100%), были обследованы с помощью фибробронхоскопии либо трахеобронхоскопии, функции внешнего дыхания и статичных лучевых методов исследования (рентгенография и/или МСКТ с 3D реконструкцией изображения и построением виртуальной бронхоскопии).

Комплекс обследования 2 группы пациентов состоял из эндоскопического исследования (фибробронхоскопия либо трахеобронхоскопия), функции внешнего дыхания, рентгенографии и, в соответствии с показаниями и противопоказаниями, динамических методик лучевых методов исследования (компьютерная томография с 3D реконструкцией изображения и построением виртуальной бронхоскопии, с/без динамической методикой или/и МРТ с/без динамической методикой. Динамическую компьютерную томографию включили в обследование у пациентов с возможностью удаления трахеостомической трубки с временным интервалом не менее 5 минут. Динамическую МРТ также выполняли у пациентов либо без трахеостомы, либо у пациентов с возможностью удаления трахеостомической трубки продолжительностью 20-30 минут. Всего было проведено 41 дМСКТ и 21 дМРТ исследований, включая исследования с в/в контрастированием.

Основными жалобами пациентов с РСТ при поступлении в отделение были на наличие трахеостомы, кашель и одышку разной степени выраженности. Основные жалобы пациентов первой и второй группы были схожи (Рис. 6, 7).

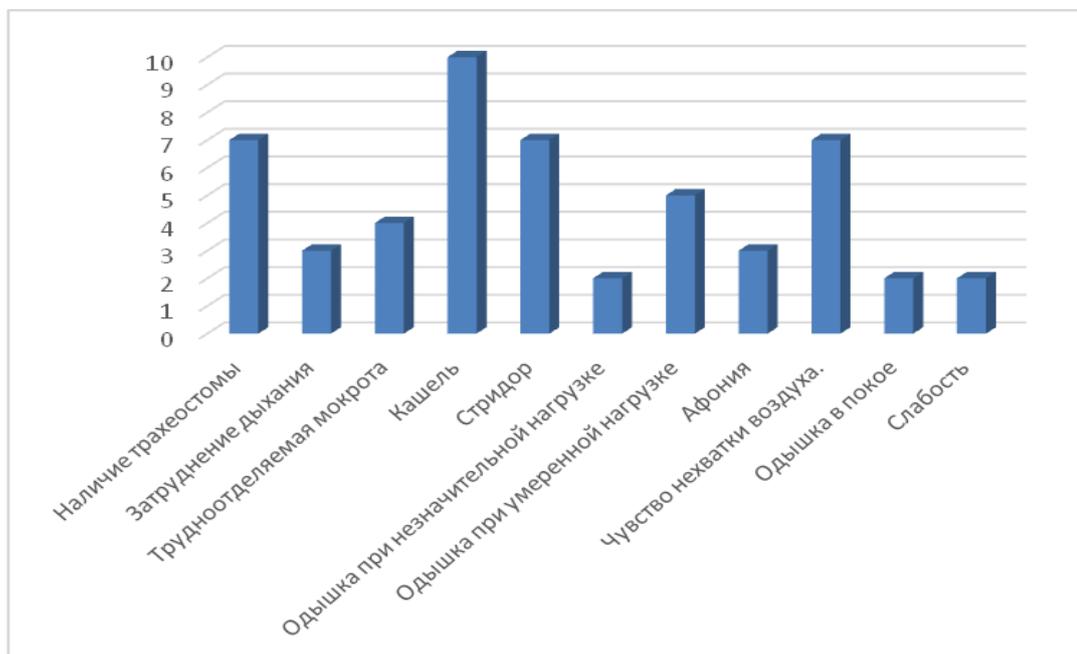


Рис. 6. Распределение обследуемых пациентов первой группы по жалобам.

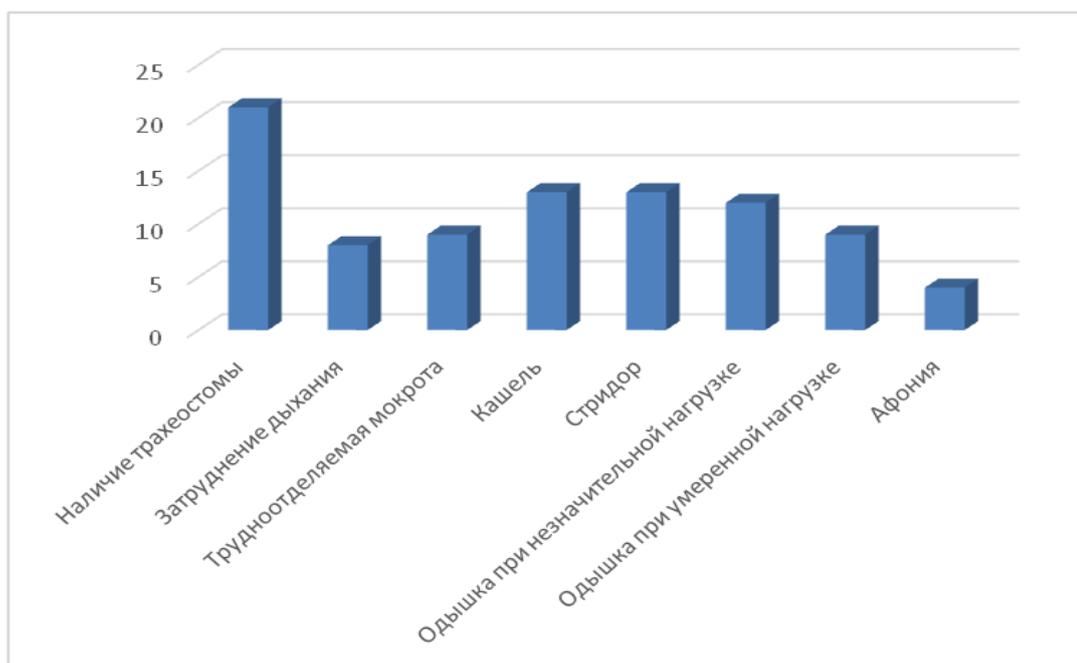


Рис. 7. Распределение обследуемых пациентов второй группы по жалобам.

Из 81 пациента с диагнозом рубцовый стеноз трахеи у 66 пациентов (81,5%) было произведено оперативное вмешательство, включая эндоскопические варианты восстановления просвета трахеи (Таблица 3).

Таблица 3. Распределение пациентов с РСТ в зависимости от вида проводимого лечения.

| Вид операции | Число больных | | Всего n (%) |
|--|-------------------|-------------------|------------------|
| | 1 группа n (%) | 2 группа n (%) | |
| Циркулярная резекция трахеи | 6 (17,1%) | 14 (30,4%) | 20 (24,7%) |
| ЭРПО | 12 (34,3%) | 16 (34,8%) | 28 (34,6%) |
| Эндоскопическая реканализация просвета трахеи | 10 (28,6%) | 4 (8,7%) | 14 (17,3) |
| Эндопротезирование | 2 (5,7%) | 2 (4,4%) | 4 (4,9%) |
| Без операционного лечения | 5 (14,3%) | 10 (21,7%) | 15 (18,5%) |
| Итого | 35 (100%) | 46 (100%) | 81 (100%) |

Так, в нашем исследовании, из 66 оперированных пациентов с диагнозом РСТ при выявлении ТМ был скорректирован подход к планируемому оперативному вмешательству в 36,9 % случаях, а именно, изменен объем резекции трахеи и выбран иной хирургический доступ. Изменения оперативного лечения заключались либо в полном отказе от резекции трахеи в пользу этапного лечения, либо в увеличении длины удаляемого сегмента трахеи, когда в зону оперативного вмешательства входили размягченные трахеальные ткани.

Таблица 4. Распределение пациентов с РСТ по группам в зависимости от результата проведенного лечения.

| Исход лечения | 1 группа n=35 | | 2 группа n=46 | |
|--|---------------|-------------|---------------|-------------|
| | Число больных | % | Число больных | % |
| Выздоровление | 11 | 31,4% | 21 | 45,63% |
| Улучшение состояния (эндопротезирование, этапно-реконструктивные вмешательства, консервативная терапия) | 22 | 62,9% | 24 | 52,2% |
| Ранние осложнения после оперативного вмешательства | - | - | - | - |
| Рецидив основного заболевания | 1 | 2,85% | - | - |
| Летальность | - | - | - | - |
| Отказ от лечения | 1 | 2,85% | 1 | 2,17% |
| Итого | 35 | 100% | 46 | 100% |

Таким образом, как видно из таблицы 4, в ближайшем и отдаленном послеоперационном периодах во второй группе исследуемых пациентов, ни в одном случае не возникло осложнений, связанных с трахеомалацией.

Для оценки степени тяжести ТМ мы использовали 3 степени в зависимости от процентного изменения площади поперечного сечения трахеи на выдохе: 51 до 75% легкая степень, 76 до 90% - средняя, 91 до 100% - тяжелая.

Данные, полученные в ходе операции, эндоскопического и лучевых методов исследования были сопоставлены и проанализированы с подсчётом их сравнительной чувствительности и специфичности в выявлении ТМ (Таблица 5).

Таблица 5. Распределение пациентов с выявленной ТМ.

| Методы диагностики | 1-я группа/ 2-я группа (n) | Количество пациентов с выявленной ТМ | Локализация | Степень | Протяже- нность |
|--------------------------|---|---|---|--|---|
| Эндоскопический метод | 35 / 46 | 3/9 | уровень РСТ n=2/6, уровень ниже и выше РСТ n=1/3 | легкая степень n=1/6, умеренна я степень n=2/3 | локальная форма n=2/6, распростр а-ненная форма n=1/3 |
| МСКТ | 35 / 46 | - | - | - | - |
| МРТ | 17 (2-я группа) | косвенные признаки n=5 | уровень РСТ n=3, уровень ниже и выше РСТ n=2 | - | локальная форма n=3, распростр а-ненная форма n=2 |
| дМСКТ и дМРТ | 36 (дМСКТ) и 15 (дМРТ) (2-я группа) | 17 | уровень РСТ n=13, уровень ниже и выше РСТ n=4 | легкая степень n=14, умерен- ная степень n=3 | локальная форма n=13, распрос- траненная форма n=4 |

2.2. Методы исследования

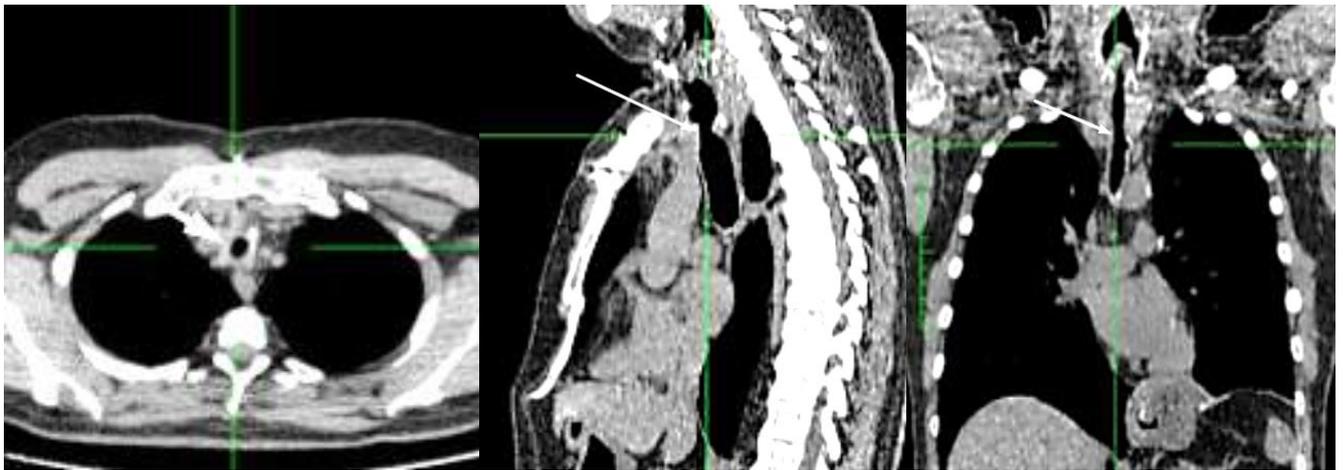
Всем пациентам помимо физикального и общеклинического обследования, вне зависимости от клинического состояния, проводили комплекс диагностических

процедур, состоящих из таких методов исследования как эндоскопический метод (фибробронхоскопия либо трахеобронхоскопия), функции внешнего дыхания и лучевых методов исследования (МСКТ или МРТ с/без динамических методик и введением контрастного вещества).

2.2.1. Компьютерная томография

Компьютерная томография трахеи была проведена нами на 320-рядном компьютерном томографе Toshiba Aquilion One с техническими параметрами: толщина среза 0,5 мм, 35 mAs, коллимация 65x0,5мм, время оборота трубки 0,25-0,5 секунды, напряжение 120kV. Исследования выполняли при стандартной укладке пациента для исследования органов грудной клетки, в положении на спине. Протокол исследования органов грудной клетки состоял из предварительного выполнения топограммы в прямой проекции с задержкой дыхания на вдохе для определения границ дальнейшего сканирования и дальнейшего выполнения серии томографических срезов в момент нефорсированного вдоха. У пациентов с установленной трахеостомической трубкой производили ее удаление перед исследованием. При оставлении трубки во время исследования возможна недооценка распространенности и степени РСТ, так как она не позволяет спадаться стенкам трахеи меньше диаметра ее просвета.

Анализ изображений производился с использованием различных электронных окон, с построением мультипланарных реформаций (Рис. 8), трехмерных реконструкций и применением методики виртуальной бронхоскопии.



А)

Б)

В)

Рис. 8. МСКТ органов грудной клетки. Мультипланарная реконструкция (MPR): А) Аксиальная проекция Б) Сагиттальная проекция В) Коронарная проекция.

Б-ной П., 29л. Диагноз: посттрахеостомический стеноз шейного и верхнегрудного отделов трахеи 2-3ст. На расстоянии 37мм от уровня голосовых складок и 60 мм проксимальнее карины определяется неравномерное (преимущественно за счет боковых стенок) сужение просвета трахеи (14 мм - передне-задний размер, 7,5 мм- билатеральный размер), протяженностью 30 мм.

Определяли локализацию, степень, протяженность РСТ, а также проводили оценку толщины стенки трахеи и денситометрический анализ изменений паратрахеальной клетчатки. Данные исследований были обработаны на рабочих станциях постпроцессорной обработки VITREA, e-Film, OsiriX.

Для исследования трахеи на наличие ТМ введение контрастного вещества не применялось, так как достоверно оценить денситометрический градиент контрастности в стенке трахеи не представляется возможным в силу его малых значений и не может считаться статистически достоверным из-за малой толщины изучаемой структуры (толщина хрящевой стенки трахеи 3-4 мм, мембранозной 2-3 мм).

По данным нашего исследования МСКТ - исследование позволяет получать информацию о локализации, протяженности и степени сужения просвета трахеи.

Удавалось визуализировать обызвествление стенки трахеи, а также выявить уплотнение перитрахеального пространства. Методика позволяла выявлять сочетанное поражение гортани, а также определить сопутствующий трахеопищеводный свищ.

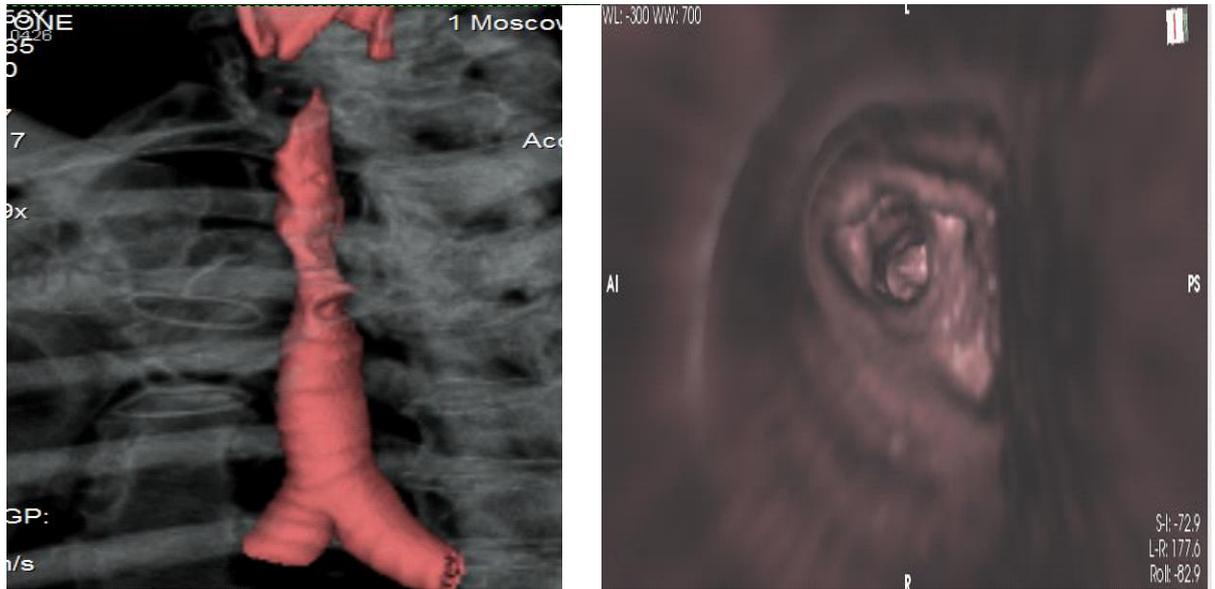
При статичном исследовании МСКТ ОГК на вдохе у пациентов с РСТ были выявлены следующие заболевания бронхолегочной системы: бронхит, пневмония, ХОБЛ, трахео-пищеводный свищ, эмфизема (Таблица 6).

Таблица 6. Распределение пациентов по имеющейся сопутствующей патологии.

| Сопутствующее заболевание | Число больных | | | Всего |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|-----------|
| | 1 группа n = 35 | 2 группа n = 46 | 3 группа n = 13 | |
| Бронхит, хронический бронхит | 11 | 9 | 2 | 22 |
| Пневмония | 3 | 4 | - | 7 |
| ХОБЛ | 4 | 8 | 1 | 13 |
| Трахео-пищеводный свищ | 5 | 3 | - | 8 |
| Эмфизема | 3 | 4 | 1 | 8 |
| Кистозная гипоплазия легкого | 1 | 2 | - | 3 |
| Итого: | 27 | 30 | 4 | 61 |

Главным преимуществом метода являются его неинвазивность, высокая разрешающая способность оценки РСТ, короткое время исследования (до 10сек), что позволяет проводить исследование у больных со стридором и при кратковременной деканюляции. Однако, полноценная информация о состоянии трахеи и интрамурального пространства не всегда возможна, особенно при выраженных фиброзных изменениях в паратрахеальной зоне. Постпроцессорная обработка данных в 3D реконструкции и виртуальной бронхоскопии предоставляет возможность получить более наглядную

визуализацию анатомических особенностей и патологических изменений органа (Рис. 9).



А)

Б)

Рис. 9. МСКТ. А) 3D реконструкция трахеобронхиального дерева. Б) Виртуальная бронхоскопия.

Б-ной П. 29л. Диагноз: посттрахеостомический стеноз шейного и верхнегрудного отдела трахеи 2-3ст. Визуализируется неравномерное сужение просвета трахеи, протяженностью около 30мм.

Статичный метод МСКТ весьма точен и позволяет оценить степень и распространенность РСТ, но в диагностике ТМ не чувствителен и не специфичен, не позволяет выявить данную патологию у пациентов с РСТ.

2.2.2. Динамическая компьютерная томография

дМСКТ проводили на аппарате Toshiba Aquilion 320 в соответствии с модифицированным протоколом Dynamic Lung на фоне форсированного дыхания.

Техническими параметрами: напряжение 100 kv, сила тока 300 mA, поле исследования D-FoI 200 мм, время динамического сканирования 4-7 секунд. Область динамического сканирования составляла 16 см, с захватом бифуркации трахеи.

Перед исследованием всем пациентам проводили инструктаж, тренировку дыхательных движений (форсированный вдох и выдох) и хронометраж техники форсированного дыхания. Модификация стандартного протокола заключалась в применении методик для исследования новой анатомической зоны и разработке индивидуальных параметров исследования. Результатом применяемого протокола был индивидуальный подход в каждом конкретном случае, снижение уровня лучевой нагрузки с 5-6 мЗв до 3-4 мЗв, математическая обработка полученных данных, свидетельствующих о наличии ТМ и степени ее распространенности.

Динамические исследования проводили при стандартной укладке пациентов для исследования ОГК, в положении на спине. Протокол включал в себя предварительное выполнение топограммы в прямой проекции с задержкой дыхания на вдохе для определения границ исследуемой зоны (область трахеи) и дальнейшее исследование органов грудной клетки при форсированном дыхании. Если у пациента была установлена трахеостомическая трубка, то перед исследованием она удалялась из просвета трахеи.

Результаты исследования были изучены в многоплоскостном режиме с целью структурного анализа состояния трахеи, т.е. определения параметров РСТ. Для индикации ТМ в 4D формате наиболее информативными являлись срезы в аксиальной проекции - для определения площади поперечного сечения просвета трахеи на фоне форсированного вдоха и выдоха. После определения площади поперечного сечения выполняли подсчет изменения процента спадения стенок трахеи при форсированном дыхании. При помощи инструментов измерения программного обеспечения рабочей станции в аксиальной проекции были измерены площадь просвета трахеи в мм² на форсированном вдохе и выдохе (Рис. 10).

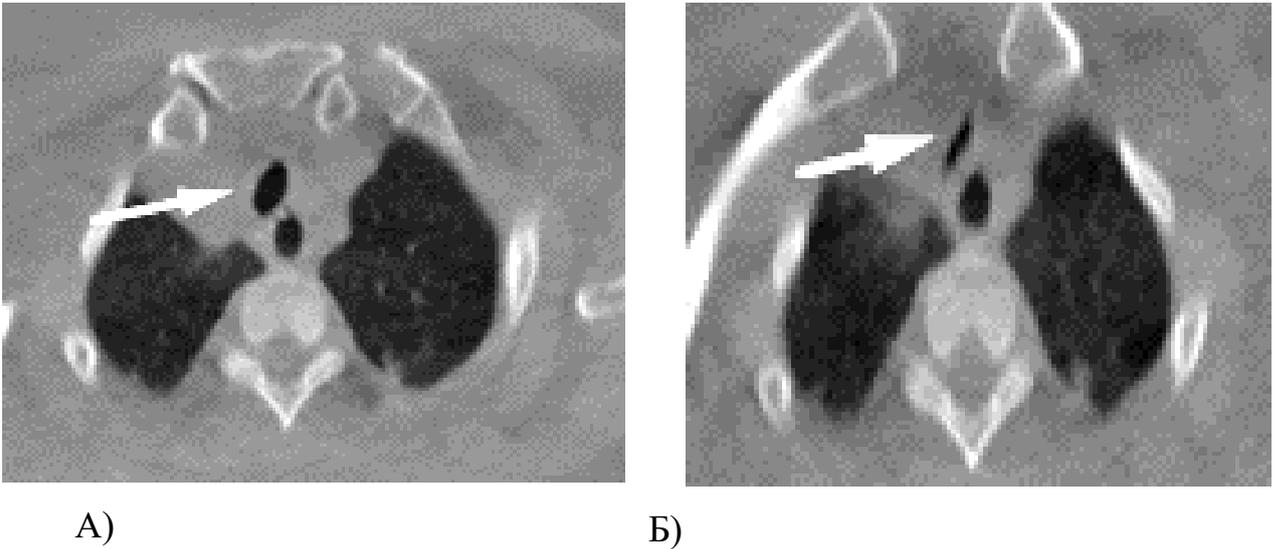


Рис. 10. Динамическая МСКТ. Аксиальная проекция, средостенный режим. А) Просвет трахеи во время форсированного вдоха Б) Просвет трахеи во время форсированного выдоха.

Исследование с функциональной пробой во время форсированного дыхания. Просвет трахеи на выдохе имеет «саблевидную» форму.

Пациентка К., 65л. Диагноз: рубцовый стеноз шейно-грудного отдела трахеи 2ст. Умеренная степень трахеомалаксии (индекс ТМ=66%), локальная форма.

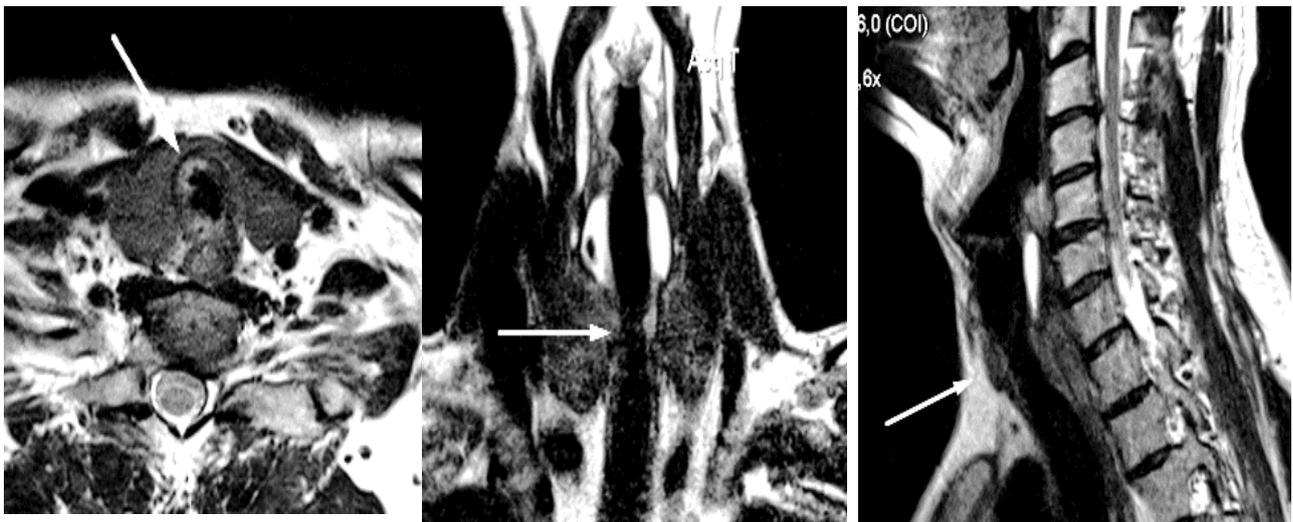
2.2.3. Магнитно-резонансная томография

В качестве альтернативного метода оценки патологических изменений стенки трахеи и диагностики ТМ выполняли МРТ-исследование гортани, трахеи и мягких тканей шеи.

МРТ обследование было проведено 21 (22,3%) пациенту. Отбор больных производили с учетом возможных противопоказаний к МР-исследованию и клинического состояния пациентов, а именно пациентов с РСТ, у которых возможно самостоятельное дыхание без трахеостомической трубки продолжительностью не менее 30 минут. На время исследования трахеостомическую трубку перед сканированием удаляли из просвета трахеи.

Наличие в просвете дыхательных путей эндоскопической трубки во время исследования неизбежно приводит к недооценке степени и протяженности РСТ.

Получение изображений трахеи, гортани и мягких тканей шеи с помощью МРТ проводили на томографах фирмы SIEMENS с напряженностью магнитного поля 3 Тл и 1,5 Тл. Исследования проводились в трех плоскостях (аксиальной, сагиттальной, фронтальной) с помощью серии программ. Использовались следующие импульсные последовательности: T2-ВИ, T2-ВИ Fs, T2- trufi, T1- ВИ, T1- ВИ Fs с толщиной срезов 2-3мм. Корональные и сагиттальные сканы проводились параллельно стенке трахеи, аксиальные – перпендикулярно, как на уровне РСТ, так и в интактной части трахеи (Рис. 11).



А)

Б)

В)

Рис. 11. МРТ мягких тканей шеи, гортани, трахеи. T2-ВИ.

А) Аксиальная проекция Б) Коронарная проекция В) Сагиттальной проекция.

Б-ной П., 51г. Диагноз: посттрахеостомический стеноз на границе шейного и верхне-грудного отделов трахеи 2 ст. На расстоянии 28 мм от уровня голосовых складок определяется равномерное сужение просвета трахеи до 8 мм во фронтальной проекции (билатеральный размер). Протяженность стенозированный участка 18 мм. Толщина хрящевой стенки трахеи на уровне рубцовой деформации составляет 3-5 мм.

Для оценки патологического изменения стенки трахеи исследования проводили с внутривенным введением неионного парамагнитного контрастного

вещества («Омнискан» Гадодиамид) из расчета 0,1ммоль/кг массы тела пациента (0,2мл/кг). Оценивали накопление контрастного вещества на уровне РСТ, а также в неизменной части трахеи. Было отмечено, что интактная стенка трахеи равномерно накапливает препарат в первые фазы контрастирования с удержанием контраста на всем дальнейшем протяжении исследования; на уровне РСТ через 5 минут после введения контрастного вещества отмечалось неравномерное накопление контрастного вещества мягкотканными структурами стенки трахеи, за счет участков гипоинтенсивного МР- сигнала (Рис. 12).

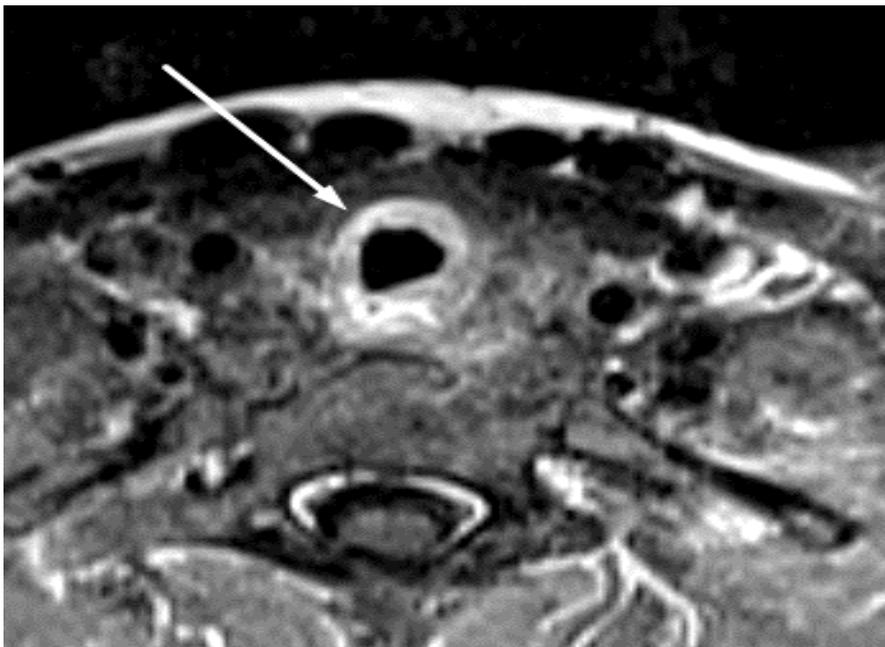


Рис. 12. МРТ с контрастным усилением. T1- ВИ. Аксиальная проекция. Пациент Г. 25лет. Постинтубационный стеноз шейного отдела трахеи 2-3ст. Отмечается неравномерное накопление контрастного вещества мягкотканными структурами стенки трахеи, с участками гипоинтенсивного МР- сигнала.

По нашим данным МРТ в силу большего мягкотканного разрешения в сравнении с МСКТ позволяет значительно лучше визуализировать интармуральный компонент стенки трахеи и дает возможность статистически более достоверно измерить ее толщину. Учитывая малые размеры толщины стенки трахеи даже небольшие статистические отклонения могут быть проявлением

различных патологических изменений. МР-картина стенки трахеи у пациентов с РСТ характеризовалась неоднородным МР-сигналом от ткани трахеи за счет участков гипо- и слабо гипоинтенсивного сигнала на уровне стеноза, что являлось признаком рубцовых изменений стенки трахеи. Определяли локализацию, степень и протяженность РСТ. Производили оценку толщины стенки трахеи на трех уровнях – уровень стенотического участка, а также выше и ниже уровня стеноза на расстоянии, равном высоте тела позвонка. По данным исследований толщина хрящевой стенки по передней полуокружности трахеи на уровне РСТ варьировала от 1,5 до 7 мм, мембранозная часть была не изменена (Рис. 13).



Рис. 13. МРТ T2-ВИ. Сагиттальная проекция. Пациент Н. 44г. Диагноз: Посттрахеостомический рубцовый стеноз шейного отдела трахеи 3ст. В шейном отделе трахеи на уровне рубцовых изменений, отмечается неравномерное утолщение стенки трахеи, за счет разрастаний грануляционной ткани.

При оценке структуры стенки трахеи при изменении МР- сигнала были получены следующие данные: отек и воспалительный процесс слизистого слоя; фиброзные изменения; разрастания грануляционной ткани; локальный надрыв стенки трахеи, нарушение целостности (дефрагментация) хрящевых полуколец

трахеи (Таблица 7). Отек слизистого и подслизистого слоя определялся как повышенный МР - сигнал от ткани стенки трахеи на Т2-ВИ, от внутренней поверхности трахеи. На МР-изображениях рубцовая ткань характеризовалась гипоинтенсивным сигналом на Т1ВИ, Т2ВИ в результате значительных фиброзных изменений, при введении контрастного вещества контрастирование фиброзно-измененной тканью стенки трахеи отмечается позже, по сравнению с нормальной стенкой трахеи (в отсроченную фазу). Грануляционная ткань определялась в виде однородного слабо гиперинтенсивного сигнала на Т2-ВИ от неравно утолщенного внутреннего контура трахеи, однако дифференцировать ее возможно лишь при контрастном усилении: накопление контраста грануляциями идентично слизистому слою трахеи. Локальный надрыв стенки трахеи выявлялся при резком истончении стенки (до 1мм) трахеи на ограниченном ее участке. Нарушение целостности хрящевых полуколец трахеи диагностировали при отсутствии визуализации части хрящевой ткани по ходу хрящевого полукольца.

Таблица 7. МР- признаки патологических изменений ткани стенки трахеи.

| МР- признак | Нозологическая форма |
|---|---|
| Повышение МР- сигнала от внутренней поверхности ткани стенки трахеи на Т2-ВИ | Отек слизистого и подслизистого слоя |
| Гипоинтенсивный МР-сигнал на Т1ВИ, Т2ВИ; контрастирование фиброзно-измененной ткани только в отсроченную фазу | Рубцовая ткань |
| Однородный слабо гиперинтенсивный МР-сигнал на Т2-ВИ от неравно утолщенного внутреннего контура трахеи; контрастирование – в первые фазы контрастирования (аналогично нормальной стенки трахеи) | Грануляционная ткань |
| Резкое истончение стенки трахеи (до 1мм) на ограниченном ее участке | Локальный надрыв стенки трахеи |
| Отсутствие визуализации части хрящевой ткани по ходу хрящевого полукольца | Нарушение целостности хрящевых полуколец трахеи |

Таким образом, исследование трахеи с помощью МРТ позволяет получить необходимую информацию в полном объеме о патологических изменениях интрамурального компонента стенки трахеи, а также выявить косвенные признаки ТМ при выявленном изменении толщины хрящевой стенки трахеи. Отсутствие лучевой нагрузки у данного метода диагностики позволяет проводить исследование неограниченное количество раз. Данное преимущество особенно актуально в диагностике пациентов детского возраста и беременных женщин.

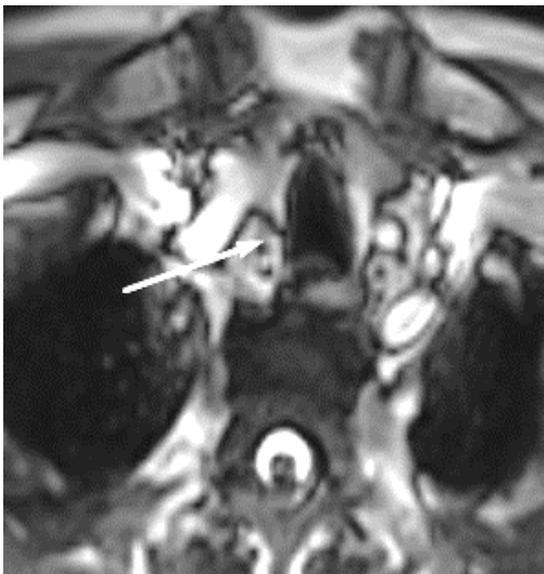
2.2.4. Динамическая магнитно-резонансная томография

Динамические МРТ исследования были проведены 21 пациентом из второй группы. Отбор больных производили исходя из клинического состояния пациентов, что определялось возможностью самостоятельного дыхания без трахеостомической трубки продолжительностью не менее 30 минут, а также отсутствием противопоказаний к МР-исследованию.

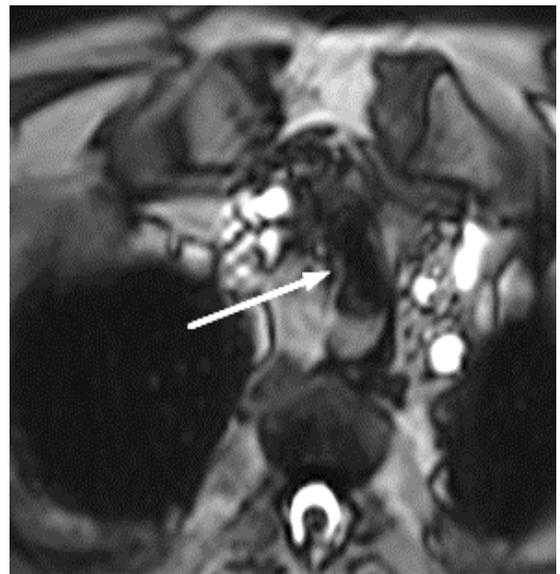
Если у пациента была установлена трахеостомическая трубка, то перед исследованием она удалялась из просвета трахеи. Перед исследованием с пациентом проводили инструктаж дыхательных движений, хронометраж и тренировку техники форсированного вдоха/выдоха.

Обследование проводили на МР-томографах фирмы SIEMENS с напряженностью магнитного поля 3 Тл и 1,5 Тл. Пациентов укладывали на стол МР-томографа в стандартном положении (на спине) для исследования шеи. Всем пациентам устанавливали шейную катушку и катушку для тела, при ее расположении на грудной клетке. После выполнения ориентировочного сканирования проводили динамические исследования в аксиальной проекции, перпендикулярно ходу трахеи. Сканирование выполняли в аксиальной проекции с использованием модифицированных коротких быстрых последовательностей T2-

ВИ Trufi (либо HASTE), с толщиной среза 2 мм, количество срезов 5, период повторения TR 3.55 мс (91 мс), время инверсии TI 1.54 мс (1400 мс), поле исследования FOV 250 мм; срезы проводились отдельно для каждой фазы форсированного дыхания. Первую серию динамических срезов проводили на уровне рубцового сужения трахеи; следующие серии срезов проводились выше, а затем ниже стеноза (на расстоянии равном размеру тела позвонка). Динамическое сканирование проводили во время форсированного дыхания при синхронизации дыхательных движений пациентов и времени сканирования при помощи голосовых команд исследователя. После получения изображений с помощью программного обеспечения рабочей станции, рассчитывали показатели площади поперечного сечения трахеи при форсированном дыхании - на вдохе и на выдохе (в мм²). При констатации уменьшения просвета трахеи на форсированном выдохе более чем на 50% за счет пролабирования хрящевой стенки трахеи диагностировали ТМ (Рис. 14).



А)



Б)

Рис. 14. Динамическая МРТ. Аксиальная проекция. T2-ВИ. А) Просвет трахеи во время форсированного вдоха Б) Просвет трахеи во время форсированного выдоха.

Исследование с функциональной пробой, во время дыхания. Просвет трахеи на выдохе в виде «саблевидной» формы.

Пациент П., 23г. Диагноз: Постинтубационный рубцовый стеноз шейного отдела трахеи 3ст. Легкая степень трахеомалации, распространенная форма.

Отсутствие лучевой нагрузки у данного метода диагностики позволяет при необходимости повторять исследование с целью получения максимально точных данных без вреда для пациента. Метод позволяет получать информацию о функциональном состоянии стенки трахеи как на догоспитальном этапе, так и послеоперационном периоде для оценки проведенного лечения. По данным нашего исследования, получаемая информация при проведении МРТ- исследования в совокупности с проведением динамических методик позволяет физиологичным и неинвазивным методом получить максимальную информацию о патологических изменениях стенки трахеи при РСТ по сравнению с другими методами лучевой диагностики.

2.2.5. Эндоскопические методы исследования

Эндоскопический метод диагностики был проведен всем 81 (100%) пациентам с диагнозом рубцовый стеноз трахеи. С помощью эндоскопического метода выявляли факт рубцового стеноза, его локализацию, степень, протяженность, а также проводили оценку слизистого слоя трахеи (Рис. 15). Данный способ диагностики занимает лидирующее место в диагностике поражений трахеи, так как при необходимости данное исследование может быть трансформировано в лечебную процедуру, направленную на восстановление, расширение и поддержание просвета дыхательного пути. Эндоскопический метод диагностики имеет преимущество в выявлении рубцовых изменений стенки трахеи и определении стадии их зрелости; выявлении гиперемии слизистой оболочки,

высокой контактной кровоточивости рубцовой поверхности, обнаружении грануляций и эрозий.



Рис. 15. Фибробронхоскопия. Пациент Б. 43г. Диагноз: рубцовый стеноз верхне-грудного отдела трахеи 3ст.

Для визуализации патологического процесса стенки трахеи эндоскопический метод осуществляли в двух вариантах – фибротрахеобронхоскопия и ригидная трахеоскопия, при помощи аппарата Reantax EB – 1570К. Угол поля зрения составлял 120° , глубина резкости 3-50 мм, изгиб дистального конца – вверх 2100/вниз 1300, диаметр вводимой трубки 5,1 мм, диаметр инструментального канала 2мм, рабочая длина 600 мм.

Вид исследования определяли индивидуально в каждом конкретном случае в зависимости от локализации стеноза, степени сужения, наличия трахеостомы.

Под местной анестезией проводили фибротрахеобронхоскопию с использованием гибкого фибробронхоскопа, позволяющего при помощи гибкого бронхоскопа оценить изменения внутренней поверхности трахеи.

Ригидную трахеоскопию выполняли с использованием полых металлических трубок, на которых имеется оптическая система, система освещения и

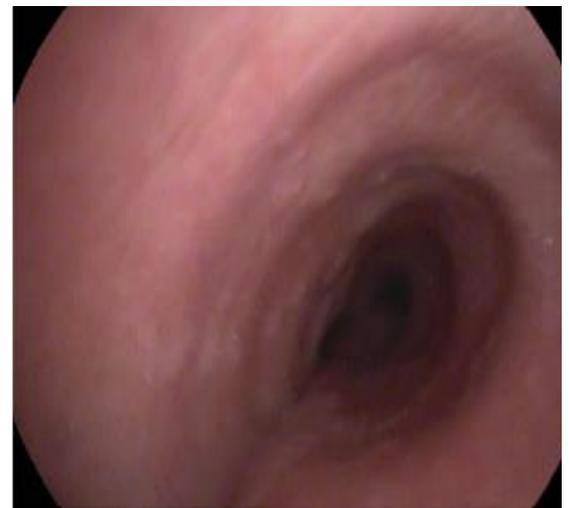
искусственной вентиляцией легких. Ригидную трахеоскопию осуществляли под наркозом. При необходимости проведения лечебных манипуляций или при резком затруднении дыхания отдавали предпочтение ригидной трахеоскопии, так как ее можно осуществить даже при декомпенсации дыхания.

Эндоскопическая картина всех исследуемых нами пациентов с РСТ характеризовалась рубцовыми изменениями стенок трахеи с сужением просвета трахеи. Степень стеноза определяли при помощи миллиметровых делений эндоскопической линейки, в сравнении диаметра суженного участка с диаметром интактного отдела трахеи. В зоне стеноза хрящевые полукольца трахеи были либо деформированы, фрагментированы, либо вообще не определялись. В части случаев (16%) определялась воспалительная инфильтрация как в месте максимального сужения, так и выше/ниже уровня РСТ. Эндоскопическими признаками воспалительных изменений стенки трахеи являлись локальная гиперемия слизистой и утолщение хрящевой ткани.

Диагноз ТМ устанавливался при выявлении патологического пролабирования хрящевой стенки трахеи более чем на $\frac{1}{2}$ просвета на выдохе либо кашле (Рис. 16).



А)



Б)

Рис. 16. Фибротрехеобронхоскопия. А) Просвет трахеи во время форсированного вдоха Б) Просвет трахеи во время форсированного выдоха.

Исследования с функциональной пробой, во время дыхания. Просвет трахеи на выдохе в виде «саблевидной» формы.

Пациент К. 36л. Диагноз: рубцовый стеноз верхне-грудного отдела трахеи 1ст. Легкая степень трахеомалации, распространенная форма.

Диагностическую трахеоскопию проводили и во время всех оперативных вмешательствах (трансиллюминация). В послеоперационном периоде трахеоскопия помогает оценить процесс заживления анастомоза. Всем пациентам, перенесшим циркулярную резекцию, в сроки от 10 до 18 дней после операции осуществили контрольную трахеоскопию. При трахеопластике с дальнейшим формированием просвета на Т-образной трубке ларинготрахеоскопия помогает контролировать положение эндоскопической трубки.

2.2.6. Функция внешнего дыхания

Всем 81 пациентам 1-й и 2-й группы (100%) проводили оценку функции внешнего дыхания. Исследования проводились в положении пациента сидя. Перед каждым исследованием проводили инструкцию выполнения данного теста. Обследование начинали с измерения бронхиального сопротивления и оценки минутного объема дыхания при обычном спокойном дыхании; далее определяли форсированную жизненную ёмкость легких. При получении данных путем регистрации динамики и объема выдыхаемого воздуха составляли спирометрический график (Рис. 17).

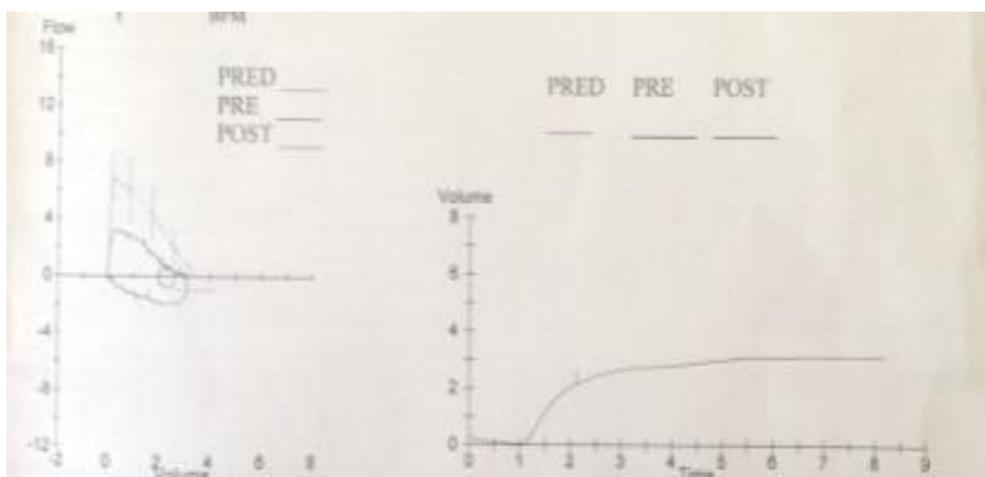


Рис. 17. ФВД. Спирометрический график.

Пациентка В. 34г. Мультифокальный рубцовый стеноз подскладочного отдела гортани и грудного отдела трахеи. Отмечается значительное снижение скоростных потоков. Вентиляционные нарушения обструктивного типа.

Результаты исследований характеризовались рестриктивными нарушениями. Данные напрямую зависели от степени стеноза трахеи, с увеличением степени изменений снижался показатель ЖЕЛ и ухудшалась проходимость дыхательных путей. При анализе и сравнении показателей исследования пациентов с РСТ и ТМ и больных с РСТ без ТМ статистически значимых различий по данным результатов ФВД не было выявлено.

Глава 3. Динамические методики МСКТ и МРТ в выявлении трахеомалации при рубцовых стенозах трахеи

3.1. Общие сведения о динамических МСКТ и МРТ методиках в выявлении ТМ

Для выбора и определения метода лечения, точного объёма, доступа операционного вмешательства необходимо проводить полноценное обследование пациентов с РСТ. Выявление клинически значимой ТМ у пациентов в сочетании с РСТ на дооперационном этапе является важной диагностической информацией для планирования хирургической тактики лечения, это позволяет улучшить качество жизни пациентов, сократить риск послеоперационных осложнений, возможности рецидива заболевания, а также сроков реабилитации. На сегодняшний день оптимальным методом диагностики РСТ является фиброларинготрахеобронхоскопия. Однако, в выявлении ТМ, эндоскопический метод имеет ряд недостатков. Во время эндоскопического исследования расположенный дистальный конец фибробронхоскопического аппарата в голосовых складках не позволяет создать физиологическое давление воздуха при дыхании и кашле, что нарушает полноценное движение трахеальных стенок. Наличие трахеостомы также не позволяет четко визуализировать участок патологической подвижности (трахеомалации). В части случаев при выраженных стенозах трахеи не удаётся диагностировать возможные патологические изменения стенки трахеи ниже суженного участка.

Широкое внедрение в клиническую практику компьютерной и магнитно-резонансной томографии позволило существенно улучшить диагностику стенотических заболеваний трахеи. С развитием технических возможностей лучевой диагностики стала возможна визуализация функциональных изменений стенки трахеи, что особенно важно при таких заболеваниях как РСТ.

Максимальную патологическую подвижность стенок трахеи можно визуализировать либо во время форсированного дыхания, либо во время кашля. При кашлевом толчке возникает более высокое увеличение внутриплеврального давления в грудной клетке, чем при форсированном выдохе. Однако, при сканировании трахеи во время кашля возникают более выраженные двигательные артефакты от движения грудной клетки, чем во время форсированного дыхания, что снижает качество полученного изображения.

Увеличение внутриплеврального давления приводит к развитию физиологического уменьшения просвета площади поперечного сечения трахеи не более чем на 50%, именно поэтому данная цифра считается точкой отсчета для диагностирования ТМ; т.е. спадение просвета трахеи более чем на 50% расценивается как нарушение каркасной функции.

Для правильного выполнения техники форсированного дыхания перед каждым исследованием необходимо проводить инструктаж дыхания и тренировку дыхательных движений. Длительность сканирования вариабельна: протяженность времени форсированного вдоха может занимать 2-5 секунд, форсированного выдоха 3-6 секунд. С целью сокращения времени исследования и индивидуального подхода к конкретной клинической ситуации мы устанавливали время сканирования в зависимости от полученных при хронометраже показателей форсированного дыхания. В нашем исследовании проводился замер хронометража дыхательных движений пациента 3 раза для исключения возможной погрешности измерения.

Трахеостомическая трубка не дает спадаться стенкам трахеи, поддерживая просвет дыхательного пути равному диаметру просвета трубки. Поэтому перед исследованием ее необходимо удалить для полноценной оценки как рубцовых изменений, так и ТМ.

После сканирования трахеи во время форсированного дыхания по полученным изображениям трахеи во время вдоха и выдоха определяли площадь поперечного сечения трахеи при максимальном вдохе и в конце выдоха. Для выявления ТМ и определения площади просвета трахеи наиболее целесообразными

оказались срезы в аксиальной проекции. Далее производили математический подсчет изменения процента спадения стенок трахеи.

По формуле:

$$\Delta S = ((A-B)/A) \times 100\%$$

где, ΔS - изменение просвета трахеи при форсированном дыхании (%)

A - площадь поперечного сечения трахеи на вдохе (в мм²),

B - площадь поперечного сечения трахеи на выдохе (в мм²).

Если полученное значение составляло более 50%, диагностировали нарушение каркасной функции трахеи. В зависимости от формы трахеи во время выдоха (какая(-ие) из стенок трахеи пролабируют в просвет трахеи) проводили дифференциацию между экспираторным стенозом трахеи и ТМ. После установления факта ТМ проводили оценку выраженности (степень и распространенность) данного патологического процесса.

В нашем исследовании в зависимости от процентного изменения площади поперечного сечения трахеи на выдохе мы выделяли 3 степени тяжести ТМ: 51-75% легкая степень, 76 - 90% - средняя, 91 - 100% - тяжелая [96].

Размягчение хрящевой стенки трахеи при трахеомалации возможно не только на уровне рубцового стеноза. Патологический процесс может распространяться выше и/или ниже стенотического участка. Поэтому при обследовании пациентов мы выполняли МР-исследования на трех уровнях (РСТ, выше и ниже на расстоянии равном телу позвонка) и МСКТ- исследования на протяжении всей анатомической зоны (16 см). При выявлении ТМ в пределах РСТ (локальная форма ТМ) проводили радикальную операцию с резекцией стенотического участка вместе с размягчением трахеи. Если выявляли распространение ТМ за пределами стеноза трахеи (распространенная форма ТМ), то были более оправданы этапно-реконструктивные операции.

3.2. Динамическая мультиспиральная компьютерная томография

Одним из недостатков КТ до недавнего времени являлась ограниченная диагностика функциональных процессов различных органов, вследствие малой области охвата одновременного сканирования. Современные аппараты, имеющие не менее 320 рядов детекторов, позволяют быстро производить сканирование. Время исследования областей размером до 16 см определяется только скоростью вращения трубки, а не сочетанием скорости вращения и питча. Объемный сбор данных позволяет создать четырехмерные изображения органов и сосудов, тем самым дают возможность диагностировать минимальные функциональные нарушения обследуемой зоны. Данная программа сканирования в настоящее время успешно применяется для ограниченного количества анатомических зон (поджелудочная железа, височные кости и др.). В своей работе мы решили применить ее для оценки функционального состояния трахеи при рубцовых стенозах и определить место динамической методики в диагностическом алгоритме обследования пациентов с РСТ на разных этапах лечения.

Показаниями к динамическому исследованию следует отнести: диагноз РСТ; подозрение на нарушение каркасной функции трахеи, наличие противопоказаний к проведению эндоскопического метода диагностики и, как альтернатива эндоскопическому методу диагностики трахеи.

дМСКТ дает возможность визуализировать дыхательные движения органов грудной клетки в пределах одного респираторного цикла. Для определения подвижности стенки трахеи во время дыхания мы использовали протокол 4D Dynamic Lung который предназначен для оценки дыхательных путей; а именно, для определения глубины вдоха, амплитуды дыхания; ретроспективной синхронизации исследований с целью удаления артефактов от дыхания.

Мы изменили ряд стандартных технических параметров программы (установленных и рекомендуемых компанией изготовителем), тем самым адаптировав исследование к конкретной клинической ситуации и к конкретному пациенту. В зависимости от показателей хронометража дыхательных движений

каждого пациента индивидуально определялось время сканирования (фаза максимального вдоха и выдоха), что позволило существенно снизить дозу лучевой нагрузки. Время динамического сканирования в протоколе компании производителя сокращено на 45-50%: с 10 секунд до 5-7 секунд. За счет проведения подробного инструктажа пациентов, тренировки техники форсированного дыхания и её хронометража, а также благодаря изменениям технических параметров - доза лучевой нагрузки снизилась в два раза (с 5-6 мЗв до 3-4 мЗв). Технические параметры и методика сканирования описана в соответствующей главе.

Предлагаемая методика динамической МСКТ дает возможность получить важную информацию о наличии или отсутствии трахеомалации, что особенно актуально у пациентов с РСТ. Методика дает возможность оценить распространенность и степень патологической подвижности стенки трахеи. При интерпретации изображений исследования – дМСКТ, можно оценить наличие обызвествления в стенке трахеи, что является косвенным признаком хронического воспалительного процесса.

Превосходство методики заключается в ее неинвазивности, физиологичности, в отсутствии противопоказаний к исследованию и отсутствии субъективности в оценке полученных результатов. Процедура диагностики ТМ данной методикой не требует анестезии в сравнении с широко используемым эндоскопическим методом. Также по сравнению с эндоскопическим методом, когда может отсутствовать возможность продвижения эндоскопа ниже уровня стеноза, методика дМСКТ позволяет выявить ТМ в дистальных отделах трахеи. Отрицательным качеством данной методики является лучевая нагрузка, что является сдерживающим моментом для взрослых пациентов и обследовании детского возраста. Однако, следует заметить, что модифицированная нами методика имеет дозу лучевой нагрузки соответствующей дозе, полученной при стандартном статическом исследовании ОГК (Таблица 8).

Таблица 8. Доза лучевой нагрузки, при проведении различных лучевых методах исследования.

| Метод исследования | Эффективная доза лучевой нагрузки |
|---|--------------------------------------|
| Рентгенография* | 0,3-0,5мЗв |
| Рентгеноскопия | 3,3 мЗв |
| Контурная трахеография* | 0,3-0,5мЗв |
| Линейная томография | 2,5 мЗв |
| МСКТ ОГК на вдохе | 3 - 5 мЗв |
| Динамическое МСКТ трахеи ** | 5 - 6 мЗв |
| Модифицированное динамическое МСКТ исследование трахеи | 3 - 4 мЗв |

*- Аналоговое исследование,

** - Программа, рекомендованная фирмой – изготовителем.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ РАДИАЦИОННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ от 16 февраля 2007 г. N 0100/1659-07-26.

3.3. Динамическая магнитно-резонансная томография

Из всех лучевых методов диагностики заболеваний трахеи, МР-исследование позволяет лучше всего визуализировать интрамуральный компонент стенки трахеи. При помощи методики дМРТ в процессе исследования можно диагностировать патологическую подвижность стенки трахеи. К показаниям для проведения дМРТ можно отнести: установленный диагноз РСТ, подозрение на нарушение каркасной функции трахеи, противопоказания к проведению

эндоскопического метода диагностики; дополнение к другим методам диагностики РСТ для оценки интрамурального компонента стенки трахеи и как альтернатива эндоскопического метода диагностики рубцового стеноза трахеи.

С целью исключения дыхательных артефактов и оптимизации исследования мы рекомендуем всем пациентам проводить инструктаж дыхания, тренировку техники форсированного вдоха/выдоха с хронометражем дыхательных движений. Методика сканирования и технические параметры программы описаны в соответствующей главе.

После получения МР-изображений оценивали площадь поперечного сечения трахеи на вдохе и на выдохе, далее определяли процент спадения стенки трахеи на выдохе по указанной выше формуле. При необходимости (пациент поздно отреагировал или не расслышал команду, а также при двигательных артефактах в «зоне интереса») процедура повторялась.

Помимо выявления факта ТМ, дМРТ позволяет определить степень и распространенность процесса. Методика дМРТ в сочетании со статичным исследованием МРТ в разных проекциях позволяет получить максимальную информацию о патологических изменениях интрамурального компонента стенки трахеи, включая сведения о функциональном состоянии стенки трахеи. дМРТ может быть использована как более щадящий, неинвазивный, физиологический метод диагностики ТМ при РСТ, чем бронхоскопия и более безопасный, чем дМСКТ. Методика позволяет проводить исследование как в дооперационном так и в послеоперационном периоде, для оценки эффективности проведенного лечения. Недостатками методики дМРТ являются: длительное время исследования (20 минут) и наличие стандартных противопоказаний для проведения МРТ исследования (абсолютные: наличие кардиостимулятора, металлические имплантаты в теле, электронные имплантаты среднего уха, кровоостанавливающие клипсы на сосудах головного мозга, большая масса тела человека; и относительные: нервные стимуляторы, клаустрофобия, беременность, неадекватное состояние пациента (психомоторное возбуждение либо паническая атака, декомпенсированная

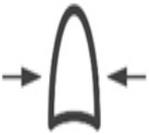
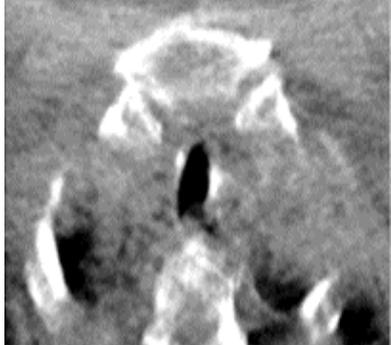
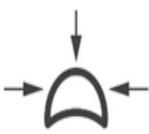
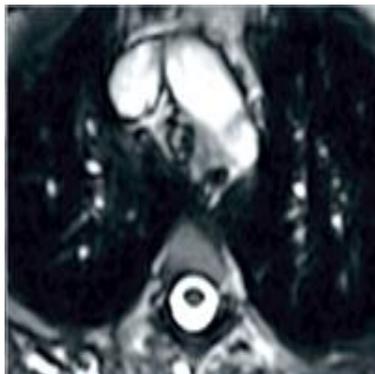
сердечная недостаточность, невозможность пациента сохранять неподвижное положение (как следствие сильных болей и т.д.), тяжелое состояние пациента).

3.4. Дифференциальная диагностика ТМ и экспираторного стеноза

Уменьшение просвета трахеи на выдохе либо кашле более 50%, оценивали, как нарушение каркасной функции трахеи. Чрезмерное сужение дыхательных путей на выдохе либо кашле может быть вызвано двумя причинами: ТМ и экспираторным стенозом.

Коллапс трахеи, вызванный патологическим размягчением хрящевой ткани, расценивают как процесс трахеомалиции. Важно знать все возможные варианты изменения формы просвета трахеи во время выдоха и кашля при ТМ, для дифференциальной диагностики с экспираторным стенозом. Нами были разработаны оригинальные схемы изменения просвета трахеи в конце форсированного дыхания при ТМ и экспираторном стенозе. При поражении процессом ТМ передней стенки трахеи, просвет трахеи на выдохе приобретает «полулунную» форму или форму «полумесяца»; при хондромалиции боковых стенок – просвет трахеи на выдохе становится «саблевидной» или «щелевидной» формы; при распространении процесса на переднюю и боковые стенки – просвет трахеи на выдохе приобретает концентрическую форму (комбинированный или смешанный тип) (Таблица 9).

Таблица 9. Формы просвета трахеи при различной локализации трахеомалиции.

| Схема | дМСКТ | дМРТ | Заключение |
|---|---|--|---|
|  |  |  | <p>Норма</p> |
|  |  |  | <p>Трахеома- ляция: просвет трахеи в виде «полуме- сяца»</p> |
|  |  |  | <p>Трахеома- ляция: просвет трахеи в виде «саблевидн- ой» формы</p> |
|  |  |  | <p>Трахеома- ляция Комбини- рованная форма</p> |

Экспираторный стеноз - функциональное сужение трахеи за счет чрезмерного пролабирования мембранозной части в ее просвет при выдохе и кашле (Таблица 10).

Таблица 10. Схематичное изображение и вид формы трахеи при экспираторном стенозе трахеи во время форсированного выдоха.

| Схема | дМСКТ | дМРТ | Заключение |
|---|--|---|----------------------|
|  |  |  | Экспираторный стеноз |

При данной патологии мембранозная часть теряет свой тонус и пролабирует в просвет дыхательного пути на выдохе либо кашле, вплоть до полного перекрытия просвета трахеи при тяжелой степени экспираторного стеноза. В литературе встречаются синонимы данного заболевания: «трахеобронхиальная дискинезия», «дистония трахеи и бронхов», «экспираторная инвагинация перепончатой части трахеи», «коллапс трахеи и бронхов», «пролапс трахеи», «экспираторный стеноз трахеи», «динамический коллапс дыхательных путей», «ретракция трахеи и бронхов». В зависимости от выраженности экспираторного сужения трахеи во время форсированного дыхания и кашля выделяют две степени: 1-я - сужение просвета на 2/3 и более без смыкания трахеобронхиальных стенок; 2-я - полный экспираторный коллапс трахеи и бронхов.

3.5. Результаты собственных исследований

Динамические методики МСКТ и МРТ провели пациентам 2-й и 3-й группы (100%), включающей в себя 46 пациентов с диагнозом РСТ и 13 пациентам без поражения трахеи (контроль). Из них: 41 дМСКТ исследований и 21 дМРТ исследований.

Всем пациентам разъясняли цели исследования, показания и противопоказания к исследованию, а также отрицательные моменты метода дМСКТ (лучевая нагрузка). Согласие пациентов на исследование было получено.

При проведении динамических исследований у 18 пациентов второй группы (39% случаев), диагностировали чрезмерное сужение дыхательных путей на выдохе: в 17 случаях из них (94,5%) обнаружили ТМ, у одного пациента (5,5%) был выявлен экспираторный стеноз. У остальных 28 исследуемых пациентов (61%) спадение стенки трахеи составило менее 45%. У всех пациентов 3-й группы при проведении динамических методик процент спадения трахеи во время форсированного выдоха составил менее 45%.

Средняя величина спадения просвета трахеи у пациентов с выявленной ТМ составила 62%. Диапазон колебаний варьировал в интервале 54% - 89%. Легкая степень ТМ была диагностирована у 14 пациентов, умеренная степень - у 3, тяжелая степень ТМ не была выявлена.

Просвет трахеи в виде «полумесяца» был зарегистрирован у 5 пациентов; «саблевидная» форма - у 4; комбинированная - у 8. У 10 пациентов ТМ была диагностирована только на уровне РСТ. У 4 исследуемых – она распространялась выше и ниже стеноза, у 2 – краниальнее стеноза, у 1 – каудальнее РСТ.

Экспираторный стеноз трахеи был выявлен у 1 пациента. Процент спадения просвета трахеи на форсированном выдохе по данным дМСКТ составил 65%. Патологическая подвижность мембранозной части трахеи определялась на ограниченном участке грудного отдела трахеи.

При обследовании пациентов с помощью МРТ исходя из измерений толщины стенки трахеи мы сделали вывод, что уменьшение толщины стенки трахеи может

быть косвенным свидетельством наличия ТМ. Анализ МР- сигнала от интрамурального компонента стенки трахеи на участке РСТ и ТМ был сопоставлен с данными оперативного вмешательства. Неоднородность и снижение МР-сигнала на T2-ВИ у исследуемых нами пациентов свидетельствовало о наличии рубцового процесса в стенке трахеи. МР- сигнал от ткани стенки трахеи на неизмененных участках был однородным во всех случаях.

Динамическая методика МСКТ по диагностической ценности выявления ТМ у пациентов с рубцовым стенозом трахеи сопоставима с результатами дМРТ. В силу своей высокой чувствительности и специфичности динамические методики МСКТ и МРТ в разработанном нами алгоритме обследования пациентов с РСТ являются весьма ценными, так как показатели информативности методов приближаются к идеальным, и на наш взгляд должны быть широко внедрены в клиническую практику торакальных хирургов.

Новые лучевые методы визуализации могут дать полноценную информацию о патологическом изменении интрамурального отдела стенки трахеи, тем самым своевременно и достоверно визуализировать изменения, происходящих в стенке трахеи при РС. Новые методики, включенные в алгоритм обследования пациентов с РСТ позволят более достоверно выявлять ТМ, оценивать ее протяженность, степень выраженности; появится возможность по косвенным признакам выявлять группу риска пациентов с ТМ.

Таким образом, представленные динамические методики позволяют неинвазивным и физиологическим способом диагностировать ТМ у пациентов с РСТ, с отсутствием каких-либо осложнений во время процедуры исследования. Результаты, полученные нами в ходе динамических исследований (дМСКТ и дМРТ) помогли определить тип хирургического вмешательства, скорректировать или изменить объём и/или доступ оперативного вмешательства, тем самым улучшить статистические показатели выздоровления. С учетом выявленной ТМ у исследуемых нами пациентов с РСТ в 36,9% случаев была изменена тактика хирургического вмешательства.

Глава 4. Обсуждение результатов исследования

Трахеомалация - является важной хирургической патологией, практическая значимость которой возрастает пропорционально нарастанию частоты пациентов с РСТ, так как данная патология чаще всего встречается при рубцовых поражениях хрящевой ткани стенки трахеи. В последние годы отмечается увеличение количества пациентов с РСТ, что связано с увеличением потребности проведения ИВЛ в повседневной клинической практике; с возможностью проведения сложных и длительных реконструктивных хирургических вмешательств у пациентов, являвшихся ранее безнадежными. В результате увеличился процент частоты возникновения РСТ, что подтверждает актуальность изучения проблемы выявления ТМ при РСТ. Пациенты с стенозом трахеи - это зачастую тяжелые больные и в любой момент у них может развиться резкое ухудшение состояния, в связи с недостаточным поступлением воздуха в легкие, и как следствие привести к летальному исходу от страшного мучительного удушья.

4.1. Принципы диагностики трахеомалации при рубцовом стенозе трахеи

Полноценное обследование пациентов с РСТ, включая выявления ТМ, в нашей работе включало в себя оценку клинической картины; использование данных функциональных, эндоскопических и лучевых методов диагностики.

Главным клиническим признаком у пациентов с РСТ и ТМ являлось затруднение дыхания. Жалобы пациентов с выявленной ТМ и без нее в исследуемой популяции существенно не различались. Из этого следует, что клиническая картина РСТ с ТМ не специфична, однако наличие ТМ значительно усугубляет выраженность одышки, затруднения дыхания, эвакуацию мокроты из

ТБД. Наличие экспираторной одышки, проведение длительной или осложненной ИВЛ в анамнезе, травмы трахеи - должно насторожить лечащего врача в отношении потенциальной возможности развития у пациента РСТ с ТМ.

Основным принципом диагностики ТМ при РСТ остается визуализация коллапса трахеи на выдохе или кашле. На протяжении многих лет данный процесс выявляли только с помощью рентгеноскопии или с помощью эндоскопического метода. С техническим прогрессом лучевых методов диагностики КТ и МРТ стало возможным получения изображения органа во время функциональной пробы для визуализации минимальных функциональных изменений.

При комплексном использовании максимально информативных методов диагностики по предлагаемому алгоритму обследования пациентов возможно получение достаточно точной оценки характера рубцового поражения: его локализацию, протяженность, степень, сопутствующую трахеомалиацию. В конечном итоге точная и полная диагностика изменений стенки трахеи позволяет окончательно выбрать правильный метод лечения, хирургический доступ и объем оперативного вмешательства.

4.2. Алгоритм обследования пациентов с РСТ

Накопленный опыт обследования 94 пациентов, из которых у 17 больных на фоне РСТ была диагностирована ТМ, позволил разработать алгоритм обследования данной группы пациентов с применением новых динамических методик (Рис. 18).

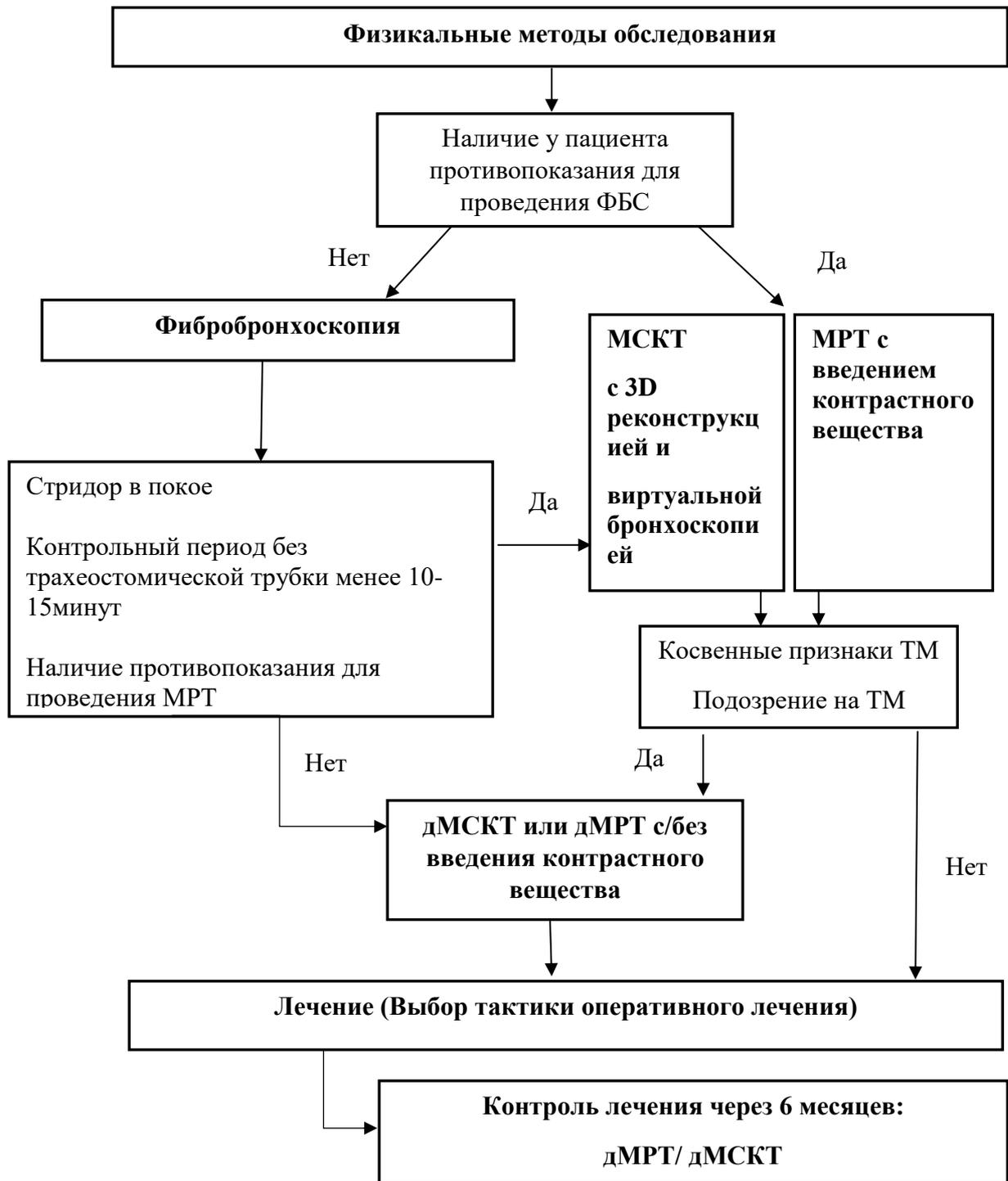


Рис. 18. Алгоритм обследования пациентов с РСТ.

Данный алгоритм обследования пациентов мы предлагаем внедрить в широкую клиническую практику торакальных хирургов.

Первым этапом обследования пациентов с наличием или подозрением на РСТ является оценка клинического состояния. Основными жалобами пациентов

были: одышка при физической нагрузке, нарушение отхождения мокроты. Нарушения воздухопроекции трахеи развивается постепенно, выраженность симптомов нарастает медленно в течение недель или нескольких месяцев. У большинства больных симптомы РСТ появились в течение первых 3-х месяцев после экстубации. Характер затруднения дыхания зависит от степени развития заболевания и варьирует от одышки при физической нагрузке до шумного дыхания в покое. Однако, клиническая картина не позволяет сделать окончательный вывод о наличии или отсутствии ТМ, поэтому необходимы инструментальные методы диагностики.

Метод ФВД малоинформативен и дает минимальную (обобщенную) информацию о патологическом изменении бронхолегочной системы и косвенно свидетельствует об изменениях стенки трахеи. Из-за нарушения бронхиального сопротивления при РСТ не всегда возможно провести корреляцию функциональных изменений со степенью стеноза. Исходя из полученных данных исследования, мы пришли к выводу, что ФВД - может быть применен как дополнительный метод для уточнения функционального состояния внешнего дыхания, ЖЕЛ, либо для оценки качества восстановления просвета дыхательных путей после проведенного лечения.

Эндоскопический метод диагностики, в предлагаемом алгоритме, стоит на первом месте в ряду инструментальной диагностики РСТ и ТМ. Основным достоинством метода является маневренность; проведение исследования возможно не только с целью диагностики РСТ, но и для выполнения экстренного лечебного вмешательства с целью восстановления просвета дыхательного пути как на догоспитальном периоде, так и в условиях стационара (бужирование, удаление грануляций, санации трахеобронхиального дерева, постановка эндопротеза). Плюсами метода являются возможность визуальной оценки внутреннего контура трахеи и взятия морфологического материала.

После эндоскопического метода диагностики, либо как его альтернатива, предлагаем проводить МРТ мягких тканей шеи, гортани и трахеи с введением контрастного вещества или МСКТ органов грудной клетки.

Для оценки мягкотканых структур средостения, а именно для оценки интрамурального компонента стенки трахеи, по нашему мнению, метод МРТ с введением контрастного вещества максимально информативен. Использование контрастного вещества помогает дифференцировать патологические изменения стенки трахеи.

МРТ исследование должно включать в себя полипроекционное сканирование с использованием T1-ВИ, T2-ВИ, а также последовательностей с «подавлением» сигнала от жировой ткани.

Статические методики диагностики не позволяют визуализировать ТМ при РСТ, поэтому появление современных программ сканирования МСКТ и МРТ позволило более детально выявить патологические изменения стенки трахеи при РСТ и ТМ. Неинвазивная, физиологичная, объективная оценка процесса коллапса просвета трахеи на выдохе является преимуществом данных методик в сравнении с существующими методами диагностики. Исходя из вышеописанного, мы рекомендуем проводить динамические исследования трахеи при помощи МСКТ или МРТ всем пациентам с РСТ, с целью полноценной диагностики изменений РСТ, включая выявление ТМ.

При наличии у пациента противопоказаний к МР-исследованию, а также при невозможности удалить трахеостомическую трубку на время исследования (20-30 минут) следует проводить МСКТ исследование с функциональными методиками.

Постпроцессинговая обработка МСКТ исследования включала в себя 3D реконструкцию и построение виртуальной бронхоскопии. Проведение ВБ в алгоритме обследования пациентов с РСТ может быть оправдано тем, что метод позволяет визуализировать отделы трахеи дистальнее сужения. Метод можно использовать как неинвазивный способ скрининга РСТ. Интерпретация данных МСКТ исследования с целью выявления РСТ и ТМ введения контрастного вещества не требуется, так как не предоставляется дополнительной информации.

В хирургических клиниках России на данный момент используется алгоритм обследования пациентов с РСТ, без учета выявления ТМ. Данный

алгоритм не включает в себя методы, позволяющие выявить и оценить степень ТМ при РСТ. Также метод МРТ очень редко применяется в существующем протоколе обследования пациентов с РСТ. Исходя из результатов сопоставления данных нашего исследования с результатами оперативного вмешательства, мы рекомендуем проводить динамические методики всем пациентам со стенозом трахеи, у которых планируется оперативное лечение, а также пациентам при клиническом подозрении на трахеомалацию, с учетом данным рентгеноскопии и эндоскопического исследования).

Предлагаемый нами алгоритм на примере 2-й группы обследуемых пациентов представляет возможность увеличить количество получаемой информации о функциональном состоянии стенки трахеи при помощи дМСКТ и дМРТ по сравнению с эндоскопическим методом исследования, а значит и оптимизировать варианты и результаты хирургического вмешательства. С помощью данного алгоритма можно сократить количество инвазивных, не физиологичных процедур. Все эти показатели являются важными критериями повышения качества жизни у данной группы пациентов.

4.3. Диагностические возможности различных методов исследования ТМ при РСТ

Обследование пациентов с рубцовым стенозом трахеи должно быть полноценным и включать максимальную информацию о патологической трансформации трахеальной стенки: локализации, степени и протяженности РСТ, изменении ее функционального состояния и оценку возможных сопутствующих заболеваний. Внедрение в алгоритм диагностики пациентов с РСТ дополнительных методов обследования, таких как МРТ и динамических методик МСКТ и МРТ может способствовать, снижению временного интервала от момента поступления пациента до начала лечения; способствовать улучшению результатов оперативного

вмешательства, уменьшению частоты послеоперационных осложнений и возможных рецидивов. Для осуществления данных целей мы провели оценку диагностических возможностей различных методов диагностики, результаты приведены в таблице 11.

Таблица 11. Характеристика методов диагностики трахеомалиции.

| | Эндоскопический метод | ФВД | Рентгено-скопия | МСКТ | МРТ |
|--|-----------------------|-----|-----------------|--------|-----------------|
| | | | | дМСКТ | дМРТ |
| Инвазивность | + | - | - | - | - |
| Лучевая нагрузка | - | - | + | ++ | - |
| Определение степени трахеомалиции | ± | - | ± | - + | ± + |
| Оценка толщины стенки трахеи | - | - | - | ±(*) | + |
| Оценка структуры стенки трахеи | - | - | ±(**) | ±(**) | + |
| Возможность дифференциальной диагностики экспираторного стеноза от трахеомалиции | + | - | - | - + | ± (***) + |

*- при выраженных фиброзных изменениях в паратрахеальной зоне оценка толщины стенки трахеи затруднительна,

** - визуализация кальцинатов,

***- косвенные признаки трахеомалиции.

4.4. Возможности метода функции внешнего дыхания в оценке РСТ и ТМ

Данные, полученные в результате исследования ФВД, позволяют выявить уменьшение жизненной емкости легких и скоростных показателей форсированного дыхания. С помощью данного метода диагностики возможно ориентировочно определить уровень стенозирования трахеи. Информация о наличии нарушения проходимости дыхательных путей, диагностированная у пациентов с РСТ, не может свидетельствовать об имеющейся ТМ или ее отсутствии. Схожие спирометрические данные могут быть и при других бронхо-легочных заболеваниях, сопровождающихся снижением ЖЕЛ: хронической обструктивной болезни легких, бронхиальной астме и т.д.

4.5. Эндоскопический метод диагностики РСТ и ТМ

При данном методе исследовании возможно получение информации: локализации, степени и протяженности РСТ. Визуальная оценка внутренней поверхности трахеи позволяет получить информацию о стадии рубцовых изменений, сопутствующем воспалительном процессе, выявлять наличие язв на уровне стояния трахеостомической трубки и т.д. Метод позволяет выявить ТМ при РСТ и дифференцировать ее от экспираторного стеноза. Однако, вследствие не физиологичности метода существует большая вероятность недооценки степени и протяженности патологического процесса ТМ. Метод является субъективным. Метод инвазивен, поэтому существует ряд серьезных противопоказаний для проведения исследования, а также не всегда возможна оценка изменений стенки трахеи дистальнее стеноза. К отрицательным моментам также можно отнести

невозможность оценки изменений, происходящих в интрамуральном компоненте стенки трахеи без ее биопсии.

4.6. Рентгенологические методы исследования РСТ и ТМ

Рентгенография и рентгеноскопия являются наиболее доступными методами диагностики РСТ. Данные методы можно провести, практически, в любом ЛПУ. Особой подготовки к исследованию не требуется. У методов практически нет противопоказаний, а эффективная дозовая нагрузка составляет не более 1,0 – 3,3 мЗв. Методы позволяют визуализировать уровень сужения воздушного столба дыхательного пути. При рентгеноскопии во время форсированного дыхания можно заподозрить ТМ, которая определяется как смыкание стенок трахеи в конце выдоха. В то же время из-за наложения теней органов грудной клетки методы являются не точными и могут дать только ориентировочные данные о патологических процессах в стенке трахеи.

Контурная трахеография является более точным методом диагностики РСТ по сравнению с рентгенографией, благодаря четкой визуализации контура трахеи. Однако, необходимо учитывать инвазивность метода и имеющиеся ряд противопоказаний: индивидуальная непереносимость контрастного препарата, критическое сужение просвета трахеи, стридор в покое. Возможна неправильная интерпретация данных о характере РСТ при наличии у пациента трахеостомического отверстия.

Следующим рентгенологическим методом диагностики РСТ с более высокими цифрами чувствительности и специфичности является метод компьютерная томография. Короткое время исследования и простота проведения процедуры позволяют проводить КТ- диагностику, практически, всем пациентам, даже находящимся в тяжелом состоянии.

Метод позволяет построить трехмерное изображение ТБД и осуществить ВБ. Оценка интрамурального компонента стенки трахеи затруднительна вследствие невозможности достоверного измерения денситометрических показателей стенки трахеи. Выраженные фиброзные изменения в паратрахеальной зоне затрудняют оценку толщины стенки трахеи. Статичный метод МСКТ не позволяет диагностировать ТМ.

Динамическая методика КТ является важным и информативным дополнением статичного метода компьютерной томографии, позволяющая неинвазивно, физиологично и объективно диагностировать ТМ при РСТ, выявлять ее степень и распространенность, что является одним из критериев, влияющих на выбор дальнейшей тактики лечения.

Исследования МСКТ и дМСКТ являются не инвазивными, физиологичными; у данных методов диагностики практически отсутствуют противопоказания; эффективная доза лучевой нагрузки не превышает 3-5 мЗв. В совокупности со стандартными преимуществами, а именно высокой разрешающей способностью, отсутствием специальной подготовки; возможностью проведения исследования в амбулаторных условиях; метод можно поставить в ряд неотлагательных и обязательных к проведению у группы пациентов с РСТ.

Все рентгенологические методы диагностики позволяют выявить обызвествление стенки трахеи, что важно в планировании оперативного вмешательства. Выявление кальцинирования стенки трахеи у лиц молодого возраста является косвенным признаком хронического воспалительного процесса.

4.7. Магнитно-резонансная томография в диагностике РСТ и ТМ

Наиболее детальную информацию о патологических процессах трахеи при РСТ можно получить при помощи МРТ с введением контрастного вещества и проведением динамической методики. Данный метод диагностики позволяет

собрать всю необходимую информацию для определения тактики лечения пациента, а именно оценить патологические изменения интрамурального компонента стенки трахеи на уровне РСТ и вне зоны стеноза: определить локализацию, степень и протяженность РСТ, визуализировать воспалительные изменения, участки фиброзной и рубцовой ткани, разрушение и фрагментацию хрящевых полуколец трахеи, локальное истончение или надрыв слизистого слоя стенки трахеи. Для выявления ТМ метод МРТ до настоящего времени не применялся. Необходимо проведение двухфазного исследования (статические изображения просвета трахеи во время форсированного вдоха и форсированного выдоха), либо динамического исследования (изображения, полученные при непрерывном сканировании трахеи во время форсированного дыхания либо кашля).

При статичном методе диагностики можно определить толщину стенки трахеи, тем самым выявить косвенные признаки ТМ, что будет поводом для обязательного проведения дальнейшего динамического исследования с помощью МРТ либо МСКТ. Полученные результаты в ходе проведения дМСКТ и дМРТ у пациентов с РСТ сопоставимыми. Достоинством данного метода является отсутствие лучевой нагрузки, что позволяет многократно (по необходимости) повторять исследование как в амбулаторных условиях, так и в условиях стационара; на до госпитальном и в послеоперационном периоде для контроля качества проводимого лечения. Отрицательным моментом данного метода является длительность исследования (20-30 минут), что является противопоказанием для пациентов со стридором и для пациентов, которые не могут обходиться без трахеостомической трубки более 20 минут. МРТ имеет ряд стандартных противопоказаний для проведения исследования. Абсолютными противопоказаниями являются наличие кардиостимулятора; металлические имплантаты в теле; электронные имплантаты среднего уха; кровоостанавливающие клипсы на сосудах головного мозга; большая масса тела человека. Относительными противопоказаниями являются нервные стимуляторы, клаустрофобия, беременность, неадекватное состояние пациента (психомоторное возбуждение либо паническая атака, декомпенсированная

сердечная недостаточность, невозможность пациента сохранять неподвижное положение (как следствие сильных болей и т.д.), тяжелое состояние пациента.

Наглядным примером важности соблюдения всех этапов нового алгоритма обследования пациентов с РСТ и демонстрацией диагностических возможностей методов может служить следующее клиническое наблюдение:

Пациентка З., 36л. (и.б.№ 52096/2014). Поступила в отделение УКБ №1 Первого МГМУ им. И.М. Сеченова 20 октября 2014г с жалобами на наличие эндотрахеальной Т-образной трубки, кашель с отхождением слизистой мокроты. Из анамнеза известно, что в возрасте 7 месяцев перенесла ларинготрахеит, по поводу чего была выполнена трахеостомия. В возрасте 4х лет была деканулирована. В 5 лет было произведено устранение дефекта передней стенки трахеи местными тканями. Спустя 28 лет, на фоне ОРВИ возникло резкое нарушение дыхания. Лечение потребовало проведения трахеостомии с введением эндотрахеальной Т-образной трубки. В марте 2014г находилась на лечении в УКБ №1 Первого МГМУ им. И.М. Сеченова с диагнозом рубцовый стеноз трахеи. При проведении контрольного периода без эндотрахеальной Т-образной трубки был диагностирован рестеноз трахеи; была выполнена операция реларинготрахеопластика с имплантацией реберных аутохрящей в боковые стенки трахеи. В октябре 2014г. пациентка была повторно госпитализирована в плановом порядке для определения тактики дальнейшего лечения с диагнозом: стеноз под собственным голосовым аппаратом после медицинских процедур (J 95. 5 код по МКБ-10).

При поступлении общее состояние было стабильным. Кожные покровы и видимые слизистые обычной окраски. Дыхание в покое свободное. Число дыхательных движений составляло 16 в минуту. Перкуторно над легкими ясный легочный звук. Аускультативно выслушивались проводные хрипы из трахеи. На передней поверхности шеи имеется трахеостома, размерами 2,5х2 см, без признаков воспаления.

При эндоскопическом исследовании (ФБС) обнаружено, что верхний край трахеофиссуры находится примерно 1,5 см от складок, ее протяженность 2,5- 3 см.

Тотчас ниже дистального края трахеостомы просвет трахеи на протяжении примерно 0,5 см сужен до 7x8 мм, за счет циркулярной деформации стенок (Рис. 19). На этом участке хрящевые полукольца визуализируются с трудом, из-за отека слизистой. Расстояние от нижнего края рубцового стеноза до карины 5,5-6 см. На протяжении 2,5 см ниже дистального края трахеостомы на передней стенке трахеи имеется белесоватый продольный рубец, шириной 2-3 мм. Отмечается незначительный отек слизистой гортани и трахеи.



Рис. 19. Фибротрехеобронхоскопия. Диагноз: рубцовый стеноз трахеи на границе шейного и верхне-грудного отделов трахеи 1ст.

При проведении МСКТ исследования было выявлено, что дистальнее на 21 мм от голосовых складок визуализируется трахеофиссура, протяженностью 29 мм. Тотчас ниже трахеофиссуры и на 58 мм проксимальнее карины визуализируется незначительное сужение просвета трахеи размером: 11 мм (билатеральный размер) 14 мм (передне-задний размер); протяженностью около 5 мм (Рис. 20, 21, 22). Диаметр просвета трахеи на неизменном участке 15,5 мм (билатеральный размер) 17 мм (передне-задний размер). Стенка трахеи с участками обызвествления.



А)

Б)

В)

Рис. 20. МСКТ органов грудной клетки. Мультипланарная реконструкция (MPR): А) Аксиальная проекция Б) Сагиттальная проекция В) Коронарная проекция. Диагноз: стеноз трахеи на границе шейного и верхне-грудного отделов трахеи 1ст.

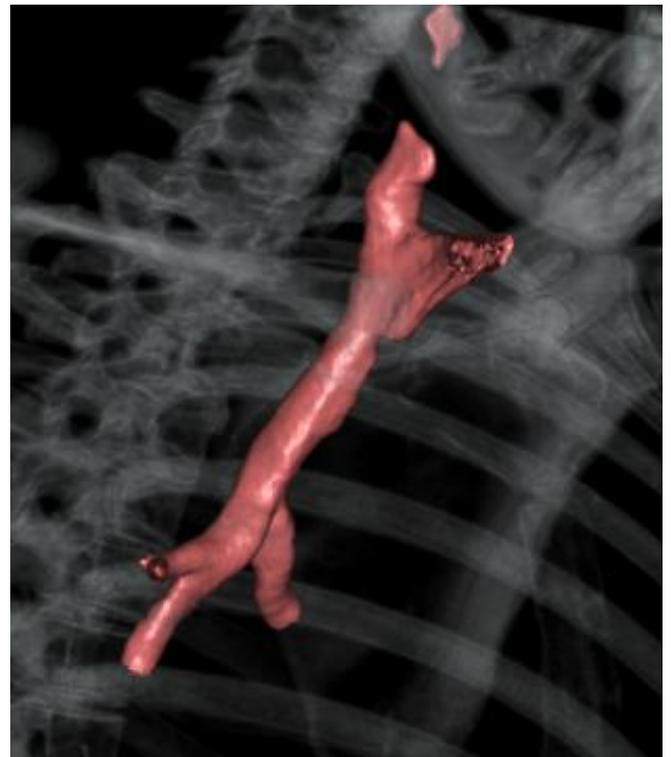


Рис. 21. МСКТ ОГК. 3D реконструкция трахеобронхиального дерева. Диагноз: стеноз трахеи на границе шейного и верхне-грудного отделов трахеи 1ст.

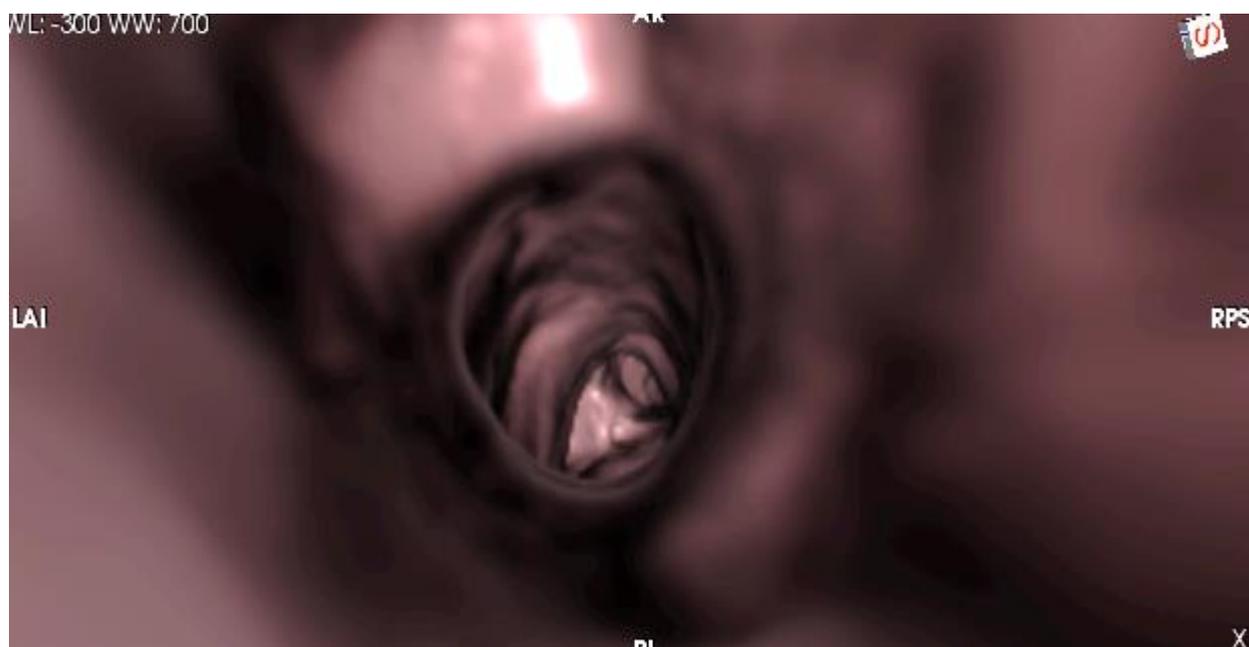


Рис. 22. МСКТ. Виртуальная бронхоскопия. Диагноз: стеноз трахеи на границе шейного и верхне-грудного отделов трахеи 1 ст.

При МРТ исследовании на расстоянии 45 мм дистальнее голосовых складок, тотчас ниже трахеофиссуры, визуализируется циркулярное сужение просвета трахеи 7x9 мм (передне-задний размер и билатеральный соответственно), протяженностью 6-7 мм (Рис. 23). Диаметр трахеи на неизменном участке составляет 11x9 мм (передне-задний размер и билатеральный соответственно). На уровне стеноза стенка трахеи неравномерно, циркулярно утолщена максимально до 6 мм, внутренний контур трахеи неровный за счет разрастаний грануляционной ткани.

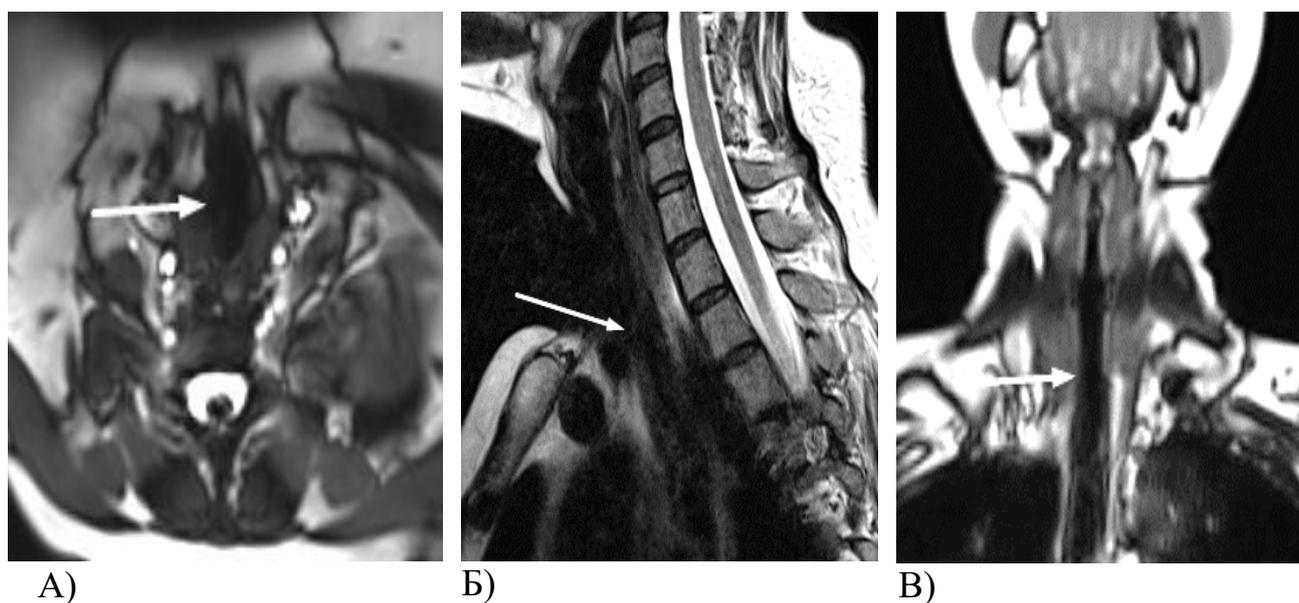
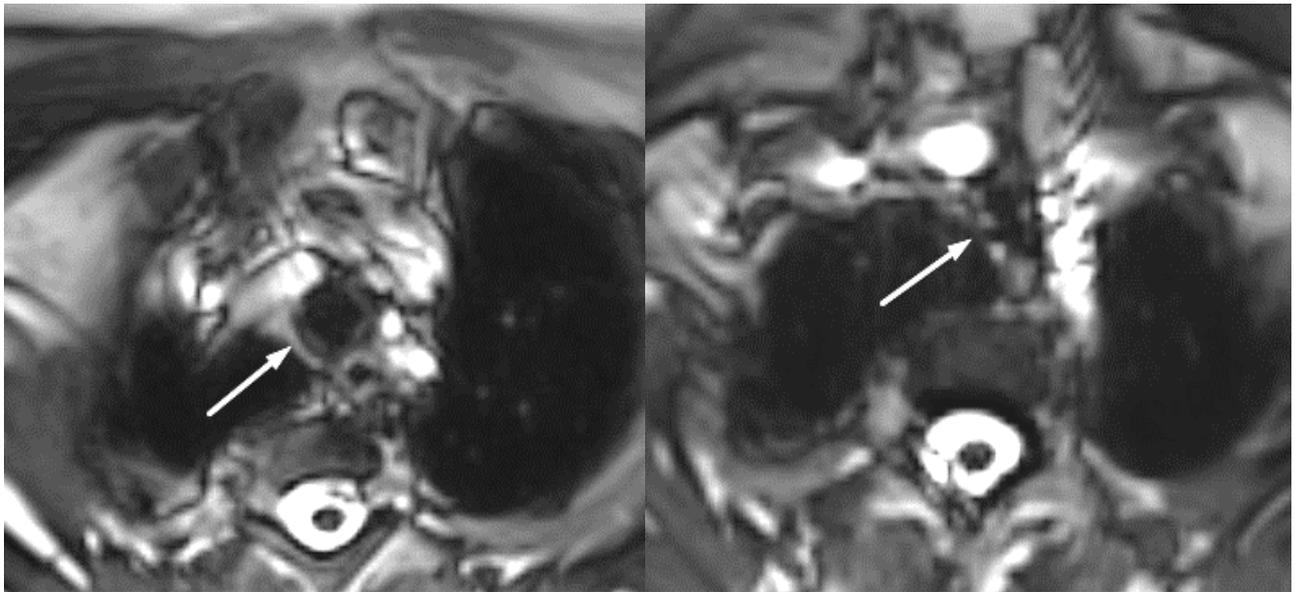


Рис. 23. МРТ мягких тканей шеи, гортани, трахеи. T2-ВИ. А) Аксиальная проекция Б) Сагиттальная проекция В) Коронарная проекция. Диагноз: стеноз трахеи на границе шейного и верхне-грудного отделов трахеи 1ст.

При функциональном исследовании (дМРТ) во время форсированного дыхания, на уровне суженного участка отмечалась патологическая подвижность всех стенок трахеи (преимущественно боковых) (Рис. 24, 25). Максимальное изменение просвета отмечалось на уровне сужения и ниже: во время форсированного вдоха площадь поперечного сечения просвета трахеи составила – 92 мм², во время форсированного выдоха – 38 мм². Патологическая подвижность всех стенок трахеи визуализируется до уровня средне-грудного отдела трахеи.



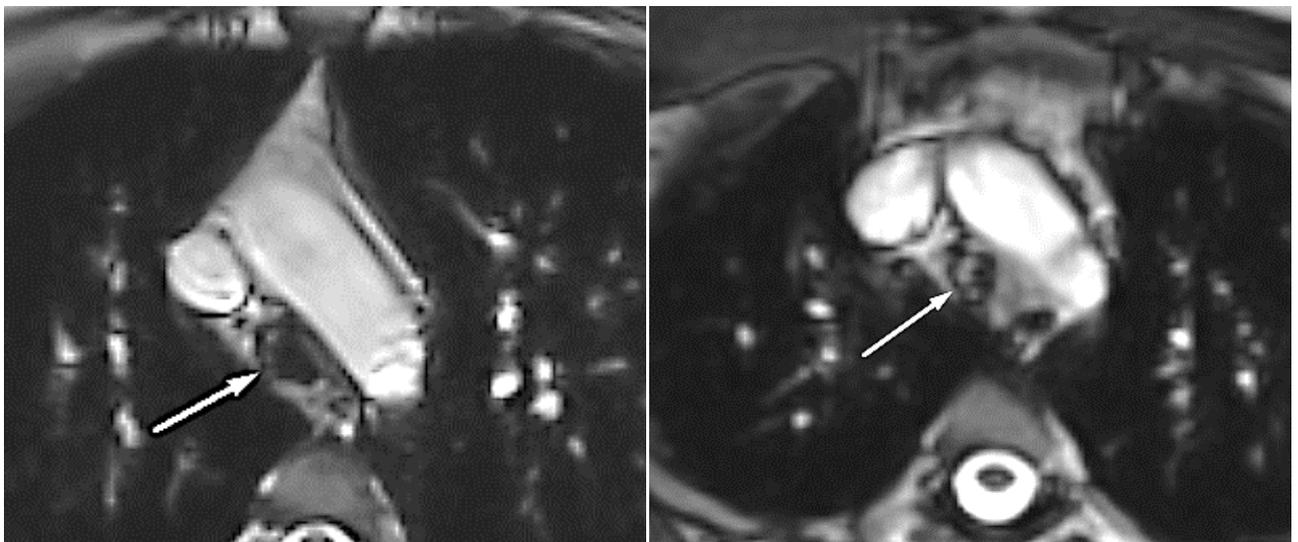
А)

Б)

Рис. 24. Динамическая МРТ. Т2-ВИ. Аксиальная проекция. Уровень стеноза трахеи. А) Просвет трахеи во время форсированного вдоха Б) Просвет трахеи во время форсированного выдоха.

Исследование с функциональной пробой во время форсированного дыхания. Просвет трахеи на выдохе имеет «саблевидную» форму.

Диагноз: стеноз трахеи на границе шейного и верхне-грудного отделов трахеи 1ст. Легкая степень трахеомалации (индекс ТМ= 59%).



А)

Б)

Рис. 25. Динамическая МРТ. Т2-ВИ. Аксиальная проекция, на уровне дуги аорты. А) Просвет трахеи во время форсированного вдоха Б) Просвет трахеи во время форсированного выдоха.

Исследование с функциональной пробой во время форсированного дыхания. Просвет трахеи на выдохе имеет «саблевидную» форму.

Диагноз: стеноз трахеи на границе шейного и верхне-грудного отделов трахеи 1ст. Легкая степень трахеомалации (индекс ТМ=66%).

На основании проведенного обследования выставлен следующий диагноз: посттрахеостомический рубцовый стеноз трахеи на границе шейного и верхне-грудного отделов трахеи 1-2ст. Трахеостома. Распространенная трахеомалация, легкой степени. Состояние после трахеопластических операций в 2011-2014 гг. Состояние после длительной ИВЛ в 1979г.

Пациентке проводился контрольный период самостоятельного дыхания без трахеостомической трубки. На третьи сутки пациентка отметила чувство затруднения дыхания, с целью поддержания просвета дыхательных путей была выполнена установка Г-образной трубки.

Угроза развития асфиксии, низкое качество жизни, необходимость ликвидации образовавшегося дефекта трахеи, данные лучевых и эндоскопических методов исследования (рубцовый стеноз трахеи, наличие ТМ), бесперспективность консервативного лечения диктовали показания к оперативному лечению пациентки. Исходя из данных дМРТ, а именно наличие распространенной ТМ, было принято решение от отказа оперативного вмешательства - циркулярной резекции трахеи с межтрахеальным анастомозом, в пользу пластики дефекта трахеи местными тканями (трахеопластика с использованием микрохирургической техники) и эндопротезированием трахеи. Оперативное вмешательство было произведено 30.10.2014 г. Окаймляющим разрезом рассечена кожа и подкожно-жировая клетчатка на уровне трахеального дефекта. В просвет трахеи введен трубчатый стент, сделанный из интубационной трубки № 8,5; который был фиксирован к левой боковой стенке трахеи нитью (Рис. 26). Стент введен таким образом, что он перекрывает зону дефекта шейного отдела трахеи, зону стеноза и зону ТМ. Контроль расположения стента был произведен с помощью эндоскопического метода. Далее произведена пластика дефекта трахеи тремя

слоями: кожа, короткие мышцы шеи, кожа. Первый слой выполнен с использованием микрохирургической техники.

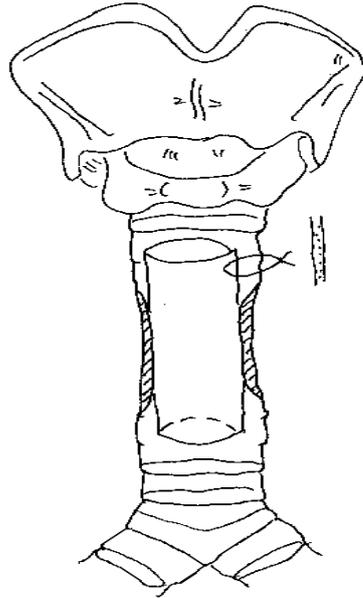


Рис. 26. Схема эндопротезирования трахеи эндопротезом фиксированным к стенке трахеи нитью.

Послеоперационный период протекал гладко, рана зажила первичным натяжением. При контрольной ФТБС: положение эндопротеза не изменилось. Признаков травмы слизистой трахеи краями эндопротеза нет.

В удовлетворительном состоянии пациентка выписана под наблюдение врача по месту жительства.

В приведенном примере наглядно продемонстрирована высокая значимость динамических методик лучевых методов исследования. Соблюдение этапов диагностики предлагаемого нами нового алгоритма обследования пациентов с РСТ привели к четкой формулировке диагноза, с указанием всех характеристик патологического процесса стеноза, а также выявление всех возможных сопутствующих осложнений, происходящих в стенке трахеи. Данная информация помогла выбрать оптимальный объем и тактику оперативного вмешательства, что привело к гладкому послеоперационному периоду, помогло избежать осложнений и сократило сроки реабилитации пациента, что в совокупности повысило качество жизни.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современной клинической практике РСТ наиболее часто развивается вследствие длительной интубации трахеи с целью искусственной вентиляции легких или как результат дефектов трахеи при формировании и послеоперационного ведения трахеостомы (постинтубационные и посттрахеостомические РСТ). Изредка наблюдаются идиопатические стенозы, когда невозможно установить какую-либо значимую причину его развития. В связи с увеличением в клинической практике количества пациентов, которым необходима компенсация дыхания при помощи аппарата ИВЛ (в плановых и экстренных операциях, при проведении стандартных обыденных и сложных оперативных вмешательствах) отмечается тенденция к увеличению частоты возникновения РСТ, что делает проблему диагностики ТМ при РСТ весьма актуальной.

К сожалению, ТМ при РСТ не всегда удается диагностировать при рутинных методах исследования. Как следствие, данной патологии не уделяют должного внимания, она либо не учитывается, либо пропускается. Однако, полная информация о наличии патологических изменений в стенке трахеи при РСТ, такой как выявление ТМ, позволяет наметить правильную тактику лечения, тем самым значительно повысить качество жизни пациента.

Традиционно в диагностический алгоритм обследования пациентов с РСТ входили следующие методы: эндоскопическое исследование, рентгенография и/или рентгеноскопия и в части случаев статичное исследование КТ.

В доступной нам литературе, недостаточно освещены вопросы о комплексе лучевой диагностики РСТ с целью выявления ТМ с помощью динамических методик МСКТ и МРТ, практически отсутствуют данные о применении метода МРТ в диагностике рубцовых изменений стенки трахеи. Разработанные ранее алгоритмы обследования пациентов с РСТ не включали в себя диагностики минимальных функциональных изменений стенки трахеи с помощью современных и точных методик исследования.

Целью нашего исследования явилась выработка и оптимизация методологии выявления ТМ при рубцовом стенозе трахеи высокотехнологичными методами лучевой диагностики (МСКТ, МРТ). Мы пытались определить роль, возможности и место новых динамических методик в алгоритме обследования пациентов со стенотическими заболеваниями дыхательных путей; выявить диагностическую ценность метода МРТ в диагностике РСТ; сравнить традиционные методы диагностики РСТ с новыми.

Мы ставили перед собой следующие задачи:

1. Модифицировать методику дМСКТ и создать дМРТ методику для оценки функционального состояния трахеи с целью выявления трахеомалации при РСТ.
2. Систематизировать КТ- признаки и определить МР- признаки трахеомалации при рубцовом стенозе трахеи.
3. Определить специфичность и чувствительность дМСКТ и дМРТ в выявлении ТМ при РСТ и оценке степени ее распространенности.
4. Определить диагностические возможности МРТ с в/в контрастированием в выявлении структурных изменений стенки трахеи при РСТ и ТМ.
5. Оценить влияние модифицированных дМСКТ и дМРТ методик на выбор оперативного вмешательства и его результат.
6. Разработать алгоритм диагностики ТМ при РСТ в периоперационном периоде.

В данной работе для решения поставленных задач был проведен анализ исследования, основанный на полученных данных в результате обследования и лечения пациентов, находившихся в отделении хирургии легких и средостения УКБ№1 Первого МГМУ им. И.М. Сеченова.

Исследование включало в себя изучение анамнеза, клинического состояния; проведения эндоскопического метода, ФВД, рентгенологических методов исследования, МСКТ и МРТ (включая динамические методики). Последовательность диагностических мероприятий определялась выраженностью

клинического состояния (дыхательных расстройств). В зависимости от возможности самостоятельного дыхания длительностью не менее 30 минут пациентам были проведены различные алгоритмы обследования. На основе данных полученных в ходе диагностики, была выбрана соответствующая тактика лечения. Анализ полученных результатов с использованием нового алгоритма обследования пациентов с РСТ включающего в себя проведение функциональных методик, в ходе которых была выявлена ТМ, повлиял на выбор тактики и вид оперативного вмешательства.

В исследование вошли 94 больных, 77 пациентов были лица молодого и зрелого возраста. Возраст больных варьировал от 17 до 77 лет. Мужчин - 41, женщин – 53. Основным этиологическим фактором возникновения рубцовых стенозов трахеи являлись ятрогенные повреждения. У исследуемых пациентов рубцовый стеноз чаще всего локализовался в шейном и в грудном отделах трахеи.

Изменения хрящевой ткани всегда присутствуют у пациентов с диагнозом РСТ, но в различной степени проявлений. Клиническое течение вариабельно и не специфично. В нашем исследовании жалобы пациентов с РСТ и выявленной ТМ идентичны с жалобами предъявляемыми пациентами с РСТ без выявленной ТМ, однако выраженность их более значительна.

К факторам риска развития более выраженной и протяженной ТМ при РСТ можно отнести длительное проведение ИВЛ, возникновение осложнений при трахеостомии, хроническое канюленосительство, прием высоких доз стероидов и ожирение. Процесс размягчения стенки трахеи чаще всего располагается на уровне РСТ, в зоне повреждения хрящевой ткани.

Появление современных высокоинформативных параметров сканирования движущихся органов позволили нам применить методы МСКТ и МРТ в диагностике торакальной патологии, а именно в оценке динамических изменений стенки трахеи при проведении функциональных проб.

В работе продемонстрированы возможности основных методов диагностики характера РСТ, выявлены все плюсы и минусы использованных методов диагностики.

Эндоскопический метод исследования – это «фундамент» в диагностике

пациентов с РСТ. При несомненных достоинствах метода, расположение аппарата в голосовых складках не позволяет создать физиологическое давление воздуха при дыхании и кашле, что нарушает движение трахеальных стенок, тем самым, не позволяя полноценно визуализировать патологическую подвижность стенок трахеи. Наличие трахеостомы также не позволяет четко определять участок ТМ. Вследствие инвазивности, не физиологичности и субъективности результаты нашего исследования наглядно демонстрируют, что при данном методе обследования пациентов с РСТ легкая степень ТМ часто не выявляется. Также при эндоскопии невозможно получить информацию об изменении трансмурального компонента стенки трахеи без биопсии ее тканей. Отсутствует возможность определения топического расположения РСТ к соседним анатомическим образованиям, что важно учитывать при определении хирургического доступа оперативного вмешательства.

Такие лучевые методы как рентгенография, рентгеноскопия, линейная томография, контурная томография отходят на второй план, уступая место более информативным методам лучевой диагностики РСТ. Методы МСКТ и МРТ по своим диагностическим возможностям получения данных о патологическом состоянии стенки трахеи практически не уступают эндоскопическому методу, а по некоторым позициям превосходят его.

Мультиспиральная компьютерная томография позволяет выполнять многоплоскостные реформации (MPR), исследовать изображение при помощи минимальной и максимальной интенсивности (mIP и MIP), применять виртуальную бронхоскопию и 3D изображения - для более наглядной визуализации анатомических особенностей и патологических изменений органа. Методика неинвазивна и позволяет определить степень стеноза, его локализацию и протяженность. По сравнению с эндоскопическим методом исследования, даже при выраженных рубцовых изменениях стенки трахеи можно визуально оценить дистальные отделы дыхательных путей. Исследование не требует анестезиологической подготовки больного. К недостаткам можно отнести возможное затруднение оценки просвета ТБД при наличии в нем вязкого секрета.

Методика виртуальной бронхоскопии не позволяет выявить ТМ при РСТ, поэтому не является методом выбора.

Информация, полученная в ходе МСКТ по сравнению с другими рентгенологическими методами визуализации ТБД более полная и достоверная. При МСКТ отсутствует суммационный эффект. Высокая точность измерения геометрических соотношений по сравнению с бронхоскопией так же является преимуществом метода МСКТ. Метод дМСКТ позволяет провести дифференциацию между экспираторным стенозом, внешней компрессией и т.д. Данный метод диагностики может быть использован в качестве критерия эффективности проведенного хирургического лечения у больных с ТМ. Метод также информативен для выявления возможных осложнений, включая миграцию стента, его неправильное положения или неадекватный размер. Способ также позволяет диагностировать грануляции и обструкцию бронхиальным секретом ТБД. К недостаткам методам можно отнести лучевую нагрузку, поэтому частое повторение не всегда оправдано. Также к недостаткам МСКТ можно отнести: невозможность оценки патологических изменений интрамурального компонента стенки трахеи, невозможно оценить истинную толщину стенки трахеи (при фиброзных изменениях в паратрахеальной зоне).

Магнитно - резонансная томография в силу физических основ метода, позволяет выявлять патологические изменения интрамурального компонента стенки трахеи на любом ее участке. Определены МР- признаки патологических изменений стенки трахеи с введением контрастного вещества при РСТ, включая ТМ. Чувствительность метода – 95,2%, специфичность - 95,4%, точность - 95,3%. При РСТ особенно важны данные, которые можно диагностировать при помощи МР-методик характер рубцового процесса – его локализация, степень и протяженность, воспалительные изменения, участки фиброзной и рубцовой ткани, разрушение и фрагментация хрящевых полуколец трахеи, локальное истончение или надрыв слизистого слоя стенки трахеи. Был проведен анализ изменений МР- сигнала от ткани стенки трахеи при ее рубцовом стенозе, на основе чего были приведены МР- признаки возможных изменений стенки трахеи. Отек слизистого и подслизистого

слоя определялся как повышенный МР- сигнал от ткани стенки трахеи на T2-ВИ, от внутренней поверхности трахеи. На МР-изображениях рубцовая ткань характеризовалась гипоинтенсивным сигналом на T1ВИ, T2ВИ в результате значительных фиброзных изменений, при введении контрастного вещества контрастирование фиброзно-измененной ткани стенки трахеи отмечается позже, по сравнению с нормальной стенкой трахеи (в отсроченную фазу). Грануляционная ткань определялась в виде однородного слабо гиперинтенсивного сигнала на T2-ВИ от неравномерно утолщенного внутреннего контура трахеи, однако дифференцировать ее возможно лишь при контрастном усилении, при визуализации накопления контраста грануляциями идентично слизистому слою трахеи. Локальный надрыв стенки трахеи выявлялся при резком истончении стенки (до 1 мм) трахеи на ограниченном ее участке. Нарушение целостности хрящевых полуколец трахеи диагностировали при отсутствии визуализации части хрящевой ткани по ходу хрящевого полукольца.

дМРТ имеет потенциальные преимущества по сравнению с дМСКТ. Основным из них является то, что можно без вреда для пациента провести повторные дыхательные маневры и исследования для оценки каркасной функции трахеи. Количество подобных эпизодов может быть неограниченным. Метод МРТ и методика дМРТ неинвазивны и физиологичны. Получаемое изображение не имеет теневых наложений по сравнению с рентгеноскопией, а также имеет более высокую точность геометрических измерений. дМРТ дает полную информацию о функциональном состоянии стенки трахеи, тем самым позволяет дифференцировать ТМ от экспираторного стеноза. дМРТ не связана с лучевой нагрузкой, и она может быть использована для оценки эффективности хирургического лечения у больных с РСТ и ТМ. Метод может быть использован как альтернативная диагностика ТМ, как более безопасный метод диагностики, чем дМСКТ, а в ряде случаев - чем бронхоскопия.

К недостаткам метода МРТ и методики дМРТ можно отнести длительное время исследования (20 минут), что затруднительно у пациентов с трахеостомой. Для проведения исследования последнюю следует извлечь для получения

достоверной информации в области расположения канюли. При этом возможно нарушение дыхания, что не позволяет провести дМРТ в течение достаточного времени. Существующий ряд стандартных (абсолютных и относительных) противопоказаний для МРТ также является недостатком метода.

При сравнении данных пациентов с диагностированной ТМ (при помощи динамических методов исследований) было выявлена достоверная разница изменений толщины стенки трахеи; при ТМ – отмечалось уменьшение толщины стенки трахеи до 1,5-2,5 мм, в хрящевой ее части (вне зоны РСТ), по сравнению с нормальной интактной толщиной хрящевой стенки трахеи. Приведенные выше данные позволяют сделать вывод, что изменение толщины стенки трахеи может свидетельствовать о наличии ТМ и служить косвенным признаком данной патологии.

В сочетании с бронхоскопией метод МРТ предоставляет достаточную информацию для хирурга в планировании стратегии оперативного лечения. Он может конкурировать с МСКТ и использоваться как альтернатива проведения инвазивного эндоскопического метода.

В рамках поставленных задач были модифицированы дМСКТ и дМРТ методики. Были выбраны оптимальные технические параметры сканирования динамического исследования МСКТ трахеи, тем самым снизили дозу лучевой нагрузки в два раза. Выработана тактика подготовки пациентов к динамическим исследованиям МСКТ и МРТ, а именно проведение инструкции, тренировки и замера хронометража форсированного дыхания. Проведение замера хронометража форсированных движений пациента позволили адаптировать исследование к конкретной клинической ситуации и к конкретному пациенту, проводя исследования во время максимальных изменений просвета трахеи, позволяя не пропустить пик коллапса спадения стенок.

Определены показатели информативности МСКТ, МРТ, дМСКТ, дМРТ в оценке патологии ТМ при рубцовом стенозе трахеи. При сравнении статичных лучевых методов (МСКТ и МРТ) с динамическими методиками (дМСКТ и дМРТ) было выявлено: отсутствие чувствительности и специфичности статичного

исследования МСКТ в диагностике ТМ; дМСКТ: чувствительность - 94,1%, специфичность - 96,4%, точность - 95,5%. МРТ: чувствительность - 83,3%, специфичность - 88,8%, точность - 87,5% (за счет возможности выявления косвенных признаков ТМ). дМРТ: чувствительность – 88,8%, специфичность – 92,8%, точность - 91,3%. В ходе исследования было выявлено, что дМСКТ по информативности в выявлении ТМ у пациентов с рубцовым стенозом трахеи сопоставима с результатами дМРТ.

Основным признанным в мире радикальным и высокоэффективным методом лечения пациентов с РСТ считается циркулярная резекция стенозированного участка с формированием межтрахеального или ларинготрахеального анастомоза. Однако, при выборе данной операции обязательно необходимо учитывать наличие и распространенность ТМ. Из 46 пациентов с РСТ, которым была проведена динамическая методика МСКТ и/или МРТ, на основании выявленной ТМ тактика ведения была кардинально изменена. Данные дМСКТ и дМРТ в 36,9 % позволили изменить тактику ведения пациентов: планируемая хирургическая тактика была изменена в 21,7%, в 6,5% случаев отказ от оперативного вмешательства, в 8,7% случаев отказ от эндоскопического бужирования; тем самым были исключены высоко вероятные осложнения и рецидив заболевания.

Исходя из выше сказанного, методы МСКТ и МРТ, а также разработанные нами методики дМСКТ и дМРТ могут быть включены в методы выбора первого ряда диагностики рубцового стеноза трахеи и ТМ. МСКТ и МРТ с проведением динамических методик могут стать прекрасной альтернативой эндоскопическому методу; как неинвазивные и физиологичные способы диагностики РСТ, с возможностью получения максимальной информации о характере патологического процесса.

Представляется, что данные полученные с помощью дМРТ и дМСКТ позволят усовершенствовать оценку протяженности трахеомалации, степени ее выраженности при рубцовых стенозах трахеи, тем самым помогая снизить риск послеоперационных осложнений и рецидив основного заболевания при РСТ.

Выше сказанное подчеркивает актуальность проведения динамических методик. В работе объяснена значимость проведения динамических методик МСКТ и МРТ с целью выявления трахеомалации, которая должна проводиться при использовании алгоритма обследования пациентов с РСТ. Информация, полученная при помощи использования предлагаемого алгоритма обследования пациентов с РСТ позволяет более точно прогнозировать результат лечения, улучшить качество жизни пациентов, минимизировать риски осложнений и возможности рецидива заболевания.

ВЫВОДЫ

1. Модифицирована методика дМСКТ и создана дМРТ методика для оценки функционального состояния трахеи с целью выявления трахеомалации на фоне РСТ. Исследование адаптировано к новой анатомической зоне, конкретной клинической ситуации и индивидуально к пациенту. Разработаны индивидуальные параметры сканирования, снижена доза лучевой нагрузки на 50% (с 5-6 мЗв до 3-4 мЗв).
2. Систематизированы КТ-признаки и определены МР-признаки ТМ при РСТ.
3. Статичное исследование МСКТ в диагностике ТМ не чувствительно и не специфично. дМСКТ: чувствительность - 94,1%, специфичность - 96,4%, точность - 95,5%. МРТ: чувствительность - 83,3%, специфичность - 88,8%, точность - 87,5%. дМРТ: чувствительность – 88,8%, специфичность – 92,8%, точность - 91,3%.
4. Определены МР- признаки патологических изменений стенки трахеи при РСТ, включая ТМ. Чувствительность метода – 95,2%, специфичность - 95,4%, точность - 95,3%.
5. Данные дМСКТ и дМРТ в 36,9 % позволили изменить тактику ведения пациентов: планируемая хирургическая тактика была изменена в 21,7%, в 6,5% случаев отказ от оперативного вмешательства, в 8,7% случаев отказ от эндоскопического бужирования.
6. Разработан алгоритм обследования пациентов с РСТ и ТМ, позволяющий определить на дооперационном этапе правильную лечебную тактику, объем и доступ оперативного вмешательства, избежать осложнений и рецидива заболевания.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. дМСКТ и дМРТ позволяют количественно оценить степень ТМ и дифференцировать ее с экспираторным стенозом трахеи. Методики должны использоваться для определения оптимального выбора дальнейшей тактики ведения пациента, определения вида и объема трахеальной резекции.
2. Неинвазивные, физиологичные и объективные методики дМСКТ и дМРТ могут быть использованы как альтернатива эндоскопическому методу исследования функционального состояния стенки трахеи при РСТ.
3. Обследование пациентов с РСТ должно основываться на возможности получения максимально полной информации о характере патологического изменения, учитывая наличие противопоказаний. Диагностика данной группы пациентов должна включать в себя эндоскопический метод диагностики и МСКТ либо МРТ с проведением динамических методик.
4. Метод МРТ с введением контрастного вещества позволяет диагностировать изменения интрамурального компонента стенки трахеи при рубцовом стенозе.
5. МСКТ исследования желательно проводить с построением 3D реконструкций ТБД и виртуальной бронхоскопии для более демонстративной визуализации патологических изменений трахеи.
6. Использование разработанного алгоритма обследования пациентов с РСТ позволяет сократить время обследования, провести полную оценку изменений стенки трахеи, выбрать правильную тактику лечения, скорректировать вид и объем оперативного вмешательства, минимизировать риск развития осложнений и рецидива основного заболевания, тем самым улучшить качество жизни пациентов.

Список литературы

1. Авзалетдинов, А. М. Профилактика осложнений в хирургии постинтубационных и посттрахеостомических стенозов трахеи/ А. М. Авзалетдинов // Хирургия. Журнал имени Н. И. Пирогова. - 2008. - № 3. - С. 34-36.
2. Бармина, Т. Г. Значение спиральной компьютерной томографии в диагностике повреждений трахеи и их последствий / Т. Г. Бармина, А. Н. Погодина, Ф. А. Шарифуллин, О. А. Забавская // Медицинская визуализация. – 2009. - №6. - С. 46-52.
3. Белов, А. А. Основные методы функциональной диагностики в клинике внутренних болезней: руководство для врачей / Белов А. А., Данилогорская Ю. А., Лакшин А. А. - Москва - 2003. – 105 с.
4. Бродер, И. А. Лечение трахеомалации устройством из пористого никелида титана: автореф. дис. канд. мед. наук: 14.00.27/ Бродер Игорь Аркадьевич. – Тюмень, 2004. - 24с.
5. Бродская, О. Н. Экспираторный коллапс трахеи и крупных бронхов / О. Н. Бродская // Атмосфера. Пульмонология и аллергология. – 2013. - №4. – С. 8-11.
6. Быстренин, А. В. Рубцовые стенозы шейного отдела трахеи с хондромалацией ее суженного участка / А. В. Быстренин // Новости оториноларингологии и логопатологии. - 2000. - №2. - С. 24-26.
7. Быстренин, В.А. Восстановление просвета трахеи при рубцовом поражении верхнего ее отдела, сопровождающемся лизированием хрящевого каркаса /В. А. Быстренин, А. В. Быстренин //Вестник оториноларингологии. - 1998. - №6. - С. 21-23.
8. Васюков, М. Н. Компьютерно-томографическая анатомия бифуркации трахеи и анатомо-хирургическое обоснование ее резекций: автореф. дис. канд. мед. наук: 14.03.01, 14.01.17 / Васюков Михаил Николаевич– Оренбург, 2011. – 22 с.
9. Викторова, Т. И. Аллогенные хрящи гортани в реконструктивной ларинготрахеопластике: автореф. дис. канд. мед. наук: 14.00.27/ Викторова Татьяна Ивановна. - М., 2002.- 23 с.

10. Власов, П. В. Рентгенологическое исследование гортани и глотки / П. В. Власов, Г. Г. Кармазановский, Н. С. Никитаев // Медицинская визуализация. - 2007. - №6. - С. 38-48.
11. Гаврилова, А. К. Эндоскопическая диагностика рубцовых стенозов трахеи и гортани, прогноз и лечебная тактика / А. К. Гаврилова, Б. Д. Цыбикдоржиев, Л. М. Гармаева, Д. Б. Дашацыренова // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. - 2009. - №3 (67) – С. 315-316.
12. Гасанов, А. М. Повреждения гортани и трахеи: эндоскопическая диагностика и лечение / А. М. Гасанов, А. С. Осипов, Т. П. Пинчук // Эндоскопическая хирургия. - 2010. - №2 - С. 55-60.
13. Голуб, И. Е. Постинтубационные повреждения трахеи / И. Е. Голуб, С. Б. Пинский, Е. С. Нетесин // Сибирский медицинский журнал. - 2009. - № 4 – С. 124-128.
14. Дамбаев, Г. Ц. Новые технологии в диагностике и лечении экспираторного стеноза трахеи и главных бронхов / Г. Ц. Дамбаев, Е. Б. Топольницкий, Н. А. Шефер, С. В. Гюнтер, В. Э. Гюнтер // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. - 2011. -ТОМ IV, №4 - С. 701-704.
15. Дамбаев, Г. Ц. Хирургическое лечение трахеомалации имплантатом из никелида титана (экспериментальное исследование) / Г. Ц. Дамбаев, Е. Б. Топольницкий, Н. А. Шефер, В. Э. Гюнтер / Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. Экспериментальные исследования в биологии и медицине. – 2011. - № 1 (77), Часть 1 - С. 224-226.
16. Егорова, Е. В. Комплексная диагностика и лечение больных хроническими стенозами гортани и трахеи различной этиологии: дис. канд. мед. наук: 14.00.04 / Егорова Елена Владимировна. – М., 2005. – 111 с.
17. Есаков, Ю. С. Морфологические изменения при постинтубационном стенозе трахеи / Ю. С. Есаков, Е. А. Дубова, К. Г. Жестков, А. И. Щеголев // Хирургия. - 2010. - №2 – С. 60-63.
18. Зенгер, В. Г. Хирургия повреждений гортани и трахеи / В. Г. Зенгер, А. Н. Наседкин, В. Д. Паршин // М.: Медкнига, 2007. – С. 334 – 348.

19. Ивановская, К. А. Эндоскопическое стентирование трахеи / К. А. Ивановская, В. Ю. Муравьев, А. И. Иванов // Практическая медицина. – 2013. - №2 (67) - С. 123-125.
20. Ильин, А. В. Применение компьютерной томографии с трехмерной волюметрией в диагностике нарушений вентиляционной функции легких у больных бронхиальной астмой / А. В. Ильин, Ю. М. Перельман, А. В. Леншин, А. Г. Приходько // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. - 2014. - № 51. - С. 33-37.
21. Ильин, А. В. Новый метод лучевой диагностики нарушений вентиляционной функции легких посредством мультиспиральной компьютерной томографии / А. В. Ильин // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. - 2013. - №47. - С. 41–47.
22. Инкина, А. В. Повышение эффективности лечения больных хроническими стенозами гортани и трахеи: дис. канд. мед. наук: 14.00.04/ Инкина Анна Васильевна -М.,2008. - 135с.
23. Калаев, Н. Т. Эндоскопическая диагностика постинтубационных изменений гортани и трахеи / Н. Т. Калаев, О. Т. Бекузарова // Вестник новых медицинских технологий. - 2009. - Т. XV1, № 2 - С. 63.
24. Кирасирова, Е. А. Значение компьютерной томографии в диагностике стеноза гортани и трахеи различной этиологии / Е. А. Кирасирова, Д. Г. Горбан, Р. Ф. Мамедов / Русский медицинский журнал. Оториноларингология. - 2012. - № 9 - С. 467- 470.
25. Копин, Е. Ж. Эндопротезирование при лечении больных с рубцовым стенозом трахеи и другими трахеобронхиальными нарушениями / Е. Ж. Копин, В. М. Гершевич, С. В. Черненко, А. С. Вяльцин // Омский научный вестник. – 2011. - № 1 (104) - С. 140-143.
26. Котив, Б. Н. Хирургическая анатомия изменений, вызванных рубцовыми стенозами трахеи/ Б. Н. Котив, И. Б. Попов, Л. Н. Бисенков, С. А. Шалаев // Вестник Российской военно - медицинской академии. - 2012. - 1(37) - С.40-43.

27. Котляров, П. М. Мультипланарные реконструкции и виртуальная бронхоскопия в оценке состояния трахеобронхиальной системы по данным мультисрезовой компьютерной томографии / П. М. Котляров, З. С. Темирханов, Е. В. Щербахина // Лучевая диагностика и терапия. - 2011. - №2. - С. 50-55.

28. Крюков, А. И. Мультиспиральная компьютерная томография рубцового стеноза гортани и трахеи / А. И. Крюков, Е. А. Кирасирова, Н. В. Лафуткина, Р. Ф. Мамедов, Н. Р. Гогорева, В. А. Екатеринчев, Р. А. Резаков // Медицинский совет. - 2013. - №2 - С. 60-62.

29. Крюков, А. И. Синдром дыхательной недостаточности у больных со стенозом гортани и трахеи / А. И. Крюков, Е. А. Кирасирова, Н. Н. Тарасенкова // Оториноларингология. - 2010. - №6 (57) - С. 26-28.

30. Крюков, А. И. Диагностика, лечение и профилактика осложнений у хронических канюленосителей / А. И. Крюков, Н. Л. Кунельская, Е. А. Кирасирова, Н. В. Лафуткина // Медицинский совет. Хирургическая оториноларингология. - 2014. - №3 - С.45-47.

31. Лафуткина, Н. В. Алгоритм ведения больных, перенесших трахеостомию в отделении интенсивной терапии: автореф. дис. канд. мед. наук: 14.00.04 / Лафуткина Надежда Васильевна. – М., 2008. – 30 с.

32. Мамедов, Р. Ф. Мультиспиральная компьютерная томография в диагностике стеноза гортани и трахеи / Р. Ф. Мамедов // Российская оториноларингология. - 2013. - № 1. - С. 150-153.

33. Марченков, Я. В. Диагностическая оценка функционального состояния трахеи у больных ХОБЛ / Я. В. Марченков, Т. Л. Пашкова, А. Г. Чучалин, В. Е. Сеницын // Пульмонология. - 2005. - № 3. - С. 62-68.

34. Марченков, Я. В. Многослойная спиральная компьютерная томография в диагностике заболеваний органов дыхания на догоспитальном этапе / Я. В. Марченков // Вестник современной клинической медицины. - 2012. - Т. 5, вып. 1. - С. 26-36.

35. Мосин, И. В. Комплексное лечение протяженных рубцовых стенозов верхней трети трахеи/ И. В. Мосин, А. Б. Сангинов, А. А. Бажанов // Хирургия. - 2011. - №2 - С.- 37-39.
36. Осипов, А. С. Постинтубационные трофические повреждения гортани и трахеи. Эндоскопическая диагностика, профилактика и лечение / А. С. Осипов // Хирургия. -2011. -№ 4 - С. 68-72.
37. Паршин, В. Д. Хирургия трахеи с атласом оперативной хирургии/ В. Д. Паршин, В. А. Порханов. - М.: Альди-Принт, 2010. – 480 с.
38. Паршин, В. Д. Трахеостомия. Показания, техника, осложнения и их лечение/ В. Д. Паршин. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 176 с.
39. Паршин, В. Д. Ятрогенные постинтубационные разрывы трахеи / В. Д. Паршин // Анестезиология и реаниматология. - 2006. - № 2. - С. 9-13.
40. Паршин, В. Д. Закрытая травма трахеи - хирургическая или анестезиолого-реаниматологическая проблема / В. Д. Паршин // Анестезиология и реаниматология. - 2007. - № 4. - С. 50-53.
41. Паршин, В. Д. Десять лет применения микрохирургических технологий в реконструктивной хирургии трахеи / В. Д. Паршин // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. - 2008 - № 2. - С. 36-42.
42. Паршин, В. Д. Первый опыт интраоперационного ультразвукового исследования стенки трахеи при рубцовом стенозе / В. Д. Паршин, Е. П. Фисенко, Е. А. Чернова, М. А. Выжигина // Ультразвуковые и лучевые технологии в клинической практике. – 2012. – С. 110-112.
43. Паршин, В. Д. Диагностика, профилактика и лечение рубцовых стенозов трахеи: дис. д-ра. мед. наук: 14.00.27/ Паршин Владимир Дмитриевич. – М., 2000. – 319 с.
44. Перевозникова, И. А. Диагностическая ценность спиральной компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии в оценке рубцового стеноза трахеи / И. А. Перевозникова, А. Р. Козак/ Кубанский научный медицинский вестник. – 2010. - № 6 (120) - С.114-119.

45. Перевозникова, И. А. Комплексная лучевая диагностика рубцовых стенозов трахеи / И. А. Перевозникова, А. Р. Козак / Лучевая диагностика и терапия. – 2010.- № 3 (1) - С. 33-38.
46. Перельман, Ю. М. Хирургия трахеи/ Ю. М. Перельман. – М.: Медицина, 1972. - 190 с.
47. Перельман, Ю. М. Spiрографическая диагностика нарушений вентиляционной функции легких: пособие для врачей/ Ю. М. Перельман, А. Г. Приходько. - Благовещенск, 2013. - 44 с.
48. Петровский, Б. В. Трахеобронхиальная хирургия/ Б. В. Петровский, М. И. Перельман, Н. С. Королёва. – М., 1978. – 296 с.
49. Прокоп, М. Спиральная и многослойная компьютерная томография: учебн. Пособие/ М. Прокоп, М. Галански; под Ред. А.В. Забарева, Ш.Ш. Шотемора. - М.: МЕДпресс-информ, 2007. - 712 с.
50. Пюрова, Л. П. Эндоскопическая диагностика рубцовых стенозов гортани и трахеи и их коррекция / Л. П. Пюрова // Эндоскопическая диагностика. 2010. - №5 - С.15-17.
51. Резаков, Р. А., Патогенетическое обоснование комплексного подхода к лечению больных стенозом гортани и трахеи: автореф. дис. на канд. мед. наук: 14.01.03/ Резаков Руслан Анатольевич. – М., 2014. – 31с.
52. Рыков, А. Е. Особенности анатометрических характеристик грудного отдела трахеи по данным компьютерной томографии / А. Е. Рыков // Российская оториноларингология. – 2011. - № 4. - С. 138-142.
53. Самойлов, П. В. Особенности анатометрических характеристик грудного отдела трахеи после операций типа Льюиса по данным компьютерной томографии / П. В. Самойлов // Российская оториноларингология. – 2011. - № 4. - С. 145-148.
54. Сангинов, А. Б. Этиология и патогенез рубцовых стенозов трахеи / А. Б. Сангинов, И. В. Мосин, Н. В. Мосина // Вестник Авиценны. - 2010. - №1. - С. 33-39.

55. Сангинов, А. Б. Диагностика и хирургическое лечение рубцовых стенозов трахеи и дистального отдела гортани/ А. Б. Сангинов, И. В. Мосин, Н. В. Мосина // Здравоохранение Таджикистана. – 2009. - № 1 – С. 21-26.

56. Сангинов, А.Б. Хирургическое лечение рубцовых стенозов трахеи и дистального отдела гортани: дис. д-ра. мед. наук: 14.01.17 / Сангинов Абдурасул Бобоевич. – М., 2011. – 167с.

57. Серебренникова, Е. В. Прогностическая значимость некоторых факторов риска постинтубационных стенозов трахеи при длительной искусственной вентиляции легких (ИВЛ)/ Е. В. Серебренникова, А. Г. Короткевич, Е. В. Григорьев, Н. В. Никифорова, А. С. Леонтьев // Медицина в Кузбассе. – 2012. - Т. 11 № 4 - С. 42-46.

58. Солдатский, Ю. Л. Заболевания гортани / Ю.Л. Солдатский // Педиатрическая фармакология – 2007. - ТОМ 4, № 6 - С. 6-15.

59. Татур, А. А. Профилактика развития рубцовых стенозов трахеи и трахеопищеводных свищей/ А. А. Татур // Военная медицина. - 2014. - № 1., С. 128-132.

60. Татур, А. А. Постинтубационные разрывы трахеи: диагностика, лечение, профилактика / А. А. Татур, С. И. Леонович, В. А. Скачко и др. /Мед. журнал. - 2008. - №3. - С.83 – 86.

61. Татур, А. А. Заболевания и повреждения трахеи: учебно-методическое пособие/ А. А. Татур, С. И. Леонович. - Минск: БГМУ - 2009. – 67с.

62. Тиллоев, А. И. Длительное нахождение инородного тела в дыхательных путях/ А. И. Тиллоев // Российский семейный врач. - 2006. - Т. 10, № 2. - С. 41-42.

63. Торсен, Б.М. Норма при рентгенологических исследованиях/ Б. М. Торсен. – М.: МЕДпресс- информ, 2009. - 288с.

64. Трубушкина, Е. М. Ранняя диагностика и лечение больных с постреспираторными стенозами гортани и трахеи //Е. М. Трубушкина, В. И. Кошель // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6.

65. Трубушкина, Е.М. Постреанимационные стенозы гортани и трахеи. Диагностика, лечение и профилактика: дис. канд. мед. наук: 14.00.04/ Трубушкина Екатерина Михайловна. - М., 2011. – 146с.
66. Тюрин, И. Е. Возможности современных методов торакальной радиологии / И. Е. Тюрин // Атмосфера. Пульмонология и аллергология – 2007. - №4 - С. 7-13.
67. Тюрин, И. Е. Компьютерная томография органов грудной клетки/ И. Е. Тюрин. – Спб., 2003. – 250 с.
68. Фоломеев, В.Н. Сравнительный анализ диагностических методов исследования патологии гортани и трахеи / В. Н. Фоломеев, В. Н. Сотников, И. В. Молчанов, А. В. Парфенова, Т. В. Толмачева // Эндоскопическая хирургия. - 2006. - Т.12. - №6. - С. 20-25.
69. Харченко, В.П. Рентгеновская компьютерная томография в диагностике заболеваний легких и средостения/ В. П. Харченко, В. А. Глаголев - М.: Медика, 2005. – 120с.
70. Чернова, Е. А. Обзор возможностей лучевых методов исследования рубцовых стенозов трахеи / Е. А. Чернова, С. Ю. Ким, В. В. Ховрин, В. А. Сандриков, В. Д. Паршин // Российский электронный журнал лучевой диагностики - 2012. - Т.2. - №2. - С. 647-649.
71. Чернова, Е. А. Сравнительная характеристика методов лучевой диагностики неопухолевых заболеваний трахеи: дис. канд. мед. наук: 14.01.13/ Чернова Екатерина Алексеевна. - М., 2014. – 129 с.
72. Черный, С. С. Реконструктивная хирургия протяженных и мультифокальных рубцовых стенозов трахеи: дис. канд. мед. наук: 14.01.17/ Черный Сергей Семенович. - М., 2011. – 99 с.
73. Шевченко, Ю. В. Мультиспиральная компьютерная томография как эффективный метод диагностики стенозов гортани и трахеи / Ю. В. Шевченко, П. В. Селиверстов // Радиология –практика. – 2013. - № 5 - С. 36- 41.
74. Шевченко, Ю. В. Изометрия стенозов гортани и трахеи с помощью мультиспиральной компьютерной томографии / Ю. В. Шевченко, П. В.

Селиверстов, Е. В. Нечаев // Сибирский медицинский журнал. – 2014. - № 1 – С. 117-120.

75. Шефер, Н. И. Новые технологии в диагностике и лечении экспираторного стеноза трахеи и главных бронхов. (экспериментальное исследование): автореф. дис. канд. мед. наук: 14.01.17/ Шефер Николай Анатольевич. – Томск, 2012. – 23 с.

76. Adliff, M. Treatment of Diffuse Tracheomalacia Secondary to Relapsing Polychondritis With Continuous Positive Airway Pressure/ M. Adliff, D. Ngato, S. Keshavjee, et. al. // CHEST. – 1997. – № 112 (6). - P. 1701- 1704.

77. Asano, F. Virtual bronchoscopy / F. Asano // Kyobu Geka. – 2007. – № 60 (8). – P. 739-744.

78. Bacon, J. L. Indications and interventional options for non-resectable tracheal stenosis/ J. L. Bacon, C. M. Patterson, B. P. Madden // Journal of Thoracic Disease. – 2014. – № 6 (3). - P. 258-270.

79. Baets, F. De. Malacia, inflammation and bronchoalveolar lavage culture in children with persistent respiratory symptoms/ F. De Baets, I. De. Schutter, C. Aarts, et. al. //European Respiratory Journal. - 2012. – № 39(2). - P. 392-395.

80. Baroni, R.H. Tracheobronchomalacia: comparison between end-expiratory and dynamic expiratory CT for evaluation of central airway collapse / R.H. Baroni , D. Feller-Kopman, M. Nishino, et al. // Radiology. – 2005. – №235. – P. 635–641.

81. Baroni, R. H. Dynamic CT Evaluation of the Central Airways in Patients Undergoing Tracheoplasty for Tracheobronchomalacia/ R. H. Baroni, S. Ashiku, P. M. Boiselle // AJR. – 2005. – №184. - P.1444 – 1449.

82. Boiselle, P. M. Dynamic Expiratory Tracheal Collapse in COPD/ P. M. Boiselle, G. Michaud, D. H. Roberts, S. H. Loring, H. M. Womble, M. E. Millett, C. R. O'Donnell //CHEST. – 2012. - №142 (6). - P. 1539-1544.

83. Boiselle, P. M. Tracheal collapsibility in healthy volunteers during forced expiration: assessment with multidetector CT / P. M. Boiselle, C. O'Donnell, A. Bankier et al. // Radiology. – 2009. – № 252. – P. 255-262.

84. Boiselle, P. M. Cine CT During Coughing for Assessment of Tracheomalacia: Preliminary Experience with 64-MDCT/ P. M. Boiselle, K. S. Lee, S. Lin, V. Raptopoulos // *AJR*. – 2006. – №187. – P. 175-177.

85. Bjornson, C. Delayed diagnosis of high proximal tracheoesophageal fistula in esophageal atresia and a novel approach to the treatment of tracheomalacia by submanubrial tracheopexy/ C. Bjornson, M. Brindle, JA M. Bailey, I. Mitchell, M. Soles // *SpringerPlus*. – 2014. - № 3. – P.113.

86. Boogaard, R. Tracheomalacia and Bronchomalacia in Children/ R. Boogaard, S. H. Huijsmans, M. W. H. Pijnenburg // *CHEST*. – 2005. – № 128 (5). - P. 3391- 3397.

87. Carden, K.A. Tracheomalacia and Tracheo-bronchomalacia in Children and Adults / K. A. Carden, P. M. Boiselle, D. A. Waltz // *CHEST*. – 2005. – №127 (3). – P. 984-1005.

88. Cengiz, Öz. Tracheomalacia Treatment Using a Large-Diameter, Custom-Made Airway Stent in a Case with Mounier-Kuhn Syndrome/ Öz. Cengiz, S. N. Sökücü, L. Karasulu, S. Altjn, L. Dalar// *Hindawi Publishing Corporation. Case Reports in Pulmonology*. - 2014. - Article ID 910135, 4 p.

89. Chen, J. Using CT to Diagnose Tracheal Rupture/ J. Chen, K. Shanmuganathan, S. E. Mirvis, K. L. Killeen, R. P. Dutton // *AJR*. -2001. – №176. – P. 1273 – 1280.

90. Chung, J. H. CT of diffuse tracheal diseases / J. H. Chung, J. P. Kanne, M. D. Gilman // *AJR*. – 2011. – № 196. – P. 240-246.

91. Ciet, P. Spirometer controlled cine-magnetic resonance imaging to diagnose tracheobronchomalacia in pediatric patients / P. Ciet, P. Wielopolski, R. Manniesing, S. Lever, M. Bruijne, G. Morana, P.C. Muzzio, M.H. Lequin, H.A.W.M. Tiddens // *Eur. Respir. J.* – 2013. –№43 (1). - P. 115-124.

92. Dialani, V. MDCT Detection of Airway Stent Complications: Comparison with Bronchoscopy/ V. Dialani, A. Ernst, M. Sun, K.S. Lee, D. Feller-Kopman, D. Litmanovich, A. Bankier, P. M Boiselle // *AJR*. – 2008. - №191. - P. 1576-1580.

93. Dixon, L. Psittacosis infection and tracheobronchomalacia in a patient undergoing thyroidectomy/ L. Dixon, S. Diaz-Cano, K. Schulte // *BMJ*. – 2011. - doi:10.1136/bcr.07.2011.4516.
94. Erom, J. S. Tracheal Wall Thickening Is Associated with the Granulation Tissue Formation Around Silicone Stents in Patients with Post-Tuberculosis Tracheal Stenosis/ J. S. Eom, H. Kim, K. Jeon, Um Sang-Won, Koh Won-Jung, G. Y. Suh, M. P. Chung, O J. Kwon / *Yonsei Med J*. - 2013. - №54(4). – P. 949-956.
95. Epstein S. K. Late Complications of Tracheostomy / K. S. Epstein / *Respiratory care*. –2005. – № 50 (4). – P. 542-549.
96. Ernst, A. Airway stabilization with silicone stents for treating adult tracheobronchomalacia: A prospective observational study / A. Ernst, A. Majid, D. Feller-Kopman, J. Guerrero, P. Boiselle, S. Loring, et al. // *CHEST*. – 2007. – №132. – P. 609-616.
97. Ernst, A. Central Airway Stabilization for Tracheobronchomalacia Improves Quality of Life in Patients With COPD/ A. Ernst, D. D. Odell, G. Michaud et. al. // *CHEST*. – 2011. - №140 (5). - P. 1162- 1168.
98. Feist, J.H. Acquired tracheomalacia: etiology and differential diagnosis / J. H. Feist, T.H. Johnson, R. J. Wilson // *CHEST*. – 1975. – №68 (3). – P. 340-345.
99. Ferretti, G.R. Follow-up after stent insertion in the tracheobronchial tree: role of helical computed tomography in comparison with fiberoptic bronchoscopy / G.R. Ferretti, M. Kocier, O. Calaque et al. // *Eur Radiol*. – 2003. – №13. – P. 1172–1178.
100. Finkelstein, S.E. Comparative evaluation of super high-resolution CT scan and virtual bronchoscopy for the detection of tracheobronchial malignancies / S. E. Finkelstein, D. S. Schrupp, D. M. Nguyen et al. // *CHEST*. – 2003. – №124. – P. 1834–1840.
101. Flohr, T. G. Multi-detector row CT systems and image-reconstruction techniques / T. G. Flohr, S. Schaller, K. Stierstorfer et al. // *Radiology*. – 2005. – №235. – P.756-773.
102. Foroulis, C. N. Repair of post-intubation tracheoesophageal fistulae through the left pre-sternocleidomastoid approach: a recent case series of 13 patients/ C. N.

Foroulis, C. Nana, A. Kleontas, G. Tagarakis, G. T. Karapanagiotidis, P. Zarogoulidis, P. Tossios, K. Anastasiadis // *Journal of Thoracic Disease*. – 2015. – №7. - P.20- 26.

103. Gilkeson, R. C. Tracheobronchomalacia: dynamic airway evaluation with multidetector CT / R. C. Gilkeson, L. M. Ciancibello, R. B. Hejal, H. D. Montenegro, P. Lange // *AJR Am. J. Roentgenol.* – 2001. – №176. – P. 205–210.

104. Goyal, V. Interventions for primary (intrinsic) tracheomalacia in children / V. Goyal, B. I. Masters, A. B. Chang // *Sao Paulo Med J.* – 2013. - №131. – P. 66.

105. Greenberg, S. B. Dynamic Pulmonary CT of Children / S. B. Greenberg // *AJR.* – 2012. -№ 199. – P. 435–440.

106. Harnsberger, H. R. Diagnostic Imaging: Head and Neck. / H. R. Harnsberger, P. A. Hudgins, H. C. Davidson, R. H. Wiggins - 2004. - 992p.

107. Hasegawa, I. Tracheomalacia Incidentally Detected on CT Pulmonary Angiography of Patients with Suspected Pulmonary Embolism / I. Hasegawa, P. M. Boiselle, V. Raptopoulos, H. Hatabu // *AJR* – 2003.- №181. - P. 1505-1509.

108. Hein, E. Dynamic and quantitative assessment of tracheomalacia by electron beam tomography: correlation with clinical symptoms and bronchoscopy/ E. Hein, P. Rogalla, C. Hentschel, M. Taupitz, B. Hamm// *J Comput Assist Tomogr.* – 2000. - №24. – P. 247–252.

109. Heyer, C. M. Tracheobronchial Anomalies and Stenoses: Detection with Low-Dose Multidetector CT with Virtual Tracheobronchoscopy—Comparison with Flexible Tracheobronchoscopy / C. M. Heyer, T. G. Nuesslein, D. Jung et. al. // *Radiology.* – 2007. – №242 (2). - P. 542- 549.

110. Hoppe, H. Grading airway stenosis down to the segmental level using virtual bronchoscopy / H. Hoppe, H. P. Dinkel, B. Walder et al. // *CHEST.* – 2004. – №125. – P. 704–711.

111. Hoppe, H. Multidetector CT virtual bronchoscopy to grade tracheobronchial stenosis / H. Hoppe, B. Walder, M. Sonnenschein, P. Vock, H. P. Dinkel// *AJR Am J Roentgenol.* – 2002. – №178. – P. 1195–1200.

112. Horton, K. M. Advanced Visualization of Airways with 64-MDCT: 3D Mapping and Virtual Bronchoscopy / K. M. Horton, M. R. Horton, H. Fishman// *AJR*. – 2007. – №189. – P. 1387-1396.

113. Hosseini, S. M. The Use of T-tube Cholangiocatheter Stents in the Treatment of Pediatric Tracheomalacia/ S. M. Hosseini, M. Zarenezhad, B. Sabet, M. M. Shoar, G. Kangari// *Journal of Surgical Technique and Case Report*. – 2013. - № 5. - P. 54-55.

114. Imaizumi, H. Reversible acquired tracheobronchomalacia of a combined crescent type and saber-sheath type / H. Imaizumi, M. Kaneko, K. Mori, K. Yamada, K. Asakura, M. Tamagawa // *J Emerg Med*. – 1995. – №13. – P. 43-49.

115. Javaid, M. R. A very sudden onset of tracheomalacia with an unknown cause/ M. R. Javaid, K. Lee Tan, Y. N. Ahmed // *British Medical Journal*. - 2013. doi:10.1136/bcr-2013-00937.

116. Jiang, A. Diagnosis and management of an elderly patient with severe tracheomalacia: A case report and review of the literature/ Jiang A., G. Xiao - Yan, H. Lu. // *Experimental and therapeutic medicine*. – 2013. - №6. – P. 765-768.

117. Jokinen, K. Acquired tracheobronchomalacia/ K. Jokinen, T. Palva, S. Sutinen, J. Nuutinen // *Ann. Clin. Res.* -1977. - №9. – P. 52–59.

118. Joshi, M. Intraoperatively Diagnosed Tracheal Tear after Using an NIM EMG ETT with Previously Undiagnosed Tracheomalacia/ M. Joshi, S. Mardakh, J. Yarmush, H. Kamath, J. Schianodicola, E. Mendoza // *Hindawi Publishing Corporation*. – 2013. - Article ID568373.

119. Kaloud, H. Iatrogenic ruptures of the tracheobronchial tree/ H. Kaloud, F. M. Smolle-Juettner, G. Prause, W. F. List // *CHEST*. — 1997. — №1123. — P.774-778.

120. Kandaswamy, C. Severe Tracheomalacia in the ICU: Identification of Diagnostic Criteria and Risk Factor Analysis From a Case Control Study/ C. Kandaswamy, G. Bird, N. Gill, E. Math, J. J. Vempilly // *Respiratory care*. – 2013. – №2. - P.340- 347.

121. Kim, S. S. Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Lobe-based Visual Assessment of Volumetric CT by Using Standard Images—Comparison with

Quantitative CT and Pulmonary Function Test in the COPD Gene Study/ S. S. Kim, J. B. Seo, H. Y. Lee et. al. // Radiology. – 2013. – №266. - P. 626- 635.

122. Koletsis, E. N. Tumoral and non-tumoral trachea stenoses: evaluation with three-dimensional CT and virtual bronchoscopy / E. N. Koletsis, C. Kalogeropoulou, E. Prodromaki, G. C. Kagadis, K. Katsanos, K. Spiropoulos, T. Petsas, G. C. Nikiforidis, D. Dougenis // J. Cardiothorac. Surg. – 2007. – № 2. – P.18.

123. Kovesi, T. Long-term Complications of Congenital Esophageal Atresia and/or Tracheoesophageal Fistula/ T. Kovesi, S. Rubin //CHEST. - 2004. - №126 (3). – P. 915- 925.

124. Kugler, C. Tracheomalacia/ C. Kugler, F. Stanzel //Thorac. Surg. Clin. - 2014. – №24. – P. 51–58.

125. Lee, E. Y. Multidetector CT Evaluation of Congenital Lung Anomalies/ E. Y. Lee, P. M. Boiselle, R. H. Cleveland// Radiology. – 2008. – №247(3). - P.632-648.

126. Lee, E. Y. Tracheobronchomalacia in Infants and Children: Multidetector CTEvaluation/ E. Y. Lee, P. M. Boiselle // Radiology. – 2009. – № 252 (1). – P.7-22.

127. Lee, E. Y. Expiratory Volumetric MDCT Evaluation of Air Trapping in Pediatric Patients With and Without Tracheomalacia/ E. Y. Lee, D. A. Tracy, M. Bastos, A. M. Casey, D. Zurakowski, P. M. Boiselle // AJR. – 2010. -№194. - P.1210- 1215.

128. Lee, K. S. Comparison of Dynamic Expiratory CT With Bronchoscopy for Diagnosing Airway Malacia/ K. S. Lee, M. R. M. Sun, A. Ernst, D. Feller-Kopman, A. Majid, P. M. Boiselle // CHEST. – 2007. – №131. - P.758–764.

129. Lim, S. Y. Prognostic Factors for Endotracheal Silicone Stenting in the Management of Inoperable Post-Intubation Tracheal Stenosis/ S. Y. Lim, H. Kim, K. Jeon, Um Sang-Won, K. Won-Jung, G. Y. Suh, M. P. Chung, O J. Kwon // Yonsei Med J. – 2012. - №53 (3). – P. 565-570.

130. Litmanovich, D. Bronchial Collapsibility at Forced Expiration in Healthy Volunteers: Assessment with Multidetector CT / D. Litmanovich, C. O'Donnell, A. Bankier, A. Ernst et al. // Radiology. – 2010. – №257. – P. 560-567.

131. Loring, S. H. Central Airway Mechanics and Flow Limitation in Acquired Tracheobronchomalacia/ S. H. Loring, C. R. O'Donnell, D. J. Feller-Kopman, A. Ernst // CHEST. – 2007. - №131. - P. 1118–1124.
132. Masters, I. B. Quantified Tracheobronchomalacia Disorders and Their Clinical Profiles in Children/ I. B. Masters, P. V. Zimmerman, N. Pandeya // CHEST. – 2008. - №133 (2). - P. 461 – 467.
133. McDermott, S. Tracheomalacia in Adults with Cystic Fibrosis: Determination of Prevalence and Severity with Dynamic Cine CT/ S. McDermott, S. C. Barry, E. E. Judge et. al. // Radiology. - 2009. - №252 (2). - P. 577-586.
134. Morshed, K. Evaluation of tracheal stenosis: comparison between computed tomography virtual tracheobronchoscopy with multiplanar reformatting, flexible tracheofiberoscopy and intra-operative findings / K. Morshed, A. Trojanowska et. al. // Eur. Arch. Otorhinolaryngol. – 2011. – №268 (4). – P. 591-597.
135. Muzumdar, H. Obstructive Sleep apnea due to Extrathoracic tracheomalacia / H. Muzumdar, K. Nandalike, J. Bent, R. Arens // Journal of Clinical Sleep Medicine. - 2013. - № 9(2). – P. 163- 164.
136. Myrna, C. B. Chest Radiography in the ICU: Part 1, Evaluation of Airway, Enteric, and Pleural Tubes/ C. B. Myrna, B. S. Leitman, P. M. Groot, I. Vlahos, D. P. Naidich // AJR. – 2012. – №198 (3). – P. 563–571.
137. Nair, S. Tracheal Stenosis: Our Experience at a Tertiary Care Centre in India with Special Regard to Cause and Management/ S. Nair, S. Mohan, G. Mandal, A. Nilakantan // Indian J. Otolaryngol. Head Neck Surg. – 2014. - № 66(1). – P. 51–56.
138. Nuutinen, J. Acquired tracheobronchomalacia/ J. Nuutinen // Eur. J. Respir. Dis. – 1982. –№63. – P. 380-387.
139. Nuutinen, J. Acquired tracheobronchomalacia. A cineradiographic study with bronchological correlations/ J. Nuutinen, A. Leinonen //Ann. Clin. Res. - 1977. - №9. – P. 365.
140. O'Donnell, C. R. Age and Sex Dependence of Forced Expiratory Central Airway Collapse in Healthy Volunteers / C. R. O'Donnell, D. Litmanovich, S. H. Loring, P. M. Boiselle // CHEST. – 2012. - №142 (1). – P. 168–174.

141. Pacheco-Lopez, P. C. Complications of Airway Management/ P.C. Pacheco-Lopez, L. C. Berkow, A. T. Hillel, M. A. Lee // *Respiratory care.* – 2014. – № 59 (6). – P. 1006-1021.
142. Pan, W. Clinical features of airway malacia in children: a retrospective analysis of 459 patients/ W. Pan, D. Peng, J. Luo, E. Liu, Z. Luo, J. Dai, Z. Fu, Q. Li, Y. Huang // *Int. J. Clin. Exp. Med.* – 2014. - №7 (9). – P. 3005-3012.
143. Parida, P. K. Management of laryngotracheal stenosis – our experience/ P. K. Parida, A. K. Gupta // *Indian. J. Otolaryngol. Head Neck Surg.* - 2009. – №61. - P. 306–312.
144. Ridge, C. A. Tracheobronchomalacia Current Concepts and Controversies/ C. A. Ridge, C. R. O'Donnell, E. Y. Lee, J. A. Majid, P. M. Boiselle // *Thorac. Imaging.* - 2011. - № 26 (4). – P. 278-289.
145. Salvolini, L. Clinical applications of 2D and 3D CT imaging of the airways – a review / L. Salvolini, E. B. Secchi, L. Costarelli et al. // *Eur. J. Radiol.* – 2000. – № 34. – P. 9–25.
146. Schmidt, U. Tracheostomy Tube Malposition in Patients Admitted to a Respiratory Acute Care Unit Following Prolonged Ventilation/ U. Schmidt, D. Hess, J. Kwo et. al. // *CHEST.* - 2008. -№134 (2). – P. 288 – 294.
147. Srivastava, D. Airway management of a difficult airway due to prolonged enlarged goiter using loco-sedative technique/ D. Srivastava, S. Dhiraaj // *Saudi Journal of Anesthesia.* – 2013. - № 7 (1). – P. 86-88.
148. Sverzellati, N. Airway malacia in chronic obstructive pulmonary disease: prevalence, morphology and relationship with emphysema, bronchiectasis and bronchial wall thickening/ N. Sverzellati, A. Rastelli, A. Chetta, V. Schembri, L. Fasano, A. M. Pacilli, V. Scioscio, T. Bartalena, Massimo De Filippo, M. Zompatori // *Eur. Radiol.* – 2009. – №19. – P. 1669–1678.
149. Sundarakumar, D. K. Multidetector computed tomography imaging of congenital anomalies of major airways: A pictorial essay/ D. K. Sundarakumar, A. S. Bhalla, R. Sharma, A. K. Gupta, S. K. Kabra, P. Jagia// *World J. Radiol.* – 2011. - №3(12). – P. 289-297.

150. Taha, M.S. Spiral CT virtual bronchoscopy with multiplanar reformatting in the evaluation of post-intubation tracheal stenosis: comparison between endoscopic, radiological and surgical findings / M. S. Taha, B. E. Mostafa, M. Fahmy, M. K. Ghaffar, E. A. Ghany // *Eur. Arch Otorhinolaryngol.* – 2009. – №266. – P. 863–866.

151. Tsai1, J. Focal Large Airway Anomalies and Abnormalities in Pediatric Patients/ J. Tsai1, E. Y. Lee, R. Restrepo, R. L. Eisenberg // *AJR.* – 2013. – №201. - P. 163 - 173.

152. Thomas B. P. CT Virtual Endoscopy in the Evaluation of Large Airway Disease: Review/ B. P. Thomas, M. K. Strother, E. F. Donnelly, J. A. Worrell // *AJR.* – 2009. - №192. - P. 20-31.

153. Thornton, R. H. Outcomes of Tracheobronchial Stent Placement for Benign Disease/ R. H. Thornton, R. L. Gordon, R. K. Kerlan // *Radiology.* - 2006. – № 240(1). - P.273- 282.

154. Torre, M. Aortopexy for the treatment of tracheomalacia in children: review of the literature/ M. Torre, M. Carlucci, S. Speggorin, M. J. Elliott// *Italian Journal of Pediatrics.* - 2012. – №38. – P. 62.

155. Tsukada, H. A novel Animal Model for Hyperdynamic Airway Collapse/ H. Tsukada, C. R. O'Donnell, R. Garland, F. Herth, M. DeCamp, A. Ernst / *CHEST.* – 2010. – №138 (6). – P.1322–1326.

156. Vogl, T.J. MRI in pre- and postoperative assessment of tracheal stenosis due to pulmonary artery sling/ T. J. Vogl, T. Diebold, C. Bergman, C. Döhlemann, K. Mantel et al. // *J. Comput. Assist. Tomogr.* – 1993. – №17 (6). – P. 878-86.

157. Vogl, T. J. MRI of the hypopharynx, larynx and neck/ T. J. Vogl, W. Steger, J. O. Balzer, C. Bergman, J. Lissner / *Eur. Radiol.* - 1992. – №2. – P. 391-408.

158. Whight, C.D. Tracheomalacia. / C. D. Whight // *Chest surg. Clin. N. Am.* – 2003. – №13. – P. 349-357.

159. Williamson J. P. Using Optical Coherence Tomography To Improve Diagnostic and Therapeutic Bronchoscopy/ J. P. Williamson, R. A. McLaughlin, M. J. Phillips, et. al / *CHEST.* – 2009. – №136. – P. 272–276.

160. Zias, N. Post tracheostomy and post intubation tracheal stenosis: Report of 31 cases and review of the literature/ N. Zias, A. Chroneou, M. K. Tabbal// BMC Pulmonary Medicine. – 2008. - №8. – P. 18.

161. Zopf, D. A. Treatment of severe porcine tracheomalacia with a 3-dimensionally printed, bioresorbable, external airway splint/ D. A. Zopf, C. L. Flanagan, M. Wheeler, S. J. Hollister, G. E. Green // JAMA Otolaryngol. Head Neck Surg. – 2014. - №140 (1). – P. 66–71.