

Я.В.Марченков, Т.Л.Пашкова, А.Г.Чучалин, В.Е.Синицын

Диагностическая оценка функционального состояния трахеи у больных ХОБЛ

ФГУ НИИ пульмонологии Росздрава, г. Москва

Ya.V.Marchenkov, T.L.Pashkova, A.G.Chuchalin, V.E.Sinitsyn

Evaluation of functional status of the trachea in COPD patients

Summary

Electron beam tomography (EBT) is a recently developed imaging method which allows dynamic investigation of the trachea and mainstem bronchi. This cohort observational cross-sectional study was aimed to compare diagnostic values of different methods evaluating dynamic changes of the trachea in COPD patients suffering from cough. The study involved patients having cough longer than 3 months for last 2 years, with smoking history more than 20 pack-years, FEV₁ 50 to 80 % pred. and FEV₁/FVC < 70 %. We used lung function tests (spirometry, body plethysmography, impulse oscillometry), trachea X-ray examination on expiration and inspiration, bronchoscopy, chest EBT with dynamic imaging of the trachea. According to the EBT findings we calculated the trachea cross-sectional area. We examined 30 COPD patients, 20 of them had expiratory collapse of the trachea (the study group) and 10 patients did not (the comparative group). The mean age of the groups was 60.9 ± 7.9 and 55.2 ± 4.8 respectively. The study group patients demonstrated reduction in spirometric parameters (FVC, FEV₁, area under the expiratory curve) and increase in RV and aerodynamic airway resistance ($p < 0.05$). They also had higher real resistance in 20 Hz (R₂₀) compared to the comparative group. X-ray examination showed the trachea saggital size to be reduced on expiration more than 50 % of the baseline in the study group ($p < 0.05$). Extensive trachea collapse was found during bronchoscopy in 16 (80 %) of the study group patients. Trachea cross-sectional area in EBT diminished significantly during inspiration in patients with extrathoracic tracheal instability and during expiration in those with intrathoracic tracheal instability. We assessed specificity and sensitivity of all the methods applied compared to bronchoscopy. R₂₀ was the most sensitive functional parameter (85 %). X-ray examination was less sensitive (65 %) but quite specific (80 %) method. EBT was highly sensitive (90 %) and highly specific (80 %).

Резюме

В последние годы разработан новый метод визуализации, который носит название электронно-лучевой томографии (ЭЛТ) и позволяет изучать динамические изменения трахеи и главных бронхов. Целью данного когортного обсервационного поперечного исследования было сравнение возможностей различных методов диагностики динамических изменений трахеи у пациентов ХОБЛ, основным клиническим проявлением которой был кашель. Критериями включения пациента в исследование являлись кашель более 3 мес. в году в течение последних 2 лет, анамнез табакокурения более 20 пачко-лет, ОФВ₁ 50–80 %; ОФВ₁/ФЖЕЛ < 70 %. Обследование включало клиническую оценку, исследование функции внешнего дыхания (спирометрия, бодиплетизмография, импульсная осциллометрия), рентгенографию трахеи на вдохе и на выдохе, фибробронхоскопию (ФБС), ЭЛТ органов грудной клетки с визуализацией трахеи в динамическом режиме. При анализе данных электронно-лучевой томографии рассчитывали площадь поперечного сечения трахеи. В исследование вошли 30 больных ХОБЛ: 20 чел. в основную группу (пациенты с выявленным экспираторным пролапсом мембранозной части трахеи) и 10 чел. в группу сравнения (пациенты без экспираторного пролапса мембранозной части трахеи). Средний возраст составил 60,9 ± 7,9 и 55,2 ± 4,8 лет соответственно. Выявлено снижение ФЖЕЛ, ОФВ₁, площади под кривой выдоха и увеличение остаточного объема и аэродинамического сопротивления дыхательных путей у пациентов основной группы ($p < 0,05$). При импульсной осциллометрии реальное сопротивление при 20 Гц (R₂₀) в основной группе было достоверно выше, чем в группе сравнения. При рентгенографии трахеи в основной группе сагитальный размер трахеи в фазе выдоха уменьшался более чем на 50 % от первоначальной величины ($p < 0,05$). При ФБС распространенный коллапс трахеи обнаружен у 16 человек (80 %) основной группы. При ЭЛТ площадь трахеи при экстраторакальной локализации нестабильности уменьшалась на вдохе ($p < 0,05$), а при интаторакальной локализации — на выдохе ($p < 0,05$). Мы проводили расчет чувствительности и специфичности используемых методов по сравнению с ФБС. R₂₀ имело наибольшую чувствительность (85 %) среди функциональных тестов. Рентгенография трахеи имела низкую чувствительность (65 %), но высокую специфичность (80 %). ЭЛТ была высокочувствительна (90 %) и высокоспецифична (80 %).

Актуальность проблемы

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) является одной из наиболее актуальных проблем современного здравоохранения и одной из основных причин заболеваемости и смертности от хронических заболеваний во всем мире — в последние годы она занимает четвертое место среди причин смерти [1–3]. По классическому определению ХОБЛ характеризуется не полностью обратимым ограничением воздушного потока, которое имеет неуклонно прогрессирующий характер и обусловлено патологической абнормальной воспалительной реакцией легочной ткани на повреждающие факторы внешней

среды (вредные частицы, газы) [4]. Наиболее значимым фактором риска развития ХОБЛ является курение [2]. Компоненты табачного дыма, поступая в бронхолегочную систему, вызывают воспалительную реакцию слизистой оболочки бронха и в итоге приводят к нарушению (ремоделированию) нормальной архитектоники терминальных отделов дыхательных путей, а также к избыточной продукции бронхиального секрета и нарушению мукоцилиарного клиренса [5, 6]. Эти изменения приводят, с одной стороны, к прогрессирующему нарушению бронхиальной проходимости, а с другой — поддерживают воспаление

в дыхательных путях [7]. Вышеописанные изменения, характерные для ХОБЛ, клинически проявляются хроническим кашлем, продукцией большого количества мокроты и одышкой при физической нагрузке. Хронический характер кашля способствует значительным перепадам давления в крупных дыхательных путях, что в сочетании с воспалительными изменениями бронхов, создает предпосылки для поражения верхнего отдела респираторного тракта. В свою очередь перепады давления затрагивают в основном трахею и главные бронхи и носят динамический характер. В связи с особенностями патогенеза динамические изменения имеют несколько названий: трахеобронхиальная дискинезия [8], динамическая нестабильность трахеи [9], вторичная трахеомалация [10, 11], трахеобронхомалация [12, 13]. Нестабильность бронхиального дерева, особенно в проксимальном отделе, делает кашель неэффективным, а в сочетании с нарушением мукоцилиарного клиренса ведет к задержке бронхиального секрета и рецидивирующим респираторным инфекциям [14].

Традиционно диагностика динамических изменений складывалась из оценки клинической картины и данных фибробронхоскопии (ФБС) о характере амплитуды движения задней стенки трахеи и главных бронхов в процессе дыхания и кашля. Однако в последние годы все больше внимания стало уделяться неинвазивным методам диагностики, включая методы визуализации, что связано с большей информативностью последних, а также их малой травматичностью и наличием возможных противопоказаний к инвазивным методам [15, 16].

Длительное время основу неинвазивной диагностики динамических изменений трахеи составляло функциональное исследование органов дыхания, включающее исследование кривой "поток—объем".

В последние годы был разработан новый метод визуализации, который получил название электронно-лучевой томографии. Сверхбыстрое сканирование изучаемого органа позволяет избежать артефактов в процессе его движения [17, 18]. Первоначально метод разрабатывался для анализа работы лишь динамически меняющихся органов (сердца и коронарных артерий). Но с появлением электронно-лучевой томографии стало возможным определение характера динамических изменений трахеи и главных бронхов. Таким образом, актуальным является сравнение различных методов диагностики динамических изменений трахеи у пациентов ХОБЛ.

Материалы и методы исследования

Дизайн исследования

Проводилось когортное обсервационное поперечное исследование.

Для исследования отбирались пациенты, страдающие хронической обструктивной болезнью органов дыхания (*GOLD*, 2003), основным клиническим проявлением которой являлся кашель. Исследование состояло из 4 этапов, включающих в себя инвазивные и неинвазивные методы, каждый из которых вносит свой вклад в постановку диагноза.

На 1-м этапе проводился отбор пациентов, предъявляющих жалобы на длительный кашель более 3 мес. в году в течение как минимум последних 2 лет и имеющих значительный анамнез курения сигарет (более 20 пачко-лет). Всем отобранным пациентам проводилась спирометрия с измерением объема форсированного выдоха за 1-ю с ($ОФВ_1$) и модифицированного индекса Тиффно ($ОФВ_1 / ФЖЕЛ$).

Итак, критериями включения пациента в исследование являлись:

- кашель на протяжении более 3 мес. в году в течение последних 2 лет;
- курение сигарет (более 20 пачко-лет);
- спирометрические показатели: $50 \% \leq ОФВ_1 < 80 \%$; $ОФВ_1 / ФЖЕЛ < 70 \%$.

Пациенты, не удовлетворяющие этим критериям, выбывали из исследования.

На 2-м этапе все отобранные на 1-м этапе пациенты проходили общее клиническое обследование, включающее в себя оценку клинической картины, детальное исследование функции внешнего дыхания (ФВД) — кривая "поток—объем", бодиплетизмография, импульсная осциллометрия, а также проводилась рентгенография трахеи на вдохе и на выдохе.

На 3-м этапе пациенты подвергались фибробронхоскопическому исследованию — "золотому стандарту", позволяющему выявить наличие экспираторного коллапса трахеи. На основании наличия или отсутствия коллапса пациенты разделялись на две группы. В группу I (основная группа) включались пациенты, у которых при фибробронхоскопическом исследовании выявлен экспираторный пролапс мембранозной части трахеи. Группу II (группа сравнения) составляли пациенты, у которых пролапс обнаружен не был.

На 4-м этапе пациентам групп I и II проводилась электронно-лучевая томография органов грудной клетки с визуализацией трахеи в динамическом режиме и сравнение ее результатов с (ФБС).

Клиническая характеристика пациентов

В ходе работы были обследованы 55 пациентов, по критериям включения отобраны 30 пациентов, страдающих ХОБЛ (*GOLD*, 2003):

- Группа I (основная группа) включает 20 человек:
- возраст $60,9 \pm 7,9$ лет;
 - пол Ж / М 14 / 6;
 - индекс массы тела $28,2 \pm 4,3$ кг/м²;
 - ХОБЛ IIA степени тяжести (*GOLD*);

* Для расчета использовался клинический случай профессора Ж.Массарда (отделение торакальной хирургии Университетской клиники г. Страсбурга, Франция).

- курение $35,4 \pm 5,2$ пачко-лет (~ 250 кг табака*);
 - кашель дневной $3,8 \pm 0,4$ балла, ночной $1,4 \pm 0,8$ балла.
- Группа II (группа сравнения) включает 10 человек:
- возраст $55,2 \pm 4,8$ лет;
 - пол Ж / М 2 / 8;
 - индекс массы тела $26,8 \pm 2,6$ кг/м²;
 - ХОБЛ ПА степени тяжести (*GOLD*);
 - курение $28,2 \pm 3,4$ пачко-лет (~ 200 кг табака*);
 - кашель дневной $1,6 \pm 0,4$ балла, ночной $1,1 \pm 0,5$ балла.

Методы исследования

Пациенты обеих групп проходили обследование, включающее в себя следующие методы диагностики:

- оценка клинической картины — 30 пациентов;
- кривая "поток—объем" — 30 пациентов;
- бодиплетизмография — 30 пациентов;
- импульсная осциллометрия — 30 пациентов;
- рентгенография трахеи на вдохе и выдохе — 30 пациентов;
- ФБС — 30 пациентов;
- электронно-лучевая томография — 30 пациентов.

Оценка клинической картины

Проводился детальный опрос пациента, выявление жалоб, данных анамнеза заболевания, анамнеза жизни (анамнеза курения). Все пациенты оценивали свой кашель по 6-балльной шкале (*J.A.Hsu, R.B.Stone et al. 1994*), которая была адаптирована к данному исследованию и отражает количество и выраженность кашлевых эпизодов в дневное и ночное время и их влияние на дневную активность и сон. Далее производилось физикальное исследование пациентов.

Исследование ФВД

Исследование ФВД проводилось путем анализа кривой "поток—объем", бодиплетизмографии и импульсной осциллометрии с использованием оборудования и программного обеспечения фирмы *Erich Jaeger*, Германия. Производилась компьютерная обработка полученных данных и вычисление должных величин на основании антропометрических показателей. Визуальное изображение в режиме реального времени позволяло контролировать выполнение пациентами дыхательных маневров.

Кривая "поток—объем"

При оценке кривой "поток—объем" использовались показатели: форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), ОВФ₁, средний форсированный экспираторный поток, форсированный экспираторный поток на уровне 25 %, 50 %, 75 % от ФЖЕЛ, пиковый экспираторный поток, площадь под кривой вдоха и площадь под кривой выдоха, соотношение 50 % форсированного экспираторного потока к 50 % форсированного инспираторного потока. Полученные

данные сопоставлялись с должными величинами, рассчитанными по формулам Европейского сообщества стали и угля (*Quanjer et al. 1993*).

Бодиплетизмография

При оценке бодиплетизмографии использовались показатели: ЖЕЛ, общая емкость легких, остаточный объем, доля остаточного объема в структуре общей емкости легких, функциональная остаточная емкость, емкость вдоха, резервный объем выдоха, аэродинамическое сопротивление дыхательных путей, специфическая удельная проводимость дыхательных путей, сопротивление вдоха и сопротивление выдоха.

Исследование проводилось с использованием прибора *Master Screen Body* (*Erich Jaeger*, Германия).

Импульсная осциллометрия

Для измерения сопротивления дыхательных путей и определения центральных и периферических составляющих сопротивления применялась программа импульсной осциллометрии с использованием специальной приставки *Master Screen IOS* (*Erich Jaeger*, Германия). Оценивали комплексное дыхательное сопротивление, обозначаемое как импеданс (*Z*), реальное сопротивление потоку (*R*) и реактивное сопротивление — реактанс (*X*). Для практической оценки центральной и периферической обструкции оценивали низкочастотный импеданс при 5 Гц с сопротивлением *R*₅ и реактивным сопротивлением *X*₅, а также величину центрального сопротивления *R*₂₀ при 20 Гц.

Рентгенография трахеи на вдохе и выдохе

Для выявления возможного экспираторного пролапса трахеи всем пациентам проводилось рентгенографическое исследование трахеи в боковой проекции в обе фазы дыхательного цикла с последующим измерением ее сагиттального размера. Во время исследования пациент выполнял глубокий вдох, за которым следовал форсированный выдох. Критерием постановки диагноза экспираторного пролапса являлось уменьшение сагиттального размера трахеи на 50 % и более от его первоначальных значений.

ФБС

Экспираторный коллапс трахеи впервые описан *J.Lemoine* в 1949 г. Он выявляется только при выполнении ФБС под местной анестезией. В этом исследовании во время ФБС проводился осмотр трахеи и дыхательных путей до субсегментов, оценка проходимости и наличие признаков экспираторного пролапса трахеи и крупных бронхов на выдохе и при кашле. В зависимости от глубины пролапса оценивали степень динамической нестабильности трахеи. Для 1-й степени заболевания характерен пролапс, который не превышает $\frac{1}{2}$ просвета трахеи и дыхательных путей, при 2-й степени — пролапс составлял $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ просвета, а при 3-й степени нестабильности пролапс превышал $\frac{2}{3}$ просвета трахеи и дыхательных путей. Исследование проводилось с использованием фибробронхоскопа

BF-P20D (*Olympus*, Япония) под местной анестезией, пациент находился в положении лежа.

Электронно-лучевая томография

Для визуализации трахеи и главных бронхов использовался метод электронно-лучевой томографии. Исследование проводилось на аппарате *Imatron C-150* без предварительного введения контрастных веществ. В ходе исследования на 1-м этапе проводилось построение серии томограмм от уровня перстневидного хряща гортани до уровня латеральных синусов. Производились две серии томограмм на форсированном вдохе и на полном выдохе. На 2-м этапе для динамической визуализации трахеи проводилось исследование в динамическом режиме томографирования (*multislice mode*). Протяженность сканирования составляла 7 см от уровня перстневидного хряща трахеи до уровня бифуркации. Ширина томографического среза — 7 мм. Время производства одного томографического среза — 50 мс. В процессе динамического исследования трахеи производилось 2 дыхательных цикла: 2 глубоких вдоха и 2 глубоких выдоха.

Статистическая обработка результатов

Статистическая обработка результатов исследования производилась при помощи пакета прикладных программ *Statistica 6.0*. Данные описательной статистики представлены как выборочное среднее \pm стандартное отклонение. Достоверность различий между исследуемыми группами вычислялась при помощи непарного *t*-критерия Стьюдента.

Различия считались статистически достоверными при $p < 0,05$.

Результаты

Клиническая картина

В группе I, состоящей из 20 пациентов — 14 женщин (70 %) и 6 мужчин (30 %) в возрасте $60,9 \pm 7,9$ лет дневной кашель составлял $3,8 \pm 0,4$ балла, ночной — $1,4 \pm 0,2$ балла. Все пациенты имели анамнез курения сигарет $35,4 \pm 5,2$ пачко-лет. Длительность кашлевого анамнеза, субъективно оцененная пациентом, в этой группе составляла $10,4 \pm 3,1$ лет. Большая часть пациентов (90 %) имела непродуктивный кашель, хотя у ряда обследуемых (10 %) кашель сопровождался отхождением небольшого количества мокроты. Кашель возникал в основном в утренние часы, провоцировался вдыханием холодного воздуха, а также смехом. Характер кашля персистирующий у 16 пациентов (80 %), приступообразный у 4 пациентов (20 %). Начало кашля большинство обследуемых, 18 человек (90 %) связывали с учащением острых респираторных заболеваний, которые сопровождалась отхождением вязкой слизистой или слизисто-гноющей мокроты.

Аллергический анамнез у пациентов этой группы не отягощен.

Также не выявлено влияние профессиональных факторов, которые могли бы послужить причиной появления кашля.

В группе II, состоящей из 10 пациентов — 2 женщины (20 %) и 8 мужчин (80 %) в возрасте $55,2 \pm 4,8$ лет, дневной кашель составлял $1,6 \pm 0,4$ балла, а ночной — $1,1 \pm 0,5$ балла. Анамнез курения сигарет в группе II составлял $28,2 \pm 3,4$ пачко-лет, а длительность кашлевого анамнеза $7,3 \pm 1,2$ лет. Только у 1 пациента (10 %) из группы II отмечался продуктивный характер кашля, остальные пациенты (90 %) не отмечали отхождение мокроты во время кашля. Связь кашля с каким-либо определенным временем суток выявлена не была, а характер кашля у 100 % пациентов был приступообразным. Аллергический анамнез и анамнез профессионального маршрута без особенностей (табл. 1, 2).

ФВД

При анализе ФВД проводилась оценка показателей кривой "поток—объем" в относительных цифрах, показателей бодиплетизмографии, а также импульсной осциллометрии.

При анализе кривой "поток—объем" было выявлено, что имеется статистически достоверное различие ($p < 0,05$) между группой I и группой II по относительным цифрам ФЖЕЛ (FVC), ОФВ₁ (FEV₁), площади под кривой выдоха (AE) ($p < 0,05$; рис. 1–3).

При анализе данных бодиплетизмографии оценивали ЖЕЛ (VC), общую емкость легких (ОЕЛ; TLC), остаточный объем (ОО; RV), аэродинамическое сопротивление дыхательных путей (Raw) и специфическую удельную проводимость дыхательных путей (sGaw). В результате оценки было выявлено статистически достоверное ($p < 0,05$; $p < 0,01$) увеличение остаточного объема по относительным значениям и аэродинамического сопротивления дыхательных пу-

Таблица 1
Анамнестическая характеристика пациентов основной группы и группы сравнения

Показатель	Группа I	Группа II	<i>p</i>
Возраст, лет	$60,9 \pm 7,9$	$55,2 \pm 4,8$	$< 0,05$
Стаж курения сигарет, лет	$35,4 \pm 5,2$	$28,2 \pm 3,4$	$< 0,05$
Кашлевого анамнез, лет	$10,4 \pm 3,1$	$7,3 \pm 1,2$	$< 0,05$

Таблица 2
Клиническая характеристика кашля у пациентов основной группы и группы сравнения

Кашель	Группа I	Группа II
Дневной, баллы	$3,8 \pm 0,4$	$1,6 \pm 0,4^*$
Ночной, баллы	$1,4 \pm 0,2$	$1,1 \pm 0,5^{**}$
Продуктивный, %	10	10
Непродуктивный, %	90	90
Персистирующий, %	80	—
Приступообразный, %	20	100

Примечание: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,05$.

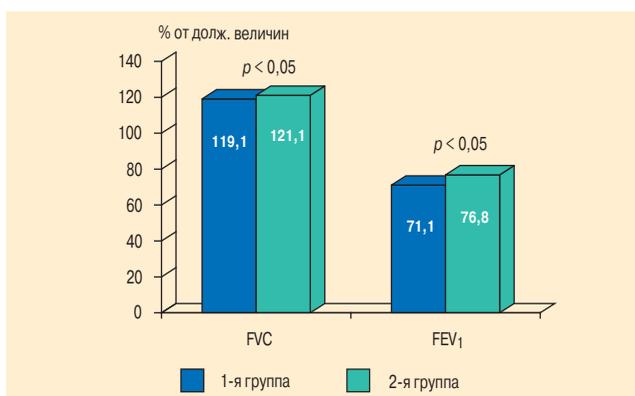


Рис. 1. Относительные скоростные показатели в двух исследуемых группах

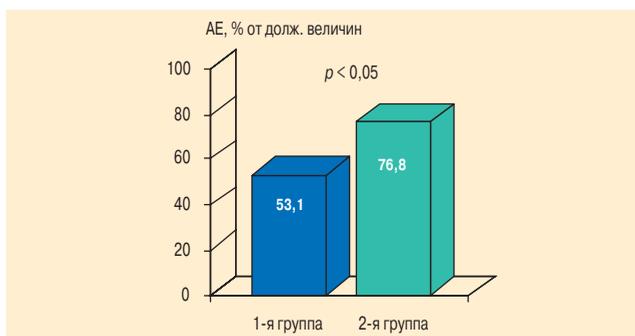


Рис. 2. Относительные показатели площади под кривой выдоха в двух исследуемых группах

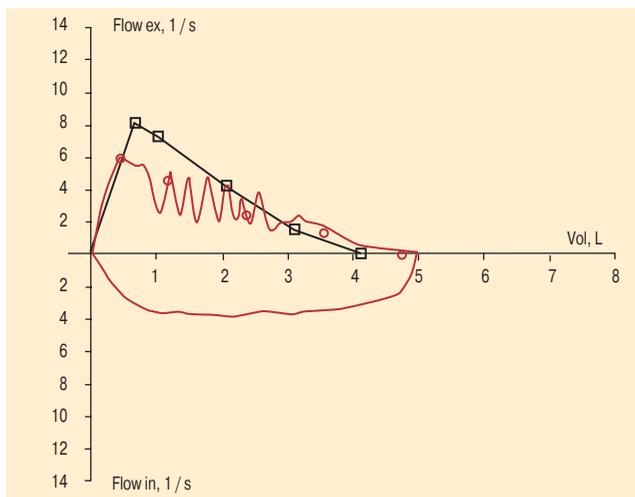


Рис. 3. Типичная для экспираторного коллапса кривая "поток-объем"

тей у пациентов, страдающих экспираторным коллапсом трахеи по сравнению с пациентами, страдающими ХОБЛ, но не имеющими коллапса. Статистически достоверных различий ($p > 0,05$) между группами по общей и ЖЕЛ выявлено не было (рис. 4, 5).

При анализе импульсной осцилометрии оценивали реальное сопротивление потоку при частотах 5 Гц и 20 Гц (R_5 , R_{20}), а также реактивное сопротивление "реактанс" (X_5 , X_{20}). В ходе анализа было выявлено статистически достоверное ($p < 0,05$) различие между основной группой и группой сравнения по показателю реактивного сопротивления при 5 Гц (X_5),

что свидетельствует в пользу периферической обструкции, а также по показателю реального сопротивления при 20 Гц (R_{20}), что свидетельствует в пользу центральной обструкции. По показателям реального сопротивления при 5 Гц (R_5), а также реактивного сопротивления при 20 Гц (X_{20}) статистически достоверных различий ($p > 0,05$) между двумя группами выявлено не было. Наличие реального сопротивления при 20 Гц (R_{20}) в группе с экспираторным коллапсом трахеи, превышающего таковое в группе пациентов без коллапса трахеи, свидетельствует в пользу наличия у этих пациентов признаков обструкции проксимального отдела респираторного тракта (рис. 6).

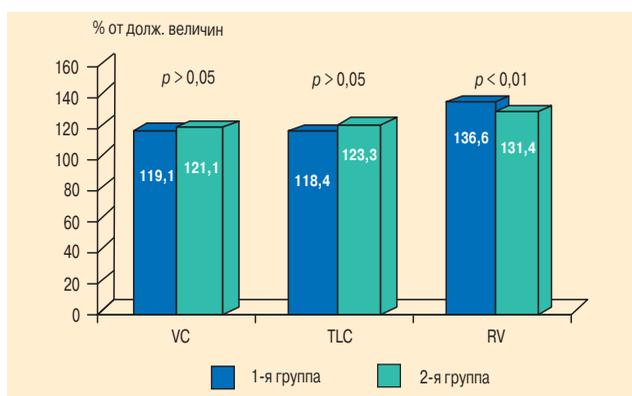


Рис. 4. Относительные показатели бодиплетизмографии в двух исследуемых группах

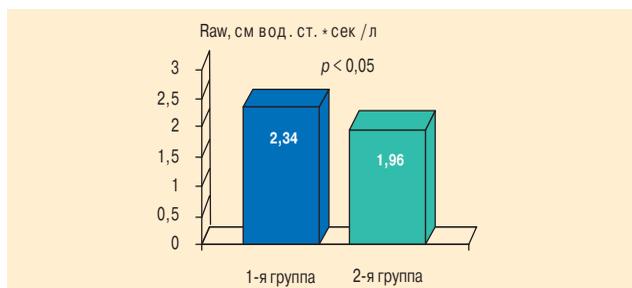


Рис. 5. Абсолютные показатели бронхиального сопротивления Raw в двух исследуемых группах

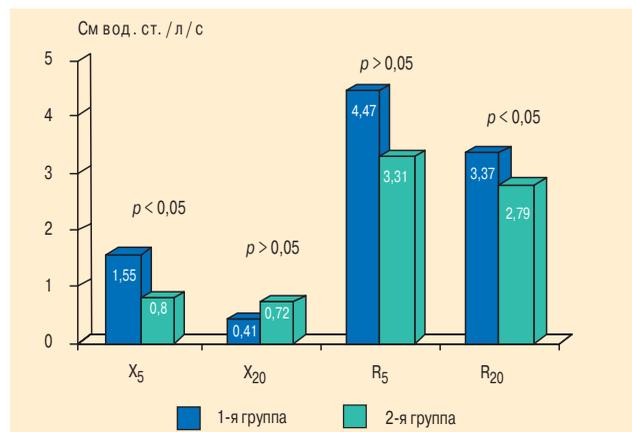


Рис. 6. Абсолютные показатели импульсной осцилометрии в двух исследуемых группах

Рентгенография трахеи на вдохе и выдохе

Анализ данных рентгенографии трахеи на вдохе и на выдохе выявил статистически достоверное уменьшение сагиттального размера трахеи более чем на 50 % от ее первоначальных значений в фазе выдоха в основной группе исследования ($p < 0,05$). В то время как в группе сравнения отмечалось также статистически достоверное уменьшение сагиттального размера трахеи, однако степень уменьшения не достигала таких значений, которые соответствовали бы критерию постановки диагноза ($p < 0,05$; рис. 7).

ФБС

В первую очередь оценивалась степень экспираторного коллапса трахеи, то есть степень пролабирования задней мембранозной стенки трахеи в ее просвет. Первая степень пролапса, составляющая менее $1/2$ просвета трахеи, встречалась у 4 пациентов (20 %). Вторая степень пролапса, составляющая $1/2-2/3$ просвета трахеи, встречалась у 14 пациентов (70 %). И 3-я степень, составляющая более $2/3$ просвета трахеи, наблюдалась только у 2 пациентов (10 %) группы I. Далее проводилась оценка уровня максимального пролапса трахеи. Трахея условно была разделена на два уровня: экстраторакальная и интраторакальная части. Исследователь оценивал, на каком из указанных уровней более выражен экспираторный коллапс. Распространенный коллапс, захватывающий как экстраторакальную, так и интраторакальную часть, встречался у большинства пациентов — 16 человек (80 %). Экстраторакальный уровень коллапса имел место у 3 пациентов (15 %), а интраторакальный уровень — у 1 пациента (5 %).

Электронно-лучевая томография

В ходе анализа компьютерных томограмм оценивались площади трахеи на 8 уровнях по 16 томограмм на каждом уровне с целью томографической верификации экспираторного коллапса трахеи, а также так называемый трахеальный индекс, который представляет собой отношение фронтального среза трахеи к сагиттальному срезу. Нормальные значения

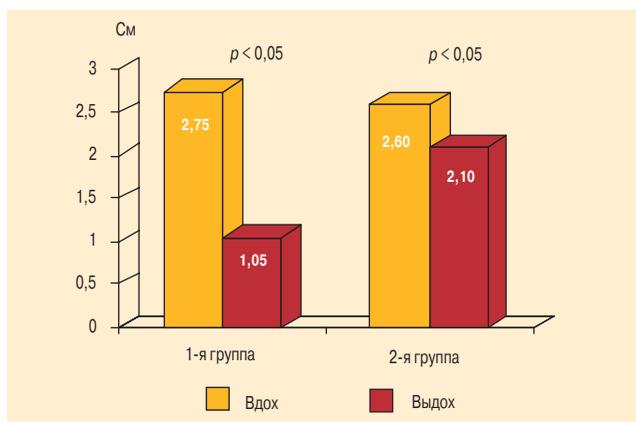


Рис. 7. Рентгенография трахеи на вдохе и на выдохе в основной группе и в группе сравнения

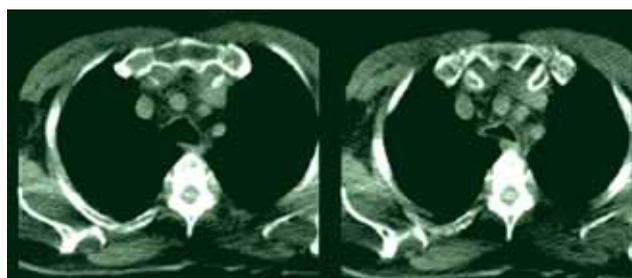


Рис. 8. Электронно-лучевая томография грудной клетки у пациента из основной группы в фазе вдоха и фазе выдоха

трахеального индекса находятся в диапазоне от 0,6 до 1 (рис. 8).

Для анализа изменения площадей трахеи в обе фазы дыхательного цикла основная группа была разделена на две подгруппы в зависимости от того, в какой части трахеи — экстраторакальной или интраторакальной — имел место коллапс. Это особенно важно в связи с тем, что коллапс трахеи может развиваться в различных фазах дыхательного цикла как на вдохе, так и на выдохе, в зависимости от локализации зоны нестабильности. При локализации зоны нестабильности в экстраторакальной части трахеи коллапс формируется в фазе вдоха в связи с тем, что во время вдоха внутритрахеальное давление становится меньше атмосферного и инспираторный поток снижается. Форсированный выдох повышает внутритрахеальное давление по сравнению с атмосферным и диаметр дыхательных путей в эту фазу близок к нормальному.

При интраторакальной локализации нестабильности трахеи коллапс формируется во время выдоха. Это объясняется тем, что форсированный выдох увеличивает внутриплевральное давление, которое становится выше внутритрахеального. На вдохе трахеальное давление превышает плевральное и диаметр трахеи практически не меняется.

По данным исследования в подгруппу, характеризующуюся экстраторакальной локализацией нестабильности, были отнесены 5 пациентов, а в подгруппу с интраторакальной локализацией — 15 пациентов.

В результате анализа площадей трахеи в обеих подгруппах было показано, что в подгруппе с экстраторакальной локализацией нестабильности отмечается статистически достоверное уменьшение площади трахеи в фазе вдоха ($p < 0,05$), а в подгруппе с интраторакальной локализацией нестабильности отмечается также статистически достоверное уменьшение площади трахеи на выдохе ($p < 0,05$; рис. 9).

После получения данных о площади трахеи возник вопрос, за счет каких размеров (фронтальных или сагиттальных) происходит уменьшение площади трахеи, а также какова геометрия коллапса. Для этих целей был рассчитан трахеальный индекс, который представляет собой отношение фронтального размера трахеи к ее сагиттальному размеру. В ходе анализа было выявлено, что в группе, имеющей экспираторный коллапс трахеи, отмечается достовер-

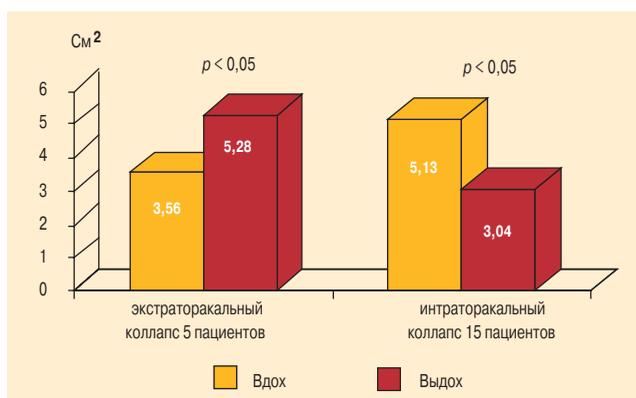


Рис. 9. Изменение площади трахеи при экстраторакальном и интраторакальном коллапсе в фазе вдоха и в фазе выдоха

ное ($p < 0,05$) уменьшение трахеального индекса в фазе выдоха по сравнению с фазой вдоха. В группе сравнения также отмечается уменьшение трахеального индекса в фазе выдоха по сравнению с фазой вдоха, однако достоверных различий ($p > 0,05$) между фазами у этой группы пациентов выявлено не было. Грубых изменений формы трахеи как в группе пациентов, страдающих экспираторным коллапсом, так и в группе пациентов, не имеющих коллапса, выявлено не было. Только один пациент из группы сравнения имел измененную трахею по типу саблевидной, когда сагиттальный размер значительно превосходит фронтальный, а трахеальный индекс меньше 0,6.

Таким образом, было показано, что при динамической нестабильности трахеи отмечается уменьшение размеров трахеи, как во фронтальной, так и в сагиттальной плоскостях, а не только в сагиттальной вследствие физиологического колебания задней мембранозной стенки. Такие изменения трахеального индекса объясняют механизм уменьшения площади трахеи и описывают геометрические изменения трахеи при экспираторном коллапсе. Ведь при уменьшении только сагиттального размера в фазе выдоха трахеальный индекс должен бы увеличиваться исходя из вышеуказанной формулы, а поскольку индекс уменьшается, это значит, что вместе с сагиттальным размером уменьшается и фронтальный.

В связи с тем, что в задачи данного исследования входило изучение роли неинвазивных методов в постановке диагноза динамической нестабильности трахеи, после получения и анализа результатов функциональных методов и рентгенографии трахеи, описанных выше, и данных электронно-лучевой томографии производился расчет чувствительности и специфичности каждого из применяемых методов. "Золотым стандартом" в данном исследовании является ФБС как метод визуальной оценки экспираторного коллапса. Для расчета как чувствительности, так и специфичности производилось построение четырехпольной таблицы, содержащей информацию о положительных и отрицательных результатах изучаемого теста в соотношении с результатами "золотого стандарта" — ФБС.

Таким образом, после построения таблицы видно количество истинно положительных и ложно положительных, а также истинно отрицательных и ложно отрицательных результатов изучаемого теста.

В данном исследовании производился расчет чувствительности и специфичности для наиболее важных показателей функционального исследования органов дыхания, рентгенографии трахеи и электронно-лучевой томографии. Среди функциональных параметров наиболее важными показателями для подтверждения диагноза динамической нестабильности трахеи являются площадь под экспираторной частью кривой "поток—объем", соотношение 50 % форсированной экспираторной потока к 50 % форсированного инспираторного потока и показатель реального сопротивления при частоте 20 Гц (R_{20}) по данным импульсной осциллометрии.

При анализе площади под экспираторной частью кривой "поток—объем" было выявлено, что у 11 пациентов основной группы имеет место уменьшение площади, что свидетельствует в пользу экспираторного коллапса, а у 9 пациентов этого признака нет. Таким образом, 11 пациентов имеют истинно положительный результат, а 9 пациентов — ложно отрицательный. Соответственно, чувствительность данного показателя составляет 55 %.

В группе сравнения было выявлено, что только у 1 пациента имеет место уменьшение площади экспираторной части кривой "поток—объем", что ошибочно свидетельствует об экспираторном коллапсе, а у 9 пациентов этой группы признаков, свидетельствующих в пользу коллапса, выявлено не было. В данном случае 1 пациент имеет ложно положительный результат, а 9 пациентов — истинно отрицательный. Специфичность данного показателя составляет 90 %.

Аналогичным образом производился расчет чувствительности и специфичности соотношения 50 % форсированного экспираторного потока к 50 % форсированному инспираторному потоку. Чувствительность данного функционального теста составляет 30 %, а специфичность — 80 %.

Импульсная осциллометрия, являющаяся методом диагностики как дистальной, так и проксимальной обструкции, использовалась в данном исследовании для подтверждения экспираторного коллапса, создающего условия, схожие с обструкцией проксимального отдела респираторного тракта. Наиболее демонстративным для проксимальных дыхательных путей является показатель реального сопротивления потоку при частоте 20 Гц (R_{20}). Его чувствительность оказалась достаточно большой (85 %), а специфичность имеет более низкие значения (60 %).

При расчете чувствительности и специфичности рентгенографии трахеи в диагностике экспираторного коллапса было выявлено, что у 13 пациентов основной группы отмечается наличие признаков коллапса, а у 7 — нет. Таким образом, чувствительность метода составляет 65 %. В группе сравнения у

8 пациентов действительно не было признаков коллапса, а у 2 пациентов они все-таки определялись. Таким образом, специфичность равна 80 %. Необходимо отметить, что критерием постановки диагноза нестабильности трахеи являлось уменьшение сагитального размера на 50 % и более в фазу выдоха.

При анализе данных электронно-лучевой томографии представляется актуальным расчет чувствительности и специфичности показателя "площадь трахеи", так как именно он позволяет оценить наличие и степень экспираторного коллапса. Критерием постановки диагноза динамической нестабильности трахеи по данным электронно-лучевой томографии является наличие экспираторного коллапса, захватывающего более 1/2 просвета трахеи. В ходе оценки было выявлено, что у 18 пациентов из основной группы отмечается экспираторный коллапс, соответствующий вышеописанному критерию. Из группы II (группы сравнения), где экспираторного коллапса на ФБС не выявлено, у 8 пациентов на электронно-лучевой томографии также коллапс выявлен не был, хотя 2 пациента дали ложно положительный результат. Таким образом, чувствительность показателя "площадь трахеи" по электронно-лучевой томографии составляет 90 %, а специфичность — 80 %.

Выводы

1. Для пациентов, страдающих ХОБЛ в сочетании с динамическими изменениями проксимальных дыхательных путей, характерен более выраженный симптом кашля как в дневное, так и в ночное время, чем для пациентов с ХОБЛ без динамической нестабильности.
2. Показатель R_{20} импульсной осциллометрии имеет наибольшую чувствительность (85 %) среди функциональных тестов, необходимых для выявления динамических изменений трахеи у пациентов с ХОБЛ.
3. Рентгенография трахеи имеет низкую чувствительность (65 %), но высокую специфичность (80 %) в выявлении динамических изменений трахеи у пациентов с ХОБЛ.
4. Рентгенография трахеи не позволяет провести динамическую оценку трахеи в процессе дыхательного маневра.
5. Электронно-лучевая томография имеет высокую чувствительность (90 %) и достаточно высокую специфичность (80 %) в выявлении динамической нестабильности трахеи у пациентов ХОБЛ, а также позволяет проводить динамическую оценку этих изменений.

Литература

1. Овчаренко С.И. Хронические обструктивные болезни легких: современный взгляд на проблему. Врач 2001; 11: 3–7.
2. Чучалин А.Г. Болезни курящего человека. Тер. арх. 1998; 3: 5–13.
3. Murray C.L.J., Lopez A.D. Evidence-based health policy — lessons from the global burden of disease study. Science 1996; 274: 740–743.
4. Global initiative for chronic obstructive lung disease. Global strategy for diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease NHLBI / WHO workshop report. — NIH publication 2701, April 2001. 1–100.
5. Wright J.L., Lawson L.M., Pare P.D. et al. Morphology of peripheral airways in current smokers and exsmokers. Am.Rev.Respir.Dis. 1983; 127: 474–477.
6. Xu X., Weist S.T., Rijcken B., Schouten J.P. Smoking, changes in smoking habits and rate of decline in FEV₁: new insight into gender differences. Eur. Resp. J. 1994; 7: 1056–1061.
7. Wilson R. The role of infection in COPD. Chest 1998; 113: 242–248.
8. Скиба В.П. Трахеобронхиальная дискинезия (экспираторный пролапс мембранозной стенки трахеи и бронхов). Пульмонология 1996; 2: 54–57.
9. Heussel C.P., Hafner B., Lill J. et al. Paired inspiratory / expiratory spiral CT and continuous respiration cine CT in the diagnosis of tracheal instability. Eur. Radiol. 2001; 11: 982–989.
10. Aquino S.L., Shepard J.A., Ginns L.C. et al. Acquired tracheomalacia: detection by expiratory CT scan. J. Comput. Assist. Tomogr. 2001; 25: 394–399.
11. Johnson T.H., Mikita J.J., Wilson R.J., Feist J.H. Acquired tracheomalacia. Radiology 1973; 109: 577–580.
12. Castillo A., Smith J., Figueroa V. et al. Tracheobronchomalacia in pediatric patients: clinical experience. Rev. Med. Chil. 2002; 130(9):1014–1020.
13. Takkunen O., Cozanitis D., Halttunen P., Kaitila I. Tracheobronchomalacia in an adult with metaphyseal chondrodysplasia. Ann. Fr. Anesth. Reanim. 1986; 5 (5): 527–529.
14. Joffe L.Z., Rechtmann A.G. Biomechanics of respiration in patients with expiratory stenosis of trachea and main bronchi. Z. Erkr. Atmungsorg. 1981; 156 (3): 212–217.
15. Kauczor H.U., Heussel C.P., Fisher B. et al. Value of spirometry-gated high resolution computerized tomography of the lung during inspiration and expiration. Fortschr. Roentgenstr. 1998; 169: 658–661.
16. Rayl J.E. Tracheobronchial collapse during cough. Radiology 1965; 85: 87–92.
17. Peschmann K.R., Napel S., Couch J.L. et al. High-speed computed tomography: systems and performance. Appl. Optics. 1985; 24: 4052–4060.
18. Rogalla P., Enzweiler C., Schmidt E. et al. Thoracic diagnosis with electron-beam computed tomography. Radiologie 1998; 38 (12): 1029–1035.