

А.Ю. Харитонов¹, А.А. Шавров¹, Н.А. Калашникова², А.А. Шавров (мл.)¹

¹ Научный центр здоровья детей РАМН, Москва, Российская Федерация

² Ивановская государственная медицинская академия, Российская Федерация

Диагностическая бронхоскопия у детей

Contacts:

Kharitonova Anastasiya Yur'evna, MD, doctor-endoscopist of the Endoscopic Department of Scientific Center of Children's Health, RAMS

Address: Lomonosovskii prospect, 2, building 1, Moscow, RF, 119991, Tel.: (495) 134-04-12, e-mail: anastesia08@mail.ru

Article received: 20.07.2013, Accepted for publication: 26.08.2013

Последние годы ознаменовались заметным прогрессом педиатрической науки, в т.ч. детской пульмонологии и эндоскопии, что привело к значительным достижениям в диагностике, лечении и профилактике заболеваний органов дыхания у детей. В работе обсуждается широкий спектр вопросов, касающихся анатомо-физиологических особенностей строения органов дыхания ребенка. Систематизированы сведения о показаниях и противопоказаниях к проведению бронхоскопии. Определен алгоритм выбора оптимального метода исследования, дающего максимально полный спектр интересующей информации; освещены современные представления о подготовке и методах обезболивания при бронхоскопических манипуляциях у детей. Акцентируется внимание на комплексном анализе эндоскопически выявляемых структурно-функциональных изменений дыхательных путей в зависимости от нозологической формы и особенностей течения основного заболевания. Описана эндоскопическая картина наиболее часто встречающихся пороков развития трахеи и бронхов у детей. Детализирована методика выполнения бронхоальвеолярного лаважа, щипцовой и браш-биопсии. Представлены уникальные данные новейшего эндоскопического метода исследования — конфокальной лазерной эндомикроскопии (альвеолоскопии) у детей старшей возрастной группы, не применявшегося ранее в Российской Федерации и за рубежом. Для более полного и объемного восприятия текста статья иллюстрирована эндоскопическими изображениями.

Ключевые слова: дети, бронхоскопия, воспаление, конфокальная эндомикроскопия, альвеолоскопия.

(Вопросы современной педиатрии. 2013; 12 (4): 112–119)

ВВЕДЕНИЕ

Бронхоскопия занимает одно из ведущих мест в диагностике заболеваний органов дыхания у детей. Во многих случаях бронхоскопия имеет решающее значение как для определения активности и протяженности патологического процесса, взятия материала для биопсии, так и для постановки диагноза. В единичных отечественных и зарубежных клинических и экспериментальных работах, посвященных бронхоскопическим

исследованиям у детей, показания к бронхоскопии противоречивы, неоднозначны и базируются в основном на клинических и рентгенологических признаках болезней органов дыхания [1]. Это в свою очередь затрудняет отбор пациентов для бронхоскопического исследования и выбор наиболее информативного метода диагностики. Изученная литература и большой клинический опыт по применению гибкой и ригидной бронхоскопии непосредственно в детской практике позволили системати-

A.Yu. Kharitonova¹, A.A. Shavrov¹, N.A. Kalashnikova², A.A. Shavrov (Jr.)¹

¹ Scientific Centre of Children Health of RAMS, Moscow, Russian Federation

² Ivanovo State Medical Academy, Russian Federation

Diagnostic Bronchoscopy in Children

In recent years there has been significant progress in pediatrics, including pediatric pulmonology and endoscopy, which led to marked achievements in diagnostics, treatment and prophylaxis of respiratory tract disorders in children. The wide spectrum of various questions of anatomical and physiological peculiarities of the children respiratory tract is discussed in this article. The authors give a systematical review of indications and contraindications for bronchoscopy and offer the algorithm of choice of the optimal and most informative method of investigation. The modern conceptions of preparation and anesthesia methods for the bronchoscopic procedures in children are shown. The importance of complex analysis of the revealed during bronchoscopy structural and functional disorders of the respiratory tract depending on the nosological issue and characteristics of the disease clinical course is accentuated. The article contains descriptions of endoscopic patterns of the most common trachea and bronchi abnormalities in children, as well as detailed techniques of the bronchoalveolar lavage, forceps and brush-biopsy. The unique original data on newest endoscopy method — confocal laser endomicroscopy (alveoscopy) in older children, which had never previously used before neither in the Russian Federation, nor in the other countries, are of the most interest. The article is illustrated by demonstrative endoscopic images.

Key words: children, bronchoscopy, inflammation, confocal endomicroscopy, alveoscopy.

(Voprosy sovremennoi pediatrii — Current Pediatrics. 2013; 12 (4): 112–119)

зировать и оптимизировать не только показания, подготовку, но и технику выполнения и дифференцированный подход к каждому методу исследования в зависимости от возрастных анатомических особенностей и специфики патологии дыхательных путей ребенка.

ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВПОКАЗАНИЯ К БРОНХОСКОПИИ У ДЕТЕЙ

Бронхоскопия показана при любых заболеваниях грудной клетки или легких, в которые напрямую или косвенно вовлечено бронхиальное дерево.

Показаниями к проведению диагностической бронхоскопии являются:

- продолжающиеся необъяснимые кашель и хрипы;
- необъяснимая одышка или свистящее дыхание;
- подозрение на врожденные пороки развития дыхательных путей;
- рецидивирующие инфекции дыхательных путей или легких;
- устойчивые изменения на рентгенограмме грудной клетки;
- ателектаз легкого, доли или сегмента;
- подозрение на трахеозофагеальный или бронхоэзофагеальный свищ;
- опухоль средостения;
- химические или термические ожоги трахеобронхиального дерева;
- трахеобронхиальные стриктуры и стенозы;
- абсцесс легкого;
- экстубация трахеи после длительной искусственной вентиляции легких (ИВЛ);
- постановка, оценка положения, санация и деканюляция трахеостомической трубки;
- состояние после операции по поводу реконструкции легких;
- травмы грудной клетки;
- бронхогенные кисты;
- кистозный фиброз;
- бронхиальная астма;
- диагностический бронхоальвеолярный лаваж;
- бронхоскопическая биопсия легкого.

Абсолютных противопоказаний к бронхоскопии нет. R. E. Wood отметил, что «единственным абсолютным противопоказанием к бронхоскопии является отсутствие рациональных показаний».

Относительные противопоказания:

- острые воспалительные и инфекционные заболевания;
- легочно-сердечная и сердечно-сосудистая недостаточность III ст.;
- пароксизмальная тахикардия;
- атриовентрикулярный блок;
- нарушения свертывающей системы крови;
- непереносимость анестетиков и препаратов для общего обезболивания;

- крайне тяжелое состояние больного, когда уточнение диагноза не может повлиять на лечебную тактику.

КЛАССИФИКАЦИЯ БРОНХОСКОПИЙ

В зависимости от используемого медицинского оборудования выделяют **ригидную** (РБС) и **фибробронхоскопию** (ФБС). Первая ригидная бронхоскопия была проведена Густавом Хиллианом в 1897 г. В начале XX в. этот метод получил широкое распространение в США и Великобритании, а затем и в других странах мира. Первую фибробронхоскопию выполнил Шигето Икеда в 1968 г. [1, 2]. В последнее время преобладающее число обследований проводится с помощью гибких бронхоскопов. В нашей клинике ригидную бронхоскопию выполняют только детям в возрасте до 6 мес, пациентам, находящимся на искусственной вентиляции легких, и при бужировании стенозов трахеи с помощью тубусов ригидного бронхоскопа. Во всех остальных случаях проводят фибробронхоскопию.

Подготовка больного к бронхоскопическому исследованию начинается с тщательного обследования: клинического и биохимического анализа крови, определения группы крови и резус-фактора, коагулограммы, исследования на ВИЧ-инфекцию, вирусные гепатиты, сифилис. Также необходимы результаты общего анализа мочи, электрокардиографического и рентгенологического исследования или данные компьютерной томографии (КТ) органов грудной клетки. Любое эндоскопическое исследование выполняется натощак во избежание заброса остатков пищи или жидкости в дыхательные пути при рвотных движениях или кашле.

Ригидная бронхоскопия

Для проведения ригидной бронхоскопии чаще всего используют дыхательные бронхоскопы «Karl Storz», обеспеченные устройством для ИВЛ. РБС может выполняться при сохраненном спонтанном дыхании с использованием ингаляционных анестетиков или на фоне ИВЛ. Первый тип анестезии используется достаточно часто, однако недостаточная глубина наркоза и гиповентиляция могут стать причинами возникновения ларинго- и бронхоспазмов [1, 3]. Для индукции и поддержания анестезии при выполнении РБС чаще всего применяют галогенсодержащий ингаляционный анестетик севофлуран или внутривенно (в/в) пропофол [4, 5]. Релаксация мышц обеспечивается сукцинилхолином. После в/в введения миорелаксантов производят интубацию трахеи бронхоскопом с последующим выполнением бронхоскопии. ИВЛ осуществляется через тубус бронхоскопа. Тубусы ригидных бронхоскопов имеют широкий канал при небольшом внешнем диаметре, что позволяет свободно выполнять санацию бронхов даже у новорожденных (в т.ч. недоношенных) детей. Наличие дополнительного канала для ввода инструментов обеспечивает возможность проведения биопсии и хирургических эндобронхиальных вме-

Таблица. Рекомендуемое соотношение размера тубуса бронхоскопа с возрастом пациента

Возраст пациента: диапазон	Размер тубуса	Наружный диаметр тубуса, мм
Недоношенный ребенок	2,5	4,2
Новорожденные (0–3 мес)	3	5,0
6 (3–18) мес	3,5	5,7
18 (1–3 года) мес	3,7	6,4
3 (1,5–5 лет) года	4	6,7
5 (3–10 лет) лет	5	7,8
10 (> 10 лет – взрослые) лет	6	8,2

шательств без развития альвеолярной гиповентиляции. При необходимости видеомониторинга с записью исследования возможно подключение видеокамеры с прямой и боковой оптикой (рис. 1) [5, 6].

Несмотря на обеспечение адекватной вентиляции легких во время эндоскопического исследования, РБС имеет ряд недостатков: увеличивается риск травматизации, отека голосовых связок и подсвязочного пространства ввиду возрастных анатомических особенностей дыхательных путей ребенка. Сложность доступа и осмотра голосовых связок, невозможность визуализации верхнедолевых и сегментарных бронхов — все это ограничивает использование РБС в детской практике. Для минимизации осложнений необходимо адекватно подбирать размер тубуса ригидного бронхоскопа в соответствии с возрастной группой (табл.) [6].

Фибробронхоскопия

Для проведения гибкой бронхоскопии (ГБ) чаще всего используют бронхоскопы фирм «Olympus», «Fujinon» и «Karl Storz». Приборы нового поколения, созданные на основе передовых эндоскопических технологий, позволяют получать высококачественные изображения, расширяющие возможности диагностики, лечения; отличаются эргономичностью, удобством введения и надежностью. Исключительно малый диаметр дистального конца (3,8 мм) в сочетании с инструментальным каналом диаметром 1,2 мм позволяет использовать его у детей раннего возраста, а также облегчает осмотр верхнедолевых и периферических бронхов малого диаметра.

Фибробронхоскопия может выполняться под местной анестезией у детей старшей возрастной группы, эмоционально устойчивых и контактных с врачом. При этом для снятия вагусного влияния за 30 мин до начала исследования больному подкожно вводят 1 мл 0,1% раствора атропина. Анестезию слизистой оболочки верхних дыхательных путей, гортани и нижнего носового хода выполняют распылением 10% раствора лидокаина. Анестезию голосовых складок осуществляют под визуальным контролем через катетер, введенный через биопсийный канал бронхоскопа. Анестезию карины, шпор долевых и сегментарных бронхов проводят 2% раствором лидокаина [7].

У остальных пациентов исследование проводится под общей анестезией. Фибробронхоскопия может быть выполнена через нос, лицевую наркозную маску с использованием загубника, ларингеальную маску, эндотрахеальную или трахеостомическую трубку, либо через жесткий бронхоскоп. Индукцию и поддержание осуществляют в/в введением бензодиазепинов и опиоидов. Также возможно применение ингаляционных анестетиков. После наступления медикаментозного сна под визуальным контролем через катетер проводится орошение голосовых связок и карины 2% раствором лидокаина [1, 3].

Не следует забывать, что просвет эндотрахеальной трубки или ларингеальной маски значительно сужается после введения в нее фиброскопа. Это приводит к снижению оксигенации артериальной крови. Удаление бронхиального секрета с использованием отсоса в этих условиях дополнительно снижает функциональную остаточную емкость легких и дыхательные объемы, что препятствует эффективной кислородотерапии. Гипоксию, обусловленную этим механизмом, можно предотвратить, ограничив время санации и подачи вдыхаемой газовой смеси с повышенным содержанием увлажненного кислорода [2].

Безусловно, одним из ключевых моментов успешного проведения бронхоскопического исследования является учет возрастных анатомических особенностей дыхательных путей ребенка. Маленький размер детских дыхательных путей, разница в анатомическом строении гортани и разные патологии, соответствующие возрастной группе, — характеристики, делающие эндоскопическое обследование ребенка уникальным и отличающимся от такового у взрослых пациентов.

Первым анатомическим ориентиром (при выполнении бронхоскопии гибким эндоскопом) служит надгортанник, прикрывающий вход в гортань. У детей он пропорционально более узкий, чем у взрослых, трубчатой или омегаобразной формы.

Концом эндоскопа прижимают надгортанник к корню языка и осматривают гортань. Гортань ребенка также отличается по анатомическому строению. Ее расположение в шее выше, перстневидный хрящ находится около IV шейного позвонка. С возрастом перстневидный

Рис. 1. Ригидная бронхоскопия. Признаки бронхита II степени интенсивности воспаления



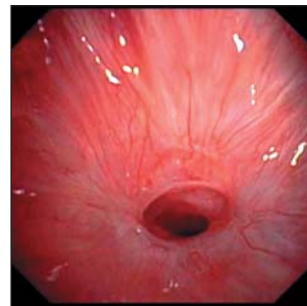
Рис. 2. Фибробронхоскопия. Нормальное анатомическое строение голосовых складок



Рис. 3. Эндоскопическая картина черпаловидных хрящей и голосовых складок у ребенка с мукополисахаридозом



Рис. 4. Вид постинтубационного стеноза верхней трети трахеи



хрящ постепенно опускается до уровня VI–VII шейного позвонка, что соответствует локализации у взрослых. Размер гортани новорожденного составляет 1/3 от размера взрослых [6].

Вторым анатомическим ориентиром служат истинные голосовые складки, расположенные под ложными. Они имеют вид блестящих белесоватых ленточек. У их заднего края находятся возвышения, образованные черпаловидными хрящами. Пространство, ограниченное внутренним краем истинных голосовых складок и внутренней поверхностью черпаловидных хрящей, называется голосовой щелью (рис. 2, 3). Нормальная голосовая щель у ребенка имеет очень узкий просвет (около 7 мм сверху вниз и около 4 мм слева направо), поэтому отек в 1 мм может вызвать обструкцию дыхательных путей на 35%. Также из-за того, что хрящи, мышцы и подслизистые ткани мягче и более рыхлые, развивается более значимая воспалительная реакция с отеком, что приводит к существенному уменьшению просвета голосовой щели [5, 6].

Третий анатомический ориентир — киль бифуркации трахеи — карина. В киле бифуркации трахеи различают гребень, передний и задний треугольник. Карина может быть острой, уплощенной, широкой, S-образно изогнутой, седловидной формы.

При осмотре трахеи в первую очередь обращают внимание на ее форму. Так, у новорожденных детей она воронкообразная, просвет ее узок, задняя стенка имеет более широкую фиброзную часть, стенки более податливы, хрящи мягкие, легко сдавливаются, но хорошо визуализируются при эндоскопическом осмотре. Слизистая оболочка трахеи нежно-розового цвета, богата кровеносными сосудами, со слабо развитыми слизистыми железами и эластичной тканью. Секретция желез обеспечивает слой слизи на поверхности трахеи толщиной 5 мкм. Рост трахеи происходит параллельно с ростом туловища, наиболее интенсивно — на первом году жизни и в пубертатном периоде. Особенности строения трахеи у детей приводят к легкому возникновению стенотических явлений при воспалительных процессах, особенно на фоне длительной ИВЛ (рис. 4); часто определяют

трахеиты, ларинготрахеиты или трахеобронхиты. [4] При диффузном бронхите II и III степени интенсивности воспаления может иметь место дистония трахеи и главных бронхов, выражающаяся в выпячивании мембранозной части в просвет трахеи и бронхов во время выдоха (рис. 5) [7].

В нашей практике из множества существующих пороков развития трахеи и бронхов у детей наиболее часто встречаются трахеобронхомаляция, трахеопищеводные свищи и трифуркация трахеи. **Трахеобронхомаляция** представляет собой порок развития эластических и мышечных волокон трахеи и крупных бронхов. Эндоскопическая картина при этом характеризуется резким сужением просвета трахеи на выдохе, она имеет щелевидную или серповидную форму. Слизистая оболочка нежно-розовая, хрящи трахеи и главных бронхов практически не визуализируются, отмечается патологическая подвижность стенок трахеи и/или главных бронхов (рис. 6). **Трахеопищеводные свищи** обычно сочетаются с атрезией пищевода, при осмотре визуализируется патологический карман или полулунная складка в трахее, локализующиеся чаще всего в области бифуркации по задней стенке; из свища поступают слезы, содержимое пищевода (рис. 7). **Трифуркация трахеи** — порок развития, при котором трахея сразу делится на 3 бронха: 2 долевых для одного легкого и 1 главный бронх для другого.

Осмотр бронхиального дерева начинают со стороны с наименее выраженными изменениями, определяющимися предварительно по рентгенограммам или КТ-снимкам. Если изменения выражены одинаково с обеих сторон, то осмотр начинают с любой половины бронхиального дерева.

К моменту рождения ребенка бронхи достаточно хорошо сформированы. Рост бронхов интенсивен на первом году жизни и в пубертатном периоде. Слизистая оболочка их богато васкуляризирована, покрыта слоем слизи. Правый бронх является как бы продолжением трахеи, он короче и шире левого. Этим объясняется частое попадание инородного тела в правый главный бронх (рис. 8). Бронхи детей первого года жизни узкие, хрящи их мягкие, мышечные и эластические волокна развиты еще недоста-

Рис. 5. Признаки дистонии трахеи II степени

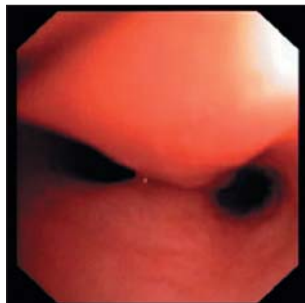


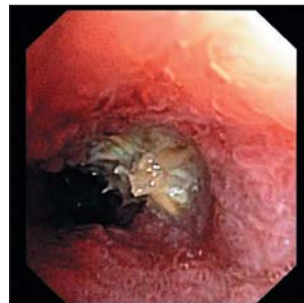
Рис. 6. Признаки трахеобронхомалии



Рис. 7. Вид трахеопищеводного свища



Рис. 8. Вид инородного тела базального переднего и базального бокового сегмента нижней доли правого легкого



точно. Нежность слизистой оболочки бронхов, узость их просвета, склонность слизистой оболочки к генерализованным отекам и набуханию объясняют частое возникновение у детей раннего возраста бронхитов с синдромом полной или частичной обструкции [4, 6].

Легкие у новорожденных весят около 50 г, к 6 мес масса их удваивается, к году — утраивается, к 12 годам увеличивается в 10 раз, к 20 — в 20 раз. В процессе постнатального развития образуются альвеолярные ходы с типичными альвеолами. Их число быстро растет в течение первого года жизни и продолжает увеличиваться до возраста 8 лет. Это приводит к увеличению дыхательной поверхности. Число альвеол у новорожденных (24 млн) в 10–12 раз, а их диаметр (0,05 мм) — в 3–4 раза меньше, чем у взрослых (0,2–0,25 мм). Количество крови, протекающее через легкие в единицу времени, у детей больше, чем у взрослых, что создает у них наиболее благоприятные условия для газообмена [6].

Формирование структуры легких происходит в зависимости от развития бронхов. После разделения трахеи на правый и левый главный бронх каждый из них делится на долевые бронхи, которые подходят к каждой доле легкого. Затем долевые бронхи делятся на сегментарные. Каждый сегмент имеет самостоятельную вентиляцию, концевую артерию и межсегментарные перегородки из эластической соединительной ткани. Сегментарное строение легких у новорожденных уже хорошо выражено. В правом легком различают 10 сегментов, в левом — 9 [7].

КЛАССИФИКАЦИЯ БРОНХИТОВ

В норме просвет бронхов свободный, овальной или округлой формы, слизистая оболочка бледно-розового цвета с нежным сосудистым рисунком, устья слизистых желез точечные, хрящевые кольца подчеркнуты, бронхиальный жидкий прозрачный секрет равномерно покрывает слизистую оболочку на всем протяжении, в просвете бронхов не визуализируется [7].

Для того чтобы правильно оценить распространенность воспалительного процесса по трахеобронхиальному дереву и степень изменений слизистой оболочки,

эндоскописты пользуются классификацией, предложенной J. Lemoine в 1965 г. Выделяют:

- диффузный бронхит, распространяющийся на все видимые бронхи;
- частичный диффузный бронхит — верхнедолевые бронхи и их сегментарные ветви интактны;
- строго ограниченный бронхит — поражена одна ветвь.

Перечисленные формы могут быть одно или двусторонними, сопровождаться трахеитом. Для более точного диагноза введено понятие степени интенсивности воспаления слизистой оболочки. Видимая интенсивность воспаления может иметь 3 степени [8].

При **бронхите I ст.** слизистая оболочка бледно-розового цвета, с умеренным отеком, «смазанностью» сосудистого рисунка; рельеф хрящевых колец несколько стерт, устья слизистых желез не определяются, просветы бронхов 3–4-го порядка несколько сужены, но бронхи прослеживаются до 5-го порядка включительно; в просвете бронхов — умеренное или большое количество слизистого секрета.

Бронхит II ст. характеризуется выраженным отеком и ярко красной гиперемией слизистой оболочки бронхов, сосудистый рисунок не визуализируется. Межкошечковые промежутки сглажены, устья сегментарных и субсегментарных бронхов сужены за счет отека слизистой. Отмечается умеренная контактная кровоточивость слизистой оболочки. В просвете бронхов — обильное количество слизистогнойного, вязкого или жидкого секрета (рис. 9).

Эндоскопическая картина **бронхита III ст.** интенсивности воспаления проявляется гиперемией слизистой оболочки багрово-синюшного цвета, ее отеком, из-за чего устья сегментарных бронхов представляются точечными, шпоры их расширены, малоподвижны, имеется продольная складчатость слизистой оболочки. Отмечается выраженная контактная кровоточивость слизистой оболочки при соприкосновении с бронхоскопом. Межкошечковые промежутки полностью сглажены в уровень с хрящевыми кольцами за счет отека слизистой. Секрет гнойный, вязкий или жидкий, в очень большом количестве, требующем постоянной аспирации (рис. 10).

К особым формам относят гипертрофический, атрофический и деформирующий бронхит.

Эндоскопическая картина **гипертрофического бронхита** имеет следующие характерные особенности: слизистая оболочка серого цвета, сосудистый рисунок не прослеживается. Контуры хрящей стерты. Наблюдается стекловидный отек и продольная складчатость слизистой оболочки. Устья долевых и сегментарных бронхов резко сужены и деформированы за счет отека слизистой. Междольевые и межсегментарные шпоры утолщены, ограничены в подвижности. Отмечается умеренная контактная кровоточивость слизистой при инструментальной пальпации. В просвете бронхов — жидкий слизистый или слизисто-гнойный секрет в умеренном количестве.

При **атрофическом бронхите** визуализируется слизистая оболочка серого цвета с усиленным или сгущенным сосудистым рисунком, хрящевые кольца подчеркнуты, отмечаются углубления межкольцевых промежутков, расширения устьев слизистых желез. Устья всех видимых желез зияют, карина и межсегментарные шпоры острые как «лезвие бритвы». В просвете бронхов обнаруживают умеренное количество слизистого или слизисто-гнойного секрета (рис. 11).

По определению И.К. Есиповой (1995), **деформирующий бронхит** может быть как конечной стадией развития любого бронхита, так и носить системный характер, развиваясь из первоначального поражения отдельных долевых и сегментарных бронхов после пневмонии. Отличительными особенностями эндоскопической картины являются неравномерное сужение долевых, сегментарных и субсегментарных бронхов, деформация шпор, извитость устьев бронхов, ограничение подвижности. Слизистая оболочка в области шпор и устьев — с линейными рубцами белесоватого цвета, деформирующими и суживающими устья бронхов. Рисунок хрящевых колец сглажен, деформирован, в просвете бронхов — слизисто-гнойное содержимое [7].

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ БИОПТАТОВ ВО ВРЕМЯ БРОНХОСКОПИИ И БРОНХОАЛЬВЕОЛЯРНЫЙ ЛАВАЖ

Неотъемлемая часть диагностической бронхоскопии в педиатрии — прямая биопсия и диагностический бронхоальвеолярный лаваж (БАЛ).

Для получения клеток, внеклеточных белков, липидов, расположенных на эпителиальной поверхности альвеол и в терминальных отделах дыхательных путей, используют диагностический метод БАЛ, позволяющий увеличить чувствительность и специфичность диагностической бронхоскопии. БАЛ является безопасной и быстрой процедурой, с низким процентом осложнений даже у новорожденных. По диагностической значимости он сопоставим с открытой биопсией легкого [9, 10].

Анализ жидкости после БАЛ не только позволяет изучать белки и медиаторы воспаления, но и облегчает

Рис. 9. Фибробронхоскопия: признаки бронхита II степени интенсивности воспаления



Рис. 10. Признаки бронхита III степени интенсивности воспаления



дифференциальную диагностику между инфекционными и неинфекционными причинами легочного инфильтрата. Наиболее часто БАЛ используют для постановки диагнозов альвеолярного протеиноза, гемосидероза, липоидной и интерстициальной пневмонии, саркоидоза, аллергического альвеолита, идиопатического фиброза и многих других заболеваний [6, 11].

Для выполнения БАЛ бронхоскоп подводят к устью субсегментарного бронха. В качестве лаважной жидкости используют стерильный изотонический раствор хлорида натрия, подогретый до температуры 36–37°C. Жидкость вводят через короткий катетер, введенный через биопсийный канал бронхоскопа, и тут же аспирируют в стерильную емкость. Раствор вводят трехкратно из расчета 1 мл на 1 кг массы тела для каждой вовлеченной доли, выявленных на КТ. Первое введение отправляют на бактериальный посев, другие — на цитологическое исследование и анализ раствора БАЛ [6, 7].

Далее для получения ткани для цитологического и гистологического исследования выполняют прямую биопсию с помощью биопсийных щипцов или щетки-скарификатора (браш-биопсия).

После осмотра патологического образования через канал эндоскопа вводят биопсийные щипцы и под визуальным контролем приближают их к месту биопсии, располагая перпендикулярно образованию, из которого берут материал. Щипцы раскрывают, упирают в образование, из которого берут биопсию, затем бранши закрывают, и щипцы извлекают наружу вместе с отсеченным фрагментом. Полученные биопсийные фрагменты име-

Рис. 11. Вид атрофического бронхита

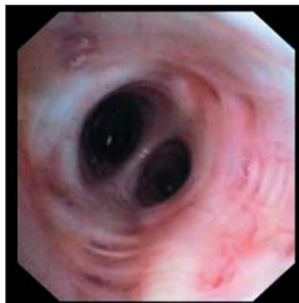


Рис. 12. Щипцовая биопсия слизистой оболочки легкого



Рис. 13. Альвеоскопия: вид просвета альвеолы с эластическими волокнами

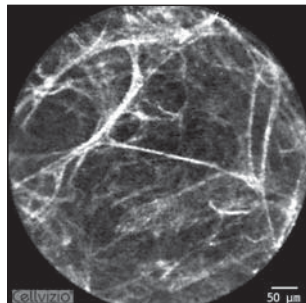
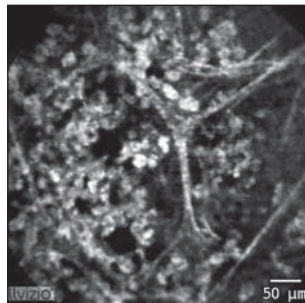


Рис. 14. Альвеоскопия: множество альвеолярных макрофагов в просвете альвеол



ют размер 0,1–0,2 см. С них делают мазки-отпечатки для цитологического исследования, и биопсийный фрагмент погружают во флакон с 10% раствором формалина (рис. 12).

Для получения материала из очага воспаления также выполняют браш-биопсию с помощью специальной щетки-скарификатора в защитном футляре, который предохраняет материал от контакта с флорой верхних дыхательных путей. Под визуальным контролем стерильную щетку-скарификатор в футляре вводят в субсегментарные и далее — в более мелкий бронх, сообщающийся с очагом воспаления. Щетку выдвигают из футляра и делают несколько скользящих движений, затем щетку вновь вводят в футляр, и последний вместе с ней извлекают. Делают несколько мазков-отпечатков на сухие предметные стекла. Для диагностики цилиарной дискинезии полученный при браш-биопсии материал помещают на предметное стекло с физиологическим раствором, после чего в течение 30 мин можно исследовать его при помощи электронной микроскопии на предмет наличия и движения ресничек [6, 7, 11].

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ БРОНХОСКОПИИ

Прорывом современной мировой медицины является создание инновационной технологий конфокальной лазерной эндомикроскопии (КЛЭМ), позволяющей выйти на более высокий уровень получения информации, проникновения в те структурные уровни органов и тканей, которые ранее были недоступны для визуализации и интерпретации.

Метод КЛЭМ основан на принципе конфокальной флуоресцентной микроскопии [12, 13]. Лазер с длиной волны 488 нм, расположенный в рабочей станции, генерирует лазерный луч и передает его с помощью систем зеркал, качающихся во взаимоперпендикулярных направлениях. На выходе из рабочей станции лазерный луч проходит через многоволоконный фиброоптический зонд и попадает на поверхность исследуемой ткани. Часть света поглощается, а индуцируемый лазером эффект флуорес-

ценции вызывает свечение тканей, которое идентифицируется конфокальным микроскопом, обрабатывается компьютером, позволяя получить динамическое монохромное изображение на мониторе (рис. 13) [14, 15]. Таким образом, при КЛЭМ можно достигнуть визуализации именно тех структур, которые обладают эффектом аутофлуоресценции: альвеолярные макрофаги, эластические волокна, сосуды, некоторые белки. Процедура проводится с помощью прибора «Cellvizio» («Mauna Kea Technologies», Франция). Для исследования состояния бронхолегочной системы применяют зонды «Alveoflex», разрешающая способность которых достигает 3,5 мкм, диаметр оптического поля составляет 600 мкм, а глубина исследования — 0–50 мкм [13, 16].

КЛЭМ проводят детям старшего возраста в связи с узостью просвета субсегментарных и терминальных бронхов у маленьких детей. Метод альвеоскопии, основанный на принципе лазерной конфокальной эндомикроскопии, позволяет в режиме реального времени *in vivo* выполнить оценку состояния респираторного компартмента легких, визуализируя структуры с разрешением от 1 до 3,5 мк. Непосредственно во время бронхоскопии выполняется последовательное посегментное исследование респираторных отделов. По инструментальному каналу проводят лазерный зонд, скользя по бронху, смещают его в дистальном направлении до момента визуализации альвеолярных перегородок, до достижения ощущения слабого сопротивления ткани легкого. Это сопровождается появлением на экране динамически меняющейся монохромной микроскопической картины (рис. 14), которая может быть записана и воспроизведена для анализа [17].

Указанный метод может иметь диагностическую ценность при болезнях, сопровождающихся изменениями сосудов ацинуса (васкулиты), появлением в просвете бронхиол и альвеол грануляционной ткани (облитерирующий бронхиолит с организуемой пневмонией), инородных масс или клеточных элементов (амилоидоз, протеиноз легких, бронхиолоальвеолярный рак), деструкцией эластического каркаса (эмфизема). Кроме того, технология КЛЭМ, может помочь в навигации трансбронхиальной биопсии [12, 15], позволяя предсказать оптимальное направление проведения биопсийных щипцов к патологически измененной зоне.

Несмотря на открывающиеся перспективы при использовании КЛЭМ, остаются нерешенными вопросы, обусловленные отсутствием общепринятой методики проведения исследования, трудностью интерпретации полученных данных из-за отсутствия стандартов качественной и количественной оценки визуальных изображений, недостаточной специфичностью обнаруживаемых изменений. Все это ограничивает широкое применение КЛЭМ у детей и требует исследовательской работы на основе анализа большого количества материала.

REFERENCES

1. Geodakyan O.S., Adler A.V. *Detskaya bol'nitsa — Children's Hospital*. 2004; 4 (18): 41–43.
2. Plummer S., Hartley M. Anaesthesia for telescopic procedures in the thorax. *Brit. J. Anesth.* 1998; 80: 223–234.
3. Malherbe S., Ansermino J.M. Total intravenous anesthesia and spontaneous ventilation for foreign body removal in children: how much drug? *Anesth. Analg.* 2010; 111 (6): 1566.
4. Nicolai T. The role of rigid and flexible bronchoscopy in children. *Paediatr. Respir. Rev.* 2011; 12 (3): 190–195.
5. Passali D. Foreign body inhalation in children: a update. *Acta Otorhinolaryngol. Ital.* 2010; 30: 27–32.
6. Sai P. Haranath Global perspectives on bronchoscopy. *Brazil*. 2012. 240 p.
7. Chernenkovskaya N.E., Fedchenko G.G., Andreev V.G., Pova-lyayev A.V. *Rentgeno-endoskopicheskaya diagnostika zabolevanii organov dykhaniya* [X-ray and Endoscopic Diagnosis of Diseases of the Respiratory System]. Moscow, MEDpress-inform, 2007. 240 p.
8. Chuchalin A.G. *Pul'monologiya: nats. ruk-vo* [Pulmonology: National Guideline]. Moscow, GEOTAR-Media, 2009. 960 p.
9. Bonella F., Ohshimo S., Bauer P., Guzman J., Costabel U. Bronchoalveolar lavage. *Eur Respir Mon.* 2010; 48: 59–72.
10. Mendonca Picinin Cell count and lymphocyte immunophenotyping of bronchoalveolar lavage fluid in healthy Brazilian children. *Eur. Respir. J.* 2011; 38 (3): 738–739.
11. Korlacki W. Foreign body aspiration and therapeutic role of bronchoscopy. *Pediatr. Surg. Int.* 2011; 27 (8): 833–837.
12. Salahn M., Roussel F., Hauss P.-A., Lachkar S., Thiberville L. *In vivo* imaging of pulmonary alveolar proteinosis using confocal endomicroscopy. *Eur. Respir. J.* 2010; 36: 451.
13. Vincent P., Maskos U., Charvet I. Live imaging of neural structure and function by fibred fluorescence microscopy. *EMBO Rep.* 2006; 7: 1154–1161.
14. MacAulay C., Lane P., Richards-Kortum R. *In vivo* pathology: microendoscopy as a new endoscopic imaging modality. *Gastrointest. Endosc. Clin. N. Am.* 2004; 14: 595–620.
15. Thiberville L., Salahn M., Lachkar S., Dominique S., Moreno-Swirc S., Vever-Bizet C., Bourg-Heckly G. Human *in vivo* fluorescence microimaging of the alveolar ducts and sacs during bronchoscopy. *Eur. Respir. J.* 2009; 33: 974–985.
16. Toshima M., Ohtani Y., Ohtani O. Three-dimensional architecture of elastin and collagen fiber networks in the human and rat lung. *Arch. Histol. Cytol.* 2004; 67: 31–40.
17. Aver'yanov A.V., Danilevskaya O.V., Sazonov D.V., Zabozaev F.G., Kuzovlev O.P., Sotnikova A.G. *Klinicheskaya praktika — Clinical Practice*. 2011; 4: 4–12.