

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Красноярский государственный медицинский  
университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства  
здравоохранения Российской Федерации.

Кафедра кардиологии, функциональной и клинико-лабораторной  
диагностики ИПО

Зав. кафедрой: ДМН, Профессор  
Матюшин Г. В.

Ответственный за ординатуру:  
КМН, доцент Кузнецова О. О.

Реферат на тему: «Особенности исследования функции внешнего дыхания у  
детей»

Выполнила: ординатор 1 года  
обучения, Машталлер Ю. В.  
Проверила: к.м.н., доцент  
Савченко Е.А.

Красноярск, 2023 г.

## Содержание:

Особенности	детской	дыхательной	
системы.....			3
Бодиплетизмография.....			4
Бронхофонография.....			5
Спирометрия.....			6
Бронходилатационный тест.....			8
Заключение.....			9
Список литературы.....			10

## **Особенности детской дыхательной системы**

Оценке функционального состояния органов дыхания уделяется большое внимание в клинической практике. Знание показателей функции внешнего дыхания (ФВД) важно как для постановки диагноза и определения степени тяжести заболевания, так и для выбора лечебных программ. Динамическое наблюдение за больными с повторными проведениями исследования ФВД позволяет вносить изменения в лечение, прогнозировать течение и даже исход заболевания. Основной задачей исследования ФВД у большинства пациентов является установление нарушений вентиляционной способности легких, среди которых доминируют обструктивные. Реже диагностируются рестриктивные или ограничительные нарушения вследствие изменения растяжимости легочной ткани.

В отличие от взрослых, в детском возрасте продолжаются рост и развитие бронхолегочных структур. Этим объясняется тот факт, что даже при наличии хронических заболеваний органов дыхания благодаря высоким компенсаторным возможностям нарушения функции легких зачастую отсутствуют. Так, у детей, страдающих тяжелой бронхиальной астмой (БА), нередко определяются нормальные функциональные показатели. Необходимость в диагностике нарушений функции дыхания может возникать уже в первые месяцы после рождения. Так, у преждевременно рожденных младенцев с экстремально низкой массой тела не успевает развиться система сурфактанта, и им нередко требуется искусственная вентиляция легких. У таких детей часто возникает бронхолегочная дисплазия. В этот период жизни пригодны к использованию методы, в основе которых лежит анализ спокойного дыхания: бронхофонография, детская бодиплетизмография (baby body plethysmography), импульсная осциллометрия (ИОМ). Именно эти методы востребованы у детей до 5 лет. Следует отметить, что дети, перенесшие в неонатальном периоде заболевания органов дыхания, составляют группу риска по формированию хронической патологии бронхолегочной системы и развитию БА. Начиная с возраста 5–6 лет дети способны выполнять различные дыхательные маневры, и у них становится возможным проведение спирометрии, бодиплетизмографии и других методов.

## Бодиплетизмография

Детская бодиплетизмография (бодиплетизмография для детей раннего возраста) в настоящее время используется редко. Метод требует применения препаратов для медикаментозного сна, поскольку во время его проведения происходит кратковременное перекрытие потока, маленькие дети при естественном сне просыпаются, так как не могут сделать выдох, и активно сопротивляются дальнейшему исследованию (плачут, совершают движения). Детская бодиплетизмография позволяет оценить такие показатели, как частота дыхания, дыхательный объем, бронхиальное сопротивление и внутригрудной объем. Метод анализа спокойного дыхания можно использовать у детей в естественном сне или при спокойном поведении во время бодрствования. Анализируют частоту дыхания и дыхательный объем, продолжительность вдоха, выдоха и всего дыхательного цикла, отношение времени вдоха ко времени выдоха, объем выдоха в точке пикового потока, минутную вентиляцию легких и ряд других показателей. Полученные данные позволяют прогнозировать развитие БА.

Наиболее полную характеристику вентиляционной способности легких возможно получить при исследовании структуры общей емкости легких (ОЕЛ) методом бодиплетизмографии. Этот метод позволяет одновременно с исследованием ОЕЛ оценить бронхиальное сопротивление, а с помощью специального внутрипищеводного зонда определить эластические свойства легких. Методики проведения этих исследований такие же, как у взрослых, имеются лишь возрастные ограничения: дети старше 6 лет способны делать необходимые максимальные спокойные вдох и выдох. Разработаны уравнения для вычисления должных величин показателей бодиплетизмографии, значения их воспроизводимости, средние значения у здоровых детей и подростков. Для определения границ нормы и патологии можно использовать процентильное распределение показателей.

## **Бронхофонография**

В основе метода бронхофонографии лежит электронный акустический анализ дыхательных звуков. При помощи специального датчика высокой чувствительности регистрируются дыхательные шумы в широком диапазоне частот, включая те, которые не выявляются при аускультации легких, но имеют важную диагностическую ценность. Появление волновых колебаний на частотах более 5000 Гц свидетельствует о наличии обструктивных нарушений в респираторной системе. Данные компьютерного анализа паттерна дыхания в частотном или временном отображении, результаты сравнения паттернов в динамике заболевания позволяют врачу объективно охарактеризовать вентиляционную функцию легких и оценить эффективность проводимого лечения.

## Спирометрия

Наиболее востребованным и доступным методом для исследования ФВД как у взрослых, так и у детей остается спирометрия – регистрация кривой поток–объем форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ). Краткость исследования, визуальный контроль выполнения маневра форсированного выдоха, компьютерная обработка результатов, в том числе сравнительный анализ разных по времени исследования показателей, делают этот метод незаменимым при проведении различных функциональных тестов. Форсированный выдох (спирометрию) способны выполнять некоторые дети уже в возрасте 3 лет, причем с помощью программы анимации они лучше выполняют форсированный выдох, отказываясь при этом дышать против осцилляций при ИОМ. Однако должные значения параметров спирометрии для этого возраста отсутствуют, рассчитывают величины методом обратной экстраполяции разработанных нами должных величин. При выборе лучшей кривой поток–объем следует ориентироваться на воспроизводимость. Полученные значения параметров используют при повторном исследовании для сравнения и оценки их динамики в процессе лечения.

К особенностям проведения спирометрии у детей также относится время выдоха ФЖЕЛ. В международных и отечественных рекомендациях указано время выдоха для детей до 10 лет не менее 3 с, для детей старше 10 лет – 6 с (как у взрослых). Достижение необходимой длительности выдоха требует терпения и затрат времени как от специалиста, так и от ребенка, при этом количество попыток существенно увеличивается. Однако несомненно, что при проведении клинических исследований лекарственных препаратов следует выполнять спирометрию с одинаковыми условиями.

Оценка полученных показателей у детей отличается от таковой у взрослых. У детей при диагностике нарушений акцент делается не на снижении объема форсированного выдоха за 1-ю секунду (ОФВ<sub>1</sub>), а на анализе всей кривой с учетом всех скоростных показателей. Анализ показателей кривой поток–объем позволяет выявить нарушения бронхиальной проходимости, определить степень тяжести этих нарушений, а также уровень поражения: нарушения проходимости мелких бронхов, крупных бронхов или генерализованные нарушения. Начальная часть кривой поток–объем характеризует проходимость центральных дыхательных путей. Снижение показателей ОФВ<sub>1</sub>, пиковой скорости выдоха и максимальной объемной скорости выдоха на уровне 25% ФЖЕЛ (МОС<sub>25</sub>) при хорошей воспроизводимости кривой свидетельствует о нарушении проходимости крупных бронхов. Уменьшение МОС<sub>50</sub> и МОС<sub>75</sub> и скоростных показателей (СОС<sub>25–75</sub> и СОС<sub>75–85</sub> –

средняя объемная скорость на участках 25–75 и 75–85% ФЖЕЛ соответственно) характерно для нарушения проходимости периферических дыхательных путей. Генерализованная обструкция характеризуется снижением всех показателей, уменьшением площади под кривой, увеличением времени выдоха, а в выраженных случаях и уменьшением ФЖЕЛ. При сопоставлении клинических симптомов с результатами функционального обследования пациентов была отмечена хорошая информативность разработанных критериев.

Визуальная оценка кривой поток–объем форсированного выдоха дает представление о наличии и характере нарушений ФВД. При минимальных и умеренных нарушениях отмечается снижение скоростных показателей только на уровне периферических бронхов, тогда как при выраженных нарушениях потоки снижены во всех точках кривой поток–объем, что указывает на генерализованное нарушение бронхиальной проходимости. Резко выраженные нарушения сопровождаются снижением ФЖЕЛ вследствие значительного увеличения остаточного объема и гиперинфляции легких.

## Бронходилатационный тест

Проведение тестов с ингаляционными бронхолитиками позволяет решить вопрос об обратимости выявленной (или скрытой) обструкции дыхательных путей. Эти тесты широко используются у детей как при БА, так и при хронической неспецифической патологии легких. Для правильного выполнения теста и оценки его результатов необходимо до начала исследования отменить проводимую терапию:  $\beta_2$ -агонисты короткого действия – за 6 ч,  $\beta_2$ -агонисты длительного действия – за 12 ч, пролонгированные теофиллины – за 24 ч.

При исходном исследовании функции легких у детей важно обращать внимание на воспроизводимость показателей: разница между максимальным и минимальным значениями показателей ОФВ<sub>1</sub> и ФЖЕЛ не должна превышать 5%. В случае большего их разброса дальнейшая оценка прироста показателей будет затруднительна и необъективна. В то же время повторное выполнение маневра форсированного выдоха может индуцировать бронхиальную обструкцию от спирометрии, т. е. последовательное ухудшение показателей бронхиальной проходимости, даже у пациентов с первоначально высокими показателями. Появление этого феномена служит противопоказанием для проведения бронхопровокационных тестов и тестов с физической нагрузкой.

На сегодняшний день нет единых указаний на конкретный бронхолитик, так же как нет стандартов дозировки препаратов. В Федеральных клинических рекомендациях Российского респираторного общества по использованию метода спирометрии для взрослых пациентов рекомендуют использовать короткодействующие  $\beta_2$ -агонисты (сальбутамол) в дозе 4 ингаляции по 100 мкг с интервалом 30 с при помощи дозированного аэрозольного ингалятора с использованием спейсера. Через 15–20 мин выполняют повторную спирометрию. При проведении пробы с М-холинолитиком максимально ингалируют 4 дозы по 40 мкг с повторным выполнением спирометрии через 30–40 мин. Ингаляции сальбутамола и фенотерола/ипратропия у всех детей проводят при помощи спейсера или небулайзера. Дозированные аэрозольные ингаляторы у детей можно использовать лишь в случае невозможности осуществления выдоха через нос.

У подростков старше 12 лет при установленном диагнозе БА бронходилатационная проба проводится так же, как у взрослых (400 мкг сальбутамола через спейсер).

## **Заключение**

Таким образом, исследование ФВД возможно у детей и подростков при помощи многих существующих методов. Набор этих методов зависит от принадлежности и оснащённости медицинского учреждения (поликлиника, диагностический центр, специализированное отделение больницы). В то же время некоторые методические вопросы функционального обследования органов дыхания у детей остаются открыты.

## Список литературы

1. Лукина О. Ф.//Особенности исследования функции внешнего дыхания у детей и подростков//Практическая пульмонология, № 4, 2017, с. 39-44
2. Федеральные клинические рекомендации по использованию метода спирометрии, 2013
3. Дьякова С.Э. Современные требования к проведению спирометрии у детей. Медицинский алфавит. 2021;(5):50-56. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-5-50-56>