

СОВРЕМЕННЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИАГНОСТИКЕ ТРАХЕОМАЛЯЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С РУБЦОВЫМ СТЕНОЗОМ ТРАХЕИ В ПЕРИОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ

И.М. Королева, доктор мед. наук, профессор

М.А. Мищенко, канд. мед. наук, врач-рентгенолог

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет
им. И.М. Сеченова» Минздрава России,
ул. Большая Пироговская, 2, стр. 4, Москва, 119991, Российская Федерация

CURRENT COMPUTER TECHNOLOGIES IN THE DIAGNOSIS OF TRACHEOMALACIA IN PATIENTS WITH CICATRICIAL TRACHEAL STENOSIS IN THE PERIOPERATIVE PERIOD

I.M. Koroleva, Dr. Med. Sc., Professor; orcid.org/0000-0001-5244-6651

M.A. Mishchenko, Cand. Med. Sc., Radiologist; orcid.org/0000-0003-0181-3356

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University,
Ministry of Health of the Russian Federation,

ul. Bol'shaya Pirogovskaya, 2, stroenie 4, Moscow, 119991, Russian Federation

Цель исследования – провести анализ возможностей современных методов лучевой диагностики в выявлении, оценке степени выраженности и протяженности трахеомалации (ТМ) у пациентов с рубцовым стенозом трахей (РСТ), определить значимые признаки ТМ по данным динамических исследований многосрезовой компьютерной томографии (МСКТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ).

Материал и методы. В исследование включены результаты обследования 94 пациентов, из которых у 81 был установлен диагноз РСТ. Для проведения анализа эффективности методов исследования пациенты были разделены на три группы, сформирована контрольная группа. Диагноз ТМ был верифицирован на основании клинического обследования, данных инструментальной диагностики, результатов МСКТ и МРТ, сведений интраоперационной ревизии. Учитывались особенности послеоперационного периода пациентов. Рассчитывались показатели диагностической эффективности: чувствительность, специфичность, точность. Проведено сравнение статических лучевых методов (МСКТ и МРТ) и динамических методик (дМСКТ и дМРТ).

Результаты. Эффективность динамических методик в выявлении симптомов ТМ оказалась вдвое выше, чем у эндоскопического метода, который считается главным методом диагностики патологических изменений трахеи. Определены диагностические возможности МСКТ, дМСКТ, МРТ, дМРТ, сформулированы критерии выявления трахеомалации. Применение динамических методик для выявления клинически значимой ТМ у пациентов с РСТ позволило в 36,9% случаев радикально изменить хирургическую тактику.

Заключение. Предложенный алгоритм обследования пациентов с РСТ, включающий динамические лучевые методики определения функционального состояния стенки трахей, позволяет выбрать оптимальную тактику лечения и существенно сократить риск возникновения осложнений и рецидива заболевания.

Objective: to analyze current radiodiagnostic techniques in identifying tracheomalacia (TM) and estimating its severity and extent in patients with cicatricial tracheal stenosis (CTS) and to determine the important characteristics of TM according to follow-up multislice computed tomography (MSCT) and magnetic resonance imaging (MRI) findings.

Material and methods. The investigation included the results of examining 94 patients, 81 of whom were diagnosed with CTS. To analyze the efficiency of the studies, the patients were divided into three groups; a control group of patients was formed. The diagnosis of TM was verified by clinical examination, instrumental diagnosis, MSCT and MRI studies, and intraoperative revision. The patients' postoperative features were taken into consideration. Diagnostic performance measures, such as sensitivity, specificity, and accuracy, were calculated. Static radiation techniques (MSCT and MRI) and follow-up procedures (fMSCT and fMRI) were compared.

Results. The follow-up procedures were proven to be twice as informative for the detection of the symptoms of TM as the endoscopic method that is considered the main method for the diagnosis of pathological tracheal changes. The diagnostic capabilities of MSCT, fMSCT, MRI, and fMRI were determined; criteria for identifying TM were formulated. The use of the follow-up procedures to identify clinically significant TM in patients with CTS could radically alter surgical tactic in 36.9% of cases.

Conclusion. The proposed algorithm for examination of patients with CTS, which includes follow-up radiation procedures to evaluate the functional state of the tracheal wall, makes it possible to determine an optimal treatment policy and to significantly reduce the risks of complications and disease recurrences.

Index terms: computed tomography; magnetic resonance imaging; tracheomalacia; cicatricial tracheal stenosis; diagnostics of the trachea diseases.

For citation: Koroleva I.M., Mishchenko M.A. Current computer technologies in the diagnosis of tracheomalacia in patients with

Ключевые слова: компьютерная томография; магнитно-резонансная томография; трахеомалляция; рубцовый стеноз трахеи; диагностика заболеваний трахеи.

Для цитирования: Королева И.М., Мищенко М.А. Современные компьютерные технологии в диагностике трахеомалляции у пациентов с рубцовым стенозом трахеи в периоперационном периоде. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2018; 99 (4): 197–203. DOI: 10.20862/0042-4676-2018-99-4-197-203

Для корреспонденции: Королева Ирина Михайловна; E-mail: mmact01@yandex.ru

Поступила 06.12.2017

Принята к печати 21.12.2017

Введение

Главной этиологической причиной возникновения рубцового стеноза трахеи (РСТ) является проведение трахеостомии и длительная искусственная вентиляция легких (ИВЛ) [1–3]. По данным разных авторов, частота развития РСТ после ИВЛ варьирует от 0,2 до 25% [3–6]. В последние годы в повседневной клинической практике отмечается увеличение числа пациентов с РСТ, являвшихся ранее безнадежными, которым требуется проведение сложных и длительных реконструктивных хирургических вмешательств, сопровождающихся длительной ИВЛ [2, 4]. Пациенты с РСТ – это тяжелая группа больных, требующих максимально быстрой и полной оценки патологических изменений всех структур стенки трахеи.

Основной мотивацией для усовершенствования алгоритма обследования данной группы пациентов является осознание клиницистами и, в первую очередь, торакальными хирургами высокой значимости трахеомалляции (ТМ) в патогенезе заболевания, нередко сопровождающей и осложняющей течение патологического процесса [1, 3, 7–10]. Необходимо еще до операции понимать объем патологически измененной ткани стенки трахеи для определения вида оптимального оперативного вмешательства, хирургического доступа и протяженности резекции. До недавнего времени возможности выявления ТМ ограничивались оценкой клинических симптомов и применением классичес-

ких рентгенологических методик с очень сомнительными результатами, при этом оценка полученных сведений весьма субъективна и приближительна. Все это в совокупности позволяло лишь заподозрить процесс трахеомалляции. К сожалению, до настоящего времени не стандартизованы объем и последовательность проводимых диагностических мероприятий в отношении установления факта ТМ у пациентов с РСТ [1, 3] и оценка ее распространенности.

На сегодняшний день эндоскопический метод исследования остается главным рутинным способом обследования пациентов при подозрении на заболевание трахеи. При эндоскопическом осмотре рубцово-измененной трахеи возможно визуализировать лишь внешние проявления стеноза трахеи со стороны слизистой оболочки, в то время как глубокие патологические процессы в стенке трахеи остаются недоступными для изучения с помощью эндоскопической техники. Полноценно выявить патологическую подвижность стенок трахеи данным методом затруднительно. Оценка степени тяжести ТМ с его помощью является субъективной в силу отсутствия данных о количественных показателях морфологических и функциональных изменений трахеи на выдохе и кашле, в частности о площади ее просвета.

Многорезовая компьютерная томография (МСКТ) занимает важное место в арсенале методов лучевой диагностики раз-

личных заболеваний трахеи, однако сведения о МСКТ-диагностике ТМ при РСТ ограничены и не систематизированы. Стандартное статичное МСКТ-исследование не позволяет выявить процесс ТМ, так как нарушение каркасной функции стенки трахеи возможно оценить лишь при динамическом исследовании.

For correspondence: Irina M. Koroleva; E-mail: mmact01@yandex.ru

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received December 6, 2017

Accepted December 21, 2017

личных заболеваний трахеи, однако сведения о МСКТ-диагностике ТМ при РСТ ограничены и не систематизированы. Стандартное статичное МСКТ-исследование не позволяет выявить процесс ТМ, так как нарушение каркасной функции стенки трахеи возможно оценить лишь при динамическом исследовании. В современной мировой литературе имеются единичные работы, освещающие применение МРТ для оценки состояния трахеи при ее поражении. При этом встречаются диаметрально противоположные мнения о возможностях и роли МРТ при обследовании пациентов с патологически измененной трахеей, основанные на особенностях анатомического расположения органа (близость к легочной ткани, малые размеры). Почти нет сообщений о диагностике ТМ на фоне РСТ с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ), несмотря на высокое мягкотканое разрешение метода. Не представлены сведения о применении динамического (функционального) МРТ-исследования трахеи во время форсированного дыхания. В связи с этим существует необходимость проведения объективного анализа комплекса статичных КТ- и МРТ-исследований с количественной оценкой показателей информативности современных методов диагностики поражения трахеи, определения места каждого из них в диагностическом алгоритме обследования пациентов с РСТ, а также возможностей новых динамических (функциональных) методик

и их влияния на выбор оперативного вмешательства, его объем и результат.

Материал и методы

В исследование включены 94 пациента, проходивших лечение в клинике торакальной хирургии УКБ № 1 Первого МГМУ им. И.М. Сеченова с 2013 по 2016 г. Среди обследованных и прооперированных пациентов преобладали мужчины в активном трудоспособном возрасте: возраст пациентов варьировал от 17 до 77 лет, средний возраст составил $43,7 \pm 3,43$ года, распределение по полу было следующим: 41 (43,6%) женщина и 53 (56,4%) мужчины. Все пациенты были разделены на три группы. Первая группа ($n=35$) – это пациенты с диагнозом РСТ, не способные самостоятельно дышать в течение 30 мин без трахеостомической трубки. Вторую группу ($n=46$) составили пациенты с диагнозом РСТ, которые могут самостоятельно дышать без трахеостомической трубки не менее 30 мин. В 3-ю (контрольную) группу ($n=13$) включены пациенты с торакальной патологией без поражения трахеи.

Все пациенты из 1-й группы были обследованы с помощью комплекса методов, включающего фибробронхоскопию, спирографию и статичные методы лучевого исследования (рентгенография и/или МСКТ с 3D-реконструкцией изображения и построением виртуальной бронхоскопии). Комплекс обследования 2-й и 3-й групп пациентов поми-

мо вышеперечисленного включал динамические методики МСКТ и/или МРТ (с в/в введением контрастного вещества). Выполнялась корреляция полученных данных с интраоперационными находками, подтвержденными результатами морфологического исследования.

Распределение динамических методик было следующим: 41 дМСКТ и 21 дМРТ. Перед исследованиями проводился инструктаж по технике дыхательных движений, хронометраж и тренировка техники форсированного вдоха/выдоха. У пациентов с установленной трахеостомической трубкой проводили ее удаление перед исследованием. Технические параметры при МСКТ-исследованиях трахеи: толщина среза 0,5 мм, сила тока в трубке 35 мАс, коллимация $65 \times 0,5$ мм, время оборота трубки 0,25–0,5 с, напряжение 120 кВ, исследование выполняли в момент нефорсированного вдоха. Проводили построение мультипланарных реформаций, трехмерных реконструкций (3D) и виртуальную бронхоскопию. Динамическое МСКТ-исследование осуществляли при помощи модифицированного протокола Dynamic Lung на фоне форсированного дыхания. Технические параметры: напряжение 100 кВ, сила тока 300 мА, поле обзора D-Fol 200 мм, время динамического сканирования 4–7 с, протяженность сканирования 16 см. Магнитно-резонансная томография трахеи, гортани и мягких тканей шеи выполнялась на томографах с напря-

женностью магнитного поля 3 и 1,5 Тл, с введением контрастного вещества. Исследования проводились в трех плоскостях (аксиальной, сагиттальной, фронтальной), с импульсными последовательностями: T2-ВИ, T2-ВИ Fs, T2-trufi, T1-ВИ, T1-ВИ Fs, толщина среза 2–3 мм. Динамическое исследование МРТ выполняли с использованием модифицированных коротких быстрых последовательностей T2-ВИ Trufi/HASTE, толщина 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. После сканирования области трахеи при помощи динамических программ по изображениям трахеи в период форсированного дыхания определяли площадь ее поперечного сечения при максимальном вдохе и в конце выдоха (в мм^2) (рис. 1, 2). Далее проводили математический подсчет изменения площади поперечного сечения трахеи вследствие спадения ее стенок при форсированном дыхании, высчитывали их соотношение в процентах 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 мм^2), B – площадь поперечного сечения трахеи на выдохе (в мм^2).

Если полученное значение составляло более 50%, диагностировали нарушение каркасной функции трахеи [10]. Известен

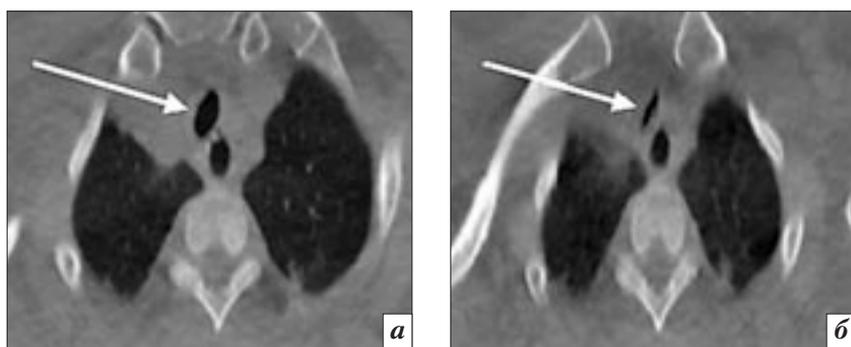


Рис. 1. Динамическая МСКТ трахеи. Исследование с функциональной пробой во время форсированного дыхания. Аксиальная проекция, средостенный режим. Пациентка К., 65 лет, диагноз: рубцовый стеноз шейногрудного отдела трахеи II ст. Умеренная степень трахеомалации (индекс ТМ=66%), локальная форма: а – просвет трахеи во время форсированного вдоха; б – просвет трахеи во время форсированного выдоха (саблевидная форма)

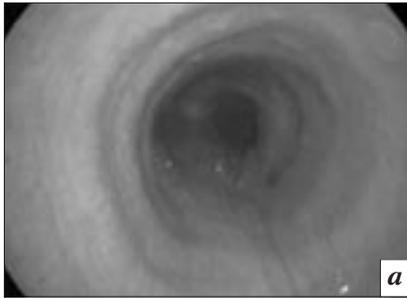
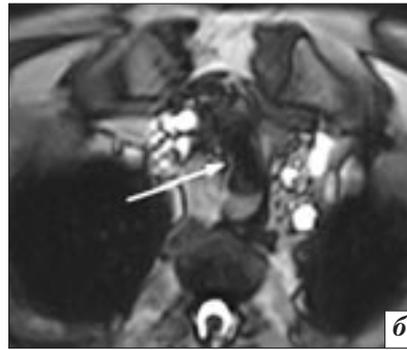
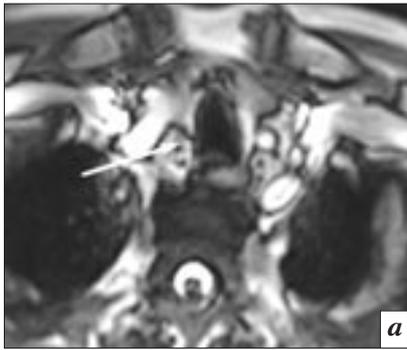


Рис. 2. Динамическая МРТ трахеи. Исследование с функциональной пробой во время дыхания. Аксиальная проекция. T2-ВИ. Пациент П., 23 лет, диагноз: постинтубационный рубцовый стеноз шейного отдела трахеи III ст. Легкая степень трахеомалации, распространенная форма:
а – просвет трахеи во время форсированного вдоха; *б* – просвет трахеи во время форсированного выдоха (саблевидная форма)

Рис. 3. Фибротрехеобронхоскопия. Пациент К., 36 лет, диагноз: рубцовый стеноз верхнегрудного отдела трахеи I ст. Легкая степень трахеомалации, распространенная форма:
а – просвет трахеи во время форсированного вдоха; *б* – просвет трахеи во время форсированного выдоха (саблевидная форма)

факт изменения формы трахеи при различных заболеваниях. У пациентов с хронической обструктивной болезнью легких просвет трахеи приобретает серповидную форму. В момент форсированного дыхания просвет неизменной трахеи также меняет форму, но при экспираторном стенозе и ТМ вследствие утери эластичности стенок и нарушения каркасной функции просвет трахеи приобретал нетипичные формы. При ретроспективном анализе изображений мы выделяли следующие формы трахеи, сопутствующие ТМ: полулунную форму или форму полумесяца, саблевидную или щелевидную форму и комбинированный или смешанный тип. После установления факта ТМ проводили оценку выраженности (степень и распространенность) патологического процесса. В зависимости от формы трахеи во время выдоха проводили дифференциацию между экспираторным стенозом трахеи и ТМ. Эндоскопические исследования осуществляли в двух вариантах – фибротрехеобронхоскопия и ригидная трахеоскопия, при помощи аппарата Peantax EB – 1570 K (рис. 3). 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 2 мм. Вид исследования определяли индивидуально в каждом конкретном случае, в зависимости от локализации стеноза, степени сужения, наличия трахеостомы.

Результаты

Клинические жалобы пациентов с ТМ и без нее в исследуемых группах существенно не различались. Основные жалобы пациентов с выявленной ТМ были на затруднение дыхания, наличие трахеостомы, кашель и одышку разной степени выраженности. При проведении динамических исследований у 18 (39%) пациентов 2-й группы диагностировали чрезмерное сужение дыхательных путей на выдохе: в 17 (94,4%) случаях из них обнаружили ТМ, у 1 (5,6%) пациента был выявлен экспираторный стеноз. У всех пациентов 3-й группы при проведении динамических методик степень спадения стенок трахеи во время форсированного выдоха составила менее 45%. Средняя величина изменения просвета трахеи

в процентном выражении у пациентов с установленной ТМ составила 62% (от 54 до 89%). Легкая степень ТМ диагностирована у 14, умеренная – у 3 пациентов, тяжелая степень ТМ не была выявлена. Просвет трахеи в виде полумесяца был зарегистрирован у 5 пациентов, саблевидная форма – у 4, комбинированная – у 8 пациентов. У 10 пациентов ТМ была диагностирована только на уровне РСТ, у 4 распространялась выше и ниже стеноза, у 2 – выше стеноза, у 1 пациента – ниже РСТ.

Магнитно-резонансная томография – это метод тонкой оценки структурных изменений стенки трахеи. Полученные МР-данные о ее состоянии, сопоставленные с результатами эндоскопического исследования и оперативного вмешательства, позволили нам сформулировать МР-признаки структурных изменений патологически измененной стенки трахеи при различных ее состояниях. Разные МР-сигналы были характерны для отека и воспалительного процесса в слизистом слое, фиброзных изменений и разрастаний грануляционной ткани; отчетливо визуализировались участки с локальным надрывом

Распределение пациентов с РСТ в зависимости от вида проводимого лечения

Вид операции	Число больных		Всего
	1-я группа	2-я группа	
Циркулярная резекция трахеи	6 (17,1%)	14 (30,4%)	20 (24,7%)
Этапные реконструктивно-пластические операции	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%)

стенки трахеи, нарушение целостности (дефрагментация) хрящевых полуколец трахеи. Особое значение имеет возможность оценки МР-сигнала от интрамурального компонента стенки трахеи на участке РСТ и ТМ, что абсолютно невозможно при эндоскопическом исследовании. В ходе нашей работы было установлено, что статичное МСКТ-исследование в диагностике ТМ не чувствительно и не специфично, тогда как функциональные исследования дают максимальную диагностическую информацию. Чувствительность дМСКТ составила 94,1%, специфичность – 96,4%, точность – 95,5%. Чувствительность МРТ – 83,3%, специфичность – 88,8%, точность – 87,5%, показатели дМРТ значительно выше: чувствительность – 88,8%, специфичность – 92,8%, точность – 91,3%. Достоверность МР-данных была подтверждена результатами оперативного вмешательства и морфологическими данными. Из 81 пациента с диагнозом «рубцовый стеноз трахеи» у 66 (81,5%) было проведено оперативное вмешательство, включающее и эндоскопические варианты восстановления просвета трахеи (см. таблицу).

Обсуждение

Клиническая картина ТМ не специфична и не позволяет однозначно ее верифицировать у пациентов с РСТ. В то же время при сравнении пациентов с ТМ и без нее была выявлена тенденция к более выраженным проявлениям заболевания. К факторам рис-

ка 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.

Эндоскопический метод в качестве основного диагностического метода обследования пациентов с патологией трахеи имеет неоспоримые достоинства в диагностике РСТ. Однако расположение аппарата в голосовых складках не позволяет создать физиологичное давление воздуха при дыхании и кашле, что нарушает естественное движение трахеальных стенок, а также не обеспечивает полноценную визуализацию патологической подвижности стенок трахеи. Наличие трахеостомы также не позволяет четко определять участок ТМ. Результаты нашего исследования наглядно демонстрируют, что при данном методе обследования пациентов с РСТ легкая степень ТМ часто просто не диагностировалась. При эндоскопии абсолютно невозможно получить информацию об изменении трансмурального компонента стенки трахеи без ее биопсии. Наконец, отсутствует возможность определения топического расположения РСТ относительно соседних анатомических структур.

МСКТ по сравнению с эндоскопическим методом позволяет оценить дистальные отделы дыхательных путей даже при выраженных рубцовых изменениях

трахеи. Высокая точность неинвазивного измерения геометрических соотношений прилежащих анатомических структур по сравнению с бронхоскопией также является очевидным преимуществом метода. Исследование позволяет выполнять виртуальную бронхоскопию и строить 3D-изображения для более наглядной визуализации патологических изменений, что особенно важно для врачей не рентгенологов. Относительные недостатки МСКТ – невозможность оценки патологических изменений интрамурального компонента стенки трахеи, оценка толщины стенки трахеи при фиброзных изменениях в паратрахеальной зоне без проведения внутривенного контрастирования. Неинвазивность, физиологичность и объективность в оценке процесса коллапса просвета трахеи на выдохе является преимуществом модифицированных динамических методик МСКТ и МРТ по сравнению с существующими методами диагностики. Эти исследования позволяют провести дифференциальную диагностику между экспираторным стенозом, внешней компрессией и т. д. По диагностической ценности в отношении выявления ТМ результаты дМСКТ и дМРТ сопоставимы. Магнитно-резонансная томография в силу физических основ метода позволяет выявлять патологические изменения интрамурального компонента стенки трахеи на любом ее участке. Метод может использоваться как альтернатива инвазивному

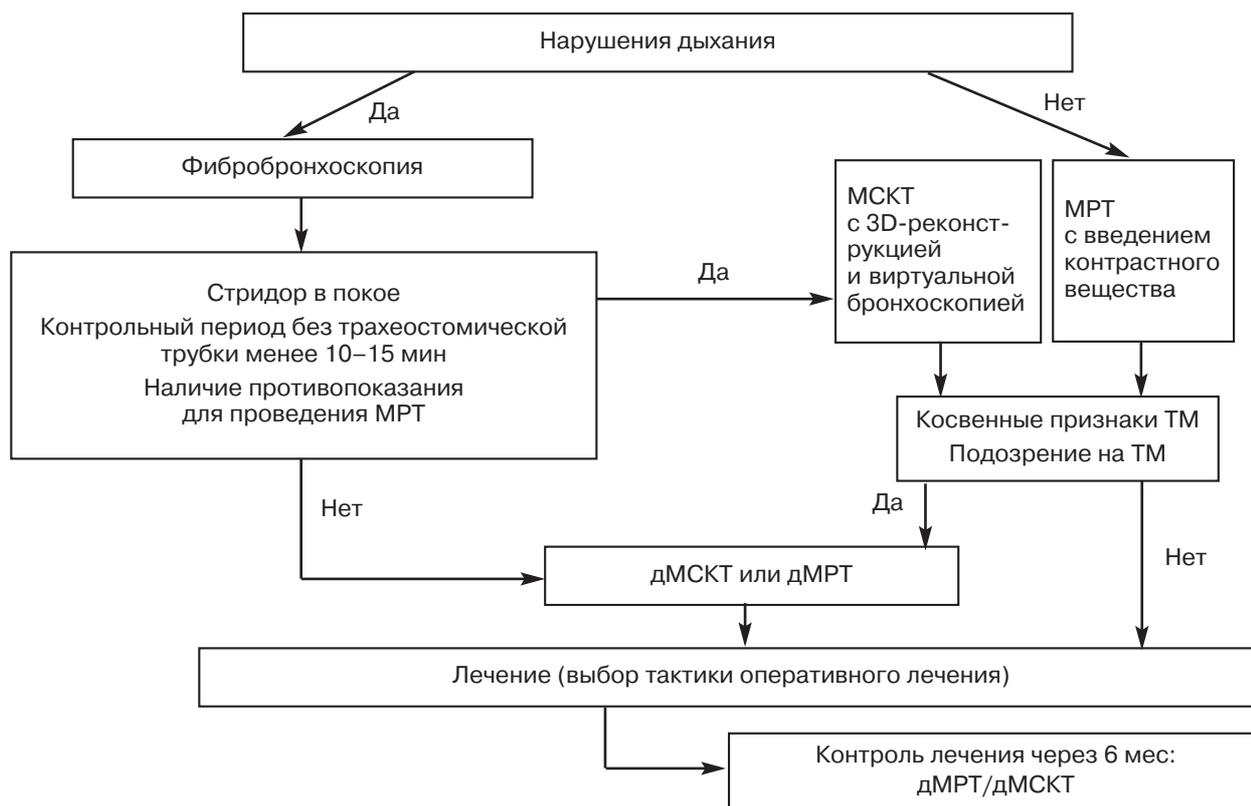


Рис. 4. Алгоритм обследования пациентов с рубцовым стенозом трахеи

эндоскопическому обследованию. К недостаткам МРТ можно отнести относительно длительное время исследования, что затруднительно у пациентов с трахеостомой.

Накопленный опыт обследования 94 пациентов, из которых у 20 больных на фоне РСТ была диагностирована ТМ, позволил разработать алгоритм обследования данной категории больных с применением новых динамических методик (рис. 4). При помощи дМСКТ и дМРТ этот алгоритм позволяет получить более достоверную информацию о функциональном изменении стенки трахеи, чем при эндоскопическом исследовании, и может кардинально поменять тактику лечения пациентов с РСТ. Для снижения риска развития осложнений при проведении радикальных методов лечения в ходе операции необходимо учитывать длину патологически измененного участка трахеи. Выбор радикальной операции с увеличением длины удаляемого сег-

мента трахеи с иным хирургическим доступом у пациентов 2-й группы с РСТ осуществлен чаще, чем в 1-й группе, в 40% случаев. В 50% случаев отказались от эндоскопического бужирования. Решение об отказе от оперативного вмешательства встречалось чаще на 34%. Таким образом, когда не выявляли ТМ либо диагностировали ее на ограниченном участке, проводили радикальную операцию – циркулярную резекцию трахеи, что обеспечило полное выздоровление пациентов. При выявлении ТМ было исключено неэффективное в данном случае лечение – эндоскопическое бужирование, а при обнаружении распространенной формы ТМ было принято решение отказаться от оперативного вмешательства, которое привело бы к рецидиву заболевания.

Выводы

1. Разработаны индивидуальные параметры сканирования, снижена доза лучевой нагрузки на 50% (с 5–6 до 3–4 мЗв). Модифи-

цированная методика дМСКТ и новая методика дМРТ оптимальны для оценки функционального состояния трахеи с целью выявления трахеомалации на фоне РСТ. Исследование адаптировано к конкретной анатомической зоне, клинической ситуации и пациенту.

2. МСКТ и МРТ, а также модифицированные методики дМСКТ и дМРТ являются методами выбора при диагностике ТМ на фоне РСТ, наличие которой в корне меняет алгоритм лечения пациента.

3. Разработанный алгоритм позволяет сократить количество инвазивных, не физиологичных процедур и максимально быстро получить всю информацию об изменениях интрамурального компонента стенки трахеи. Чувствительность МРТ в оценке структурного состояния стенки трахеи составила 95,2%, специфичность – 95,4%, точность – 95,3%.

4. Данные дМСКТ и дМРТ в 36,9% случаев позволили изме-

нить тактику ведения пациентов: объем планируемого хирургического вмешательства был изменен в 21,7% случаев, отказ от оперативного вмешательства имел место в 6,5%, от эндоскопического бужирования – в 8,7% случаев.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература [References]

1. Зенгер В.Г., Наседкин А.Н., Паршин В.Д. Хирургия повреждений гортани и трахеи. М.: Медкнига; 2007: 334–48. [Zenger V.G., Nasedkin A.N., Parshin V.D. Surgery of lesions of larynx and trachea. Moscow: Medkniga; 2007: 334–48 (in Russ.)]
2. Перельман Ю.М. Хирургия трахеи. М.: Медицина; 1972. [Perel'man Yu.M. Surgery of the trachea. Moscow: Meditsina; 1972 (in Russ.)]
3. Фоломеев В.Н., Сотников В.Н., Молчанов И.В., Парфенова А.В., Толмачева Т.В. Сравнительный анализ диагностических методов исследования патологии гортани и трахеи. *Эндоскопическая хирургия*. 2006; 12 (6): 20–5. [Folomeev V.N., Sotnikov V.N., Molchanov I.V., Parfenova A.V., Tolmacheva T.V. The comparable analysis of methods of diagnostic of the pathology of larynx and trachea. *Endoscopic Surgery*. 2006; 12 (6): 20–5 (in Russ.)]
4. Паршин В.Д., Королева И.М., Мищенко М.А. Эволюция методов диагностики рубцового стеноза трахеи и трахеомалации. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2016; 5: 17–25. DOI: 10.17116/hirurgia2016517-25 [Parshin V.D., Koroleva I.M., Mishchenko M.A. Evolution of diagnostic methods for cicatricial stenosis and tracheomalacia. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2016; 5: 17–25 (in Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia2016517-25]
5. Паршин В.Д., Королева И.М., Мищенко М.А., Паршин В.В. Диагностика и лечение приобретенной трахеомалации у пациентов с рубцовым стенозом трахеи. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2016; 8: 73–82. DOI: 10.17116/hirurgia2016873-82 [Parshin V.D., Koroleva I.M., Mishchenko M.A., Parshin V.V. Diagnosis and treatment of acquired tracheomalacia in patients with cicatricial tracheal stenosis. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2016; 8: 73–82 (in Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia2016873-82]
6. Фоломеев В.Н., Сотников В.Н. Факторы, способствующие стенозированию трахеи. *Эндоскопическая хирургия*. 2001; 7 (5): 42–5. [Folomeev V.N., Sotnikov V.N. Factors contributing to stenosis of the trachea. *Endoscopic Surgery*. 2001; 7 (5): 42–5 (in Russ.)]
7. De Baets F, De Schutter I, Aarts C., Haerynck F, Van Daele S., De Wachter E. et al. Malacia, inflammation and bronchoalveolar lavage culture in children with persistent respiratory symptoms. *Eur. Resp. J.* 2012; 39 (2): 392–5. DOI: 10.1183/09031936.00035111
8. Baroni R., Ashiku S., Boiselle P.M. Dynamic CT evaluation of the central airways in patients undergoing tracheoplasty for tracheobronchomalacia. *AJR*. 2005; 184 (5): 1444–9. DOI: 10.2214/ajr.184.5.01841444
9. Carden K.A., Boiselle P.M., Waltz D.A. Tracheomalacia and tracheo-bronchomalacia in children and adults. *CHEST*. 2005; 127 (3): 984–1005. DOI: 10.1378/chest.127.3.984
10. Boiselle P.M., O'Donnell C., Bankier A., Ernst A., Miller M.E., Potemkin A. Tracheal collapsibility in healthy volunteers during forced expiration: assessment with multi-detector CT. *Radiology*. 2009; 252 (1): 255–62. DOI: 10.1148/radiol.2521081958