

ДИАГНОСТИКА ТРАХЕОМАЛЯЦИИ В РАМКАХ СИНДРОМА НАРУШЕНИЯ КАРКАСНОСТИ ТРАХЕИ С ПОМОЩЬЮ МСКТ И МРТ. ВОЗМОЖНОСТИ. НЕДОСТАТКИ. ПРИОРИТЕТЫ

Мищенко М.А.

Цель работы. Продемонстрировать возможности, преимущества и недостатки современных лучевых методов в выявлении синдрома нарушения каркасности трахеи, а именно трахеомалации (ТМ), а также проведение дифференциальной диагностики с экспираторным стенозом.

Материалы и методы. В исследование было включено 45 пациентов с диагнозом рубцовый стеноз трахеи. Пациентам были проведены следующие исследования: фибробронхоскопия (ФБС), функция внешнего дыхания (ФВД), мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) с/без внутривенного введения контрастного вещества, в том числе динамические методики (функциональные).

Результаты. Из 45 исследуемых пациентов у 16 (36% случаев) при проведении динамических исследований была выявлена ТМ. У одного пациента (2,5%) был выявлен экспираторный стеноз. Результаты всех исследований были подтверждены морфологически: при взятии материала при ФБС. По результатам исследования ФВД у всех больных диагностировали рестриктивные нарушения.

Выводы. Оценка каркасной функции трахеи неинвазивным и физиологичным способом с целью получения точных данных о нарушении каркасной функции трахеи наиболее оптимальна при проведении МСКТ или МРТ с динамическими методиками на фоне форсированного дыхания. Наиболее полная информация о патологическом изменении интрамурального компонента стенки трахеи возможна при проведении МРТ с введением контрастного вещества.

Ключевые слова: трахеомалация, экспираторный стеноз, МСКТ, МРТ.

ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России. г. Москва, Россия.

DIAGNOSIS OF THE TRACHEOMALACIA WITHIN SYNDROME OF BREACH OF TRACHEA SUPPORT FUNCTION USING MDCT AND MRI. OPPORTUNITIES. DISADVANTAGES. PRIORITIES

Mishchenko M.A.

Objective. To demonstrate the priorities and disadvantages of modern methods in identifying the syndrome of breach of trachea support function, named tracheomalacia (TM), and to provide differential diagnostics with expiratory stenosis.

Materials and methods. The study included 45 patients with diagnosis of tracheal scary stenosis. Patients were conducted the following studies: fiber-optic bronchoscopy (FBS), functions of external respiration (FER), multi-detector computed tomography (MDCT) and magnetic resonance imaging (MRI) with and without contrast agent introduction, including the dynamic techniques (functional).

Results. TM was found in 16 patients (36% of cases) during the dynamic studies. Expiratory stenosis was detected in one case (2,5%). The results of all studies have been confirmed morphologically: intake of the material during FBS. Restrictive disorders were diagnosed in all patients by FER.

Conclusions. The evaluation of the trachea support function using non-invasive and physiological methods for the purpose of obtaining accurate data of breach of trachea support function is the most optimal using MDCT or MRI, with dynamic techniques on the background of forced breathing. The obtaining of the most complete information about pathological changes of the intramural component of the trachea wall is possible using MRI

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University. Moscow, Russia.

with the introduction of contrast agent.

Keywords: tracheomalacia, expiratory stenosis, MDCT, MRI.

Под синдромом нарушения каркасности трахеи понимают состояние, при котором имеется патологическая подвижность стенок трахеи. Данное состояние встречается при трахеомалации и экспираторном стенозе.

Трахеомалация (ТМ) – слабость хрящевой части стенки трахеи, может являться результатом ишемического поражения стенки трахеи с последующим развитием воспалительного процесса (хондрита), разрушением и некрозом хрящей трахеи [1]. При потере каркасной функции трахеи ее стенки спадаются во время выдоха, что приводит к ограничению захвата воздуха, снижению воздушного потока во время выдоха, нарушению эвакуации мокроты из трахеобронхиального дерева. Отсутствие хрящевой поддержки трахеи может стать причиной ее сдавления окружающими структурами, тяжелая степень ТМ может препятствовать эксугации при проведении искусственной вентиляции легких. ТМ может быть врожденной (первичная) и приобретенной (вторичная) [2]. Приобретенный вариант заболевания часто встречается при рубцовом стенозе трахеи (РСТ). В зависимости от формы трахеи на выдохе ТМ принято разделять на следующие формы: «саблевидную» (изменение просвета трахеи за счет уменьшения билатерального размера), «полумесяца» (уменьшение просвета трахеи за счет изменения передне-заднего размера) и комбинированную (смешанную) [3,4]. По степени тяжести ТМ делится на легкую – 51-75%, умеренную – 76-90% и тяжелую – 91-100% [5,6,7].

Экспираторный стеноз – функциональное сужение трахеи за счет чрезмерного пролабирования атоничной мембранозной части в ее просвет при выдохе и кашле [2]. В литературе встречаются синонимы данного патологического процесса: «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» [2,8,9]. 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 [9].

Статические методы лучевой диагностики не позволяют констатировать синдром нарушения каркасности трахеи. Традиционными способами диагностики данного синдрома являются ФБС, ФВД и рентгеноскопия. Новыми методами диагностики этого состояния являются динамическая МСКТ (дМСКТ) и динамическая МРТ (дМРТ) с проведением функциональной пробы.

Цель исследования.

Сравнить современные методы диагностики ТМ, выявить их возможности, достоинства, а также недостатки и определить диагностический алгоритм при обследовании пациентов с подозрением на синдром нарушения каркасности трахеи.

Таблица №1. Распределение пациентов с рубцовым стенозом трахеи (РСТ) по этиологии.

Этиология РСТ	Количество пациентов (N)	%
Посттрахеостомический	3	80
Постинтубационный	7	16
Посттравматический	1	2
Идиопатический	1	2
Итого	45	100%

Материалы и методы.

С августа 2013 года по март 2015 года обследовано 45 пациентов с РСТ. Этиологией РСТ чаще всего была ятрогенная причина (Табл. №1). Возраст пациентов варьировал от 18 до 71 года, средний возраст пациентов составил 34 ± 6 (Табл. №2). Были проведены исследования: 30 дМСКТ исследований, 15 дМРТ исследований, включая 5 исследований с в/в контрастированием.

дМСКТ проводили на аппарате Toshiba Aquilion 320 с техническими параметрами: напряжение kv 100, сила тока mA 300, поле исследования D-FoI 200, время динамического сканирования 4-7 секунд.

дМРТ проводили на томографах фирмы SIEMENS с напряженностью магнитного поля 3 Тл и 1,5 Тл. 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 (91), время инверсии TI 1.54 (1400), поле исследования FOV 25; срезы проводились отдельно для каждой фазы форсированного дыхания, на трех уровнях: уровень рубцового стеноза трахеи, выше и ниже суженного участка трахеи на расстоянии равному размеру тела позвонка.

каркасной функции трахеи. В зависимости от формы трахеи во время выдоха дифференцировали между собой ТМ (уменьшение просвета трахеи за счет спадения передне-боковых стенок трахеи) и экспираторный стеноз (уменьшение просвета трахеи за счет пролабирования мембранозной части трахеи в виде «подковообразной» формы). В зависимости от варианта деформации просвета трахеи, ТМ разделяли на «саблевидную» форму, форму «полумесяца» или комбинированную форму (Табл. №3). По степени тяжести ТМ подразделяли на легкую степень (51-75%), умеренную (76-90%), тяжелую (91-100%).

Всем пациентам в обязательном порядке проводили ФБС как «золотой стандарт» диагностики заболеваний трахеи. Всем пациентам проводили исследование ФВД.

Результаты исследования.

У 16 пациентов (36% случаев) из 45 при проведении динамических исследований была выявлена ТМ. У одного пациента (2,5%) обнаружен экспираторный стеноз. У остальных 28 больных спадение стенки трахеи составило менее 45%. Результаты исследований подтверждены при ФБС.

Средняя величина спадения просвета трахеи в исследуемой группе при ТМ составила 62%. Диапазон колебаний результатов варьиро-

Таблица №2. Распределение пациентов с РСТ по возрасту и полу.

	Возраст							Всего
	до 20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71 и ст.	
Количество пациентов (N)	1	11	13	9	7	3	1	45
%	2	24	30	20	15,5	6,5	2	100
М		8	9	7	4	2	1	31
Ж	1	3	4	2	3	1		14

После получения дМСКТ и дМРТ изображений производили количественную оценку степени спадения поперечного сечения просвета дыхательных путей в мм² по формуле:

Процент спадения просвета трахеи = ((A-B)/A) x 100%,

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

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








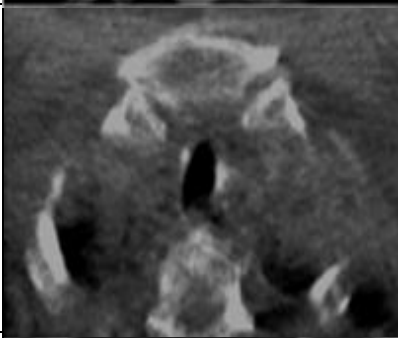
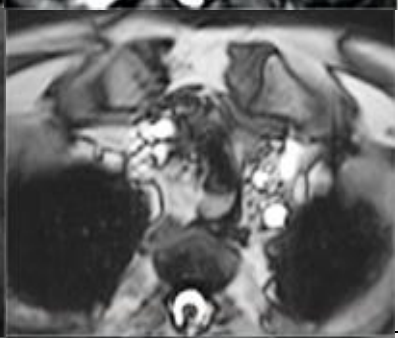

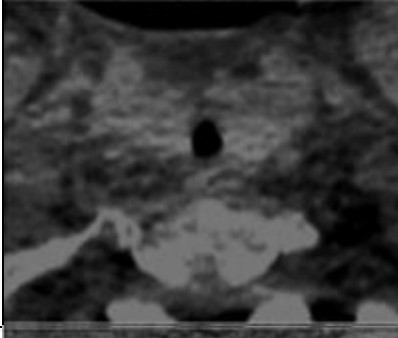
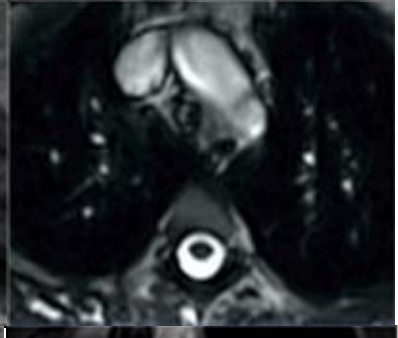


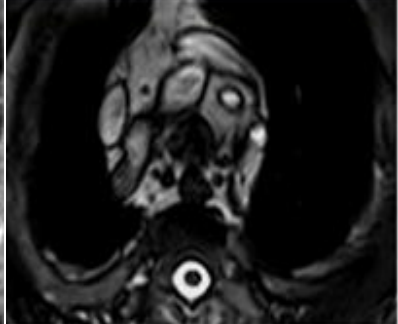
Если полученное значение составляло более 50%, диагностировали синдром нарушения

вал в интервале 54-89%. Форму трахеи в виде «полумесяца» выявили у 5 пациентов, «саблевидную» форму - у 4, комбинированную форму - у 7. Легкую степень ТМ диагностировали у 10 пациентов, умеренную степень - у 6, тяжелой степени не было.

У 9 пациентов ТМ диагностирована только на уровне РСТ, у 4 пациентов она локализовалась выше и ниже стеноза, у 2 – краниальнее стеноза, у 1 – каудальнее РСТ.

Патологическая подвижность мембранозной части трахеи у пациента с экспираторным

Таблица №3. Виды формы просвета трахеи при форсированном выдохе.

Схема	дМСКТ	дМРТ	Заключение
			Норма
			Трахеомаляция: просвет трахеи в виде «полумесяца»
			Трахеомаляция: просвет трахеи в виде «саблевидной» формы
			Трахеомаляция комбинированная форма
			Экспираторный стеноз

стенозом определялась в грудном отделе трахеи. Процент спадения просвета трахеи составил 65%.

Толщина стенки трахеи на уровне рубцового стеноза трахеи в хрящевой ее части у пациентов без ТМ варьировала от 1,5 до 7 мм. У пациентов с трахеомалацией она составила 1,5-5 мм. У 7 пациентов с распространенной ТМ толщина стенки трахеи в хрящевой ее части вне зоны РСТ составила менее 3 мм (от 1,5 мм до 2,5 мм). У больного с экспираторным стенозом толщина стенки трахеи вне локализации РСТ, так же, как и у пациентов с ограниченной ТМ, была нормальной и составила в хрящевой ее части 3-4 мм, в мембранозной – 2-3 мм.

Структура стенки трахеи на измененном участке (зона РСТ и ТМ) была несколько неоднородной за счет участков гипоинтенсивного сигнала на Т2-ВИ. После введения контрастного вещества на уровне РСТ у всех пациентов (n=5), независимо от наличия или отсутствия ТМ, отмечалось неравномерное накопление контраста стенкой трахеи за счет участков гипоинтенсивного сигнала (участки фиброза). Накопление контрастного вещества стенками трахеи на неизмененных участках происходило только в начале контрастирования. МР-сигнал от ткани стенки трахеи на неизмененных участках был однородным.

По данным исследования ФВД у всех пациентов выявляли рестриктивные нарушения. По мере увеличения степени РСТ ухудшалась проходимость дыхательных путей, снижался показатель ЖЕЛ.

Обсуждение результатов.

В литературе часто встречается подмена понятий ТМ и экспираторного стеноза. Анатомическая область этих заболеваний разная и, как следствие, при неточной или неверной постановке диагноза может быть назначено неправильное лечение. Необходимо знать все возможные виды ТМ для проведения дифференциальной диагностики и выбора адекватной терапии.

Синдром нарушения каркасности трахеи плохо диагностируется клинически, так как проявления данной патологии неспецифичны и могут долго не распознаваться или быть неправильно истолкованными. Наиболее частые жалобы пациента, включающие в себя кашель, затрудненное дыхание, одышку, затруднение отхождения мокроты, могут быть расценены как симптомы, сопровождающие РСТ, ХОБЛ, бронхиальную астму [1].

Основным методом диагностики заболеваний трахеи остается ФБС. При необходимости диагностическую процедуру можно перевести в лечебную. Метод позволяет дифференцировать ТМ от экспираторного стеноза. Возможна визуальная оценка слизистого слоя стен-

ки трахеи. Однако, метод инвазивный и не физиологичный, так как введенный в просвет трахеи фибробронхоскоп не позволяет адекватно функционировать гортани, полностью спадаться стенкам трахеи во время форсированного дыхания или кашля, что может спровоцировать недооценку степени тяжести и распространенности процесса. При выраженном РСТ не всегда удается пройти эндоскопом ниже суженного участка, а значит, отсутствует возможность оценки нижележащих отделов. Метод субъективный, т.к. невозможно провести количественную оценку процента спадения трахеи. Кроме этого, метод инвазивен и существует ряд противопоказаний для его проведения.

Исследование ФВД, позволяющее констатировать наличие нарушения проходимости дыхательных путей, может привести к недооценке, имеющейся ТМ или к ошибочной диагностике основного заболевания. Схожие спирометрические данные наблюдаются при хронической обструктивной болезни легких и бронхиальной астме [10].

Метод дМСКТ информативен, позволяет получить информацию о ТМ, экспираторном стенозе трахеи. Возможно оценить распространенность патологической подвижности стенки трахеи, визуализировать участки обызвествления. Однако, метод несет лучевую нагрузку, поэтому частое повторение данного метода не всегда оправдано. При фиброзных изменениях в паратрахеальной зоне невозможно оценить истинную толщину стенки трахеи.

Преимущества методики дМСКТ:

- является неинвазивной и физиологичной;
- получение полной информации о функциональном состоянии стенки трахеи;
- возможность дифференциальной диагностики трахеомалации и экспираторного стеноза;
- короткое время исследования (несколько секунд), безопасность у пациентов со стридором;
- возможность выявления кальцинатов в стенке трахеи.

Недостатки методики дМСКТ:

- лучевая нагрузка;
- невозможность оценки патологических изменений интрамурального компонента стенки трахеи;
- не всегда имеется возможность оценки толщины стенки трахеи.

Наиболее информативным методом лучевой диагностики на примере нашей работы следует считать МРТ с проведением динамической методики и введением контрастного вещества. С помощью данного метода можно выявить косвенные и прямые признаки ТМ, оценить патологические изменения интрамураль-

Таблица №4. Характеристика методов диагностики трахеомалации.

	Эндоскопический метод	ФВД	МСКТ	МРТ
			дМСКТ	дМРТ
Неинвазивность и физиологичность	+	-	-	-
Лучевая нагрузка	-	-	++	-
Определение степени трахеомалации	±	-	- / +	± / +
Оценка толщины стенки трахеи	-	-	± (*)	+
Оценка структуры стенки трахеи	-	-	± (**)	+
Возможность дифференциальной диагностики экспираторного стеноза от трахеомалации	+	-	- / +	± (***) / +

* - при выраженных фиброзных изменениях в паратрахеальной зоне оценка толщины стенки трахеи затруднительна
 ** - визуализация кальцинатов
 *** - косвенные признаки трахеомалации

ного компонента стенки трахеи: воспалительные изменения слизистого и подслизистого слоев трахеи, визуализация участков фиброза и рубцовой ткани, разрушение хрящевых полуколец трахеи, локальное истончение или надрыв слизистого слоя стенки трахеи.

Преимущества методики дМРТ:

- является неинвазивной и физиологичной;
- получение полной информации о функциональном состоянии стенки трахеи;
- возможность дифференциальной диагностики трахеомалации и экспираторного стеноза;
- возможность определения истинной толщины стенки трахеи;
- возможность оценки патологических изменений интрамурального компонента стенки трахеи;
- не имеет лучевой нагрузки.

Недостатки методики дМСКТ:

- общие противопоказания для МРТ исследования;
- длительное время исследования (20-30 минут), затруднительно у пациентов с установленной трахеостомой.

Таким образом, по нашим данным дМСКТ и дМРТ являются максимально информативными, неинвазивными и физиологичными методиками в диагностике синдрома нарушения каркасности трахеи (Табл. №4).

Выводы.

Наше исследование показало, что ТМ является частой сопутствующей патологией при РСТ, что должно учитываться при определении тактики лечения пациентов. Недооценка или позднее выявление данной хирургической патологии может привести к повторным операциям и осложнениям.

В диагностическом алгоритме пациентов с

подозрением на наличие синдрома нарушения каркасности трахеи на первом месте стоит ФБС, так как метод достаточно мобилен и при необходимости возможно провести лечебную процедуру (бужирование, удаление грануляций, санацию трахеобронхального дерева). После проведения ФБС мы рекомендуем проводить исследование МРТ с введением контрастного

вещества для оценки структуры стенки трахеи. При подозрении или выявлении косвенных признаков ТМ, исследование необходимо дополнить методикой дМРТ или дМСКТ. При наличии у пациента противопоказаний для проведения МРТ необходимо провести дМСКТ.

Список литературы:

1. Kelly A., Carden M.D., Philip M., Boiselle, David A., Waltz M.D., Armin Ernst. *Tracheomalacia and Tracheobronchomalacia in Children and Adults. Chest Journal.* 2005; 127(3): 984-1005.
2. Бродская О. Н. Экспираторный коллапс трахеи и крупных бронхов. *Практическая пульмонология.* 2013; 8-11.
3. Stephen J. Kwong, Müller Nestor L., Roberta R. Miller. *Diseases of the trachea and main-stem bronchi: correlation of CT with pathologic findings. Radiographics.* 1992; 12: 645-657.
4. Fontes A. P., A. A. Santos S. M., Ferreira A. L., Neto, et al. *Tracheobronchomalacia: morfologic evaluation in 64-MDCT. Poster No.: C-1779, ECR. 2011.*
5. Baroni R.H., Feller-Kopman D., Nishino M. et al. *Tracheobronchomalacia: comparison between end-expiratory and dynamic expiratory CT for evaluation of central airway collapse. Radiology.* 2005; 235 (2): 635-641.
6. Boiselle P. M., O'Donnell C. R., Bankier A. A. et al. *Tracheal*

References:

1. Kelly A., Carden M.D., Philip M., Boiselle, David A., Waltz M.D., Armin Ernst. *Tracheomalacia and Tracheobronchomalacia in Children and Adults. Chest Journal.* 2005; 127(3): 984-1005.
2. Brodskaya O.N. *Expiratory collapse of the trachea and main large bronchi. Practical pulmonology.* 2013; 8-11.
3. Stephen J. Kwong, Müller Nestor L., Roberta R. Miller. *Diseases of the trachea and main-stem bronchi: correlation of CT with pathologic findings. Radiographics.* 1992; 12: 645-657.
4. Fontes A. P., A. A. Santos S. M., Ferreira A. L., Neto, et al. *Tracheobronchomalacia: morfologic evaluation in 64-MDCT. Poster No.: C-1779, ECR. 2011.*
5. Baroni R.H., Feller-Kopman D., Nishino M. et al. *Tracheobronchomalacia: comparison between end-expiratory and dynamic expiratory CT for evaluation of central airway collapse. Radiology.* 2005; 235 (2): 635-641.
6. Boiselle P. M., O'Donnell C. R., Bankier A. A. et al. *Tracheal*

Collapsibility in Healthy Volunteers during Forced Expiration: Assessment with Multidetector CT. Radiology. 2009; 252(1): 255-262.

7. Stern E.J., Graham C.M., Webb W.R., Gamsu G. *Normal trachea during forced expiration: dynamic CT measurements. Radiology.* 1993; 187: 27 -31.
8. Филипенко П.С., Кучмаева Т.Б. *Экспираторный стеноз трахеи у больных с фенотипическими признаками недифференцированной дисплазии соединительной ткани. Современные наукоемкие технологии.* 2004; 5: 71-72.
9. Мостовой Ю.М., Константинович Т.В. *Трахеобронхиальная дискинезия. Мистецтво лікування.* 2006; 3: 28-33
10. Белов А.А., Данилогорская Ю.А., Лакшин А.А. *Основные методы функциональной диагностики в клинике внутренних болезней. Руководство для врачей.* 2003. 86 с..

Collapsibility in Healthy Volunteers during Forced Expiration: Assessment with Multidetector CT. Radiology. 2009; 252(1): 255-262.

7. Stern E.J., Graham C.M., Webb W.R., Gamsu G. *Normal trachea during forced expiration: dynamic CT measurements. Radiology.* 1993; 187: 27 -31.
8. Filipenko P.S., Kuchmaeva T.B. *Expiratory stenosis of the trachea in patients with phenotypic characters of undifferentiated connected tissue dysplasia. Modern high technologies.* 2004; 5: 71-72.
9. Mostovoy Yu. M., Konstantinovich T.V. *Tracheobronchial dyskinesia. The art of therapy.* 2006; 3: 28-33.
10. Belov A.A., Danilogorskaya Ya. A., Lakshin A.A. *The basic methods of functional diagnostics in the clinic of internal diseases. Guidance for physicians.* 2003. 86 p.