

# Спирометрическая диагностика бронхообструктивного синдрома

**Моногарова Н.Е.** – д.мед.н., зав. кафедрой факультетской терапии им. А.Я. Губергрица ФГБОУ ВО ДонГМУ Минздрава России  
**Сливко А.Ю.** – ординатор кафедры факультетской терапии им. А.Я. Губергрица ФГБОУ ВО ДонГМУ Минздрава России  
**Демченко В.С.** – ординатор кафедры факультетской терапии им. А.Я. Губергрица ФГБОУ ВО ДонГМУ Минздрава России  
**Евдокимова А.С.** – ординатор кафедры факультетской терапии им. А.Я. Губергрица ФГБОУ ВО ДонГМУ Минздрава России



## Спирометрия

функциональный неинвазивный метод измерения воздушных потоков и объемов как функции времени с использованием форсированных маневров



# ПОКАЗАНИЯ К СПИРОМЕТРИИ

## Диагностика

- ✓ установление причин респираторных жалоб и симптомов, отклонений в лабораторных показателях
- ✓ предоперационная оценка риска
- ✓ оценка прогноза заболевания
- ✓ оценка функционального состояния перед участием пациента в программах с физическими нагрузками

## Экспертная оценка нетрудоспособности /общественное здоровье

- ✓ обследование больного перед началом реабилитации
- ✓ оценка рисков как части экспертной оценки нетрудоспособности
- ✓ экспертная оценка состояния здоровья по другим юридическим поводам
- ✓ эпидемиологические и клинические

## Наблюдение

- ✓ оценка эффективности лечения
- ✓ мониторинг течения заболевания с нарушением легочной функции
- ✓ мониторинг побочных эффектов лекарств с известной способностью вызывать

# Противопоказания к спирометрии



- Кровохарканье неизвестного происхождения
- Пневмоторакс (в течение 2 нед после его разрешения)
- Нестабильный сердечно-сосудистый статус, недавний инфаркт миокарда (в первые 2 недели после развития)
- Легочная эмболия
- Торакальные, абдоминальные или церебральные аневризмы
- Острые нарушения, влияющие на результаты теста, такие как тошнота или рвота
- Недавние хирургические операции на грудной и брюшной полости
- Недавняя хирургия глаза
- Тяжелая бронхиальная астма



ERS

EUROPEAN  
RESPIRATORY  
SOCIETY

every breath counts



# Методика исследования

Affected by:

- ✓ Age
- ✓ Height
- ✓ Weight
- ✓ Sex
- ✓ Ethnic Origin



Лекарственный препарат	Время воздержания
Бронходилататоры короткого действия	6-8 часов
Бронходилататоры длительного действия	24-36 часов
Антихолинергические аэрозоли: ипратропиум	24 часа
Тиотропиум	до 1 недели
Теofilлины, в зависимости от пролонгированности	От 12-48 часов
Динатрия кромогликат	8 часов
Недокромил	48 часов
Пероральные бета-адренергические агонисты	24 часов
Гидроксизин (атаракс), цетиризин	3 дня
Антилейкотриеновые препараты	24 часа
иГКС, сГКС (могут уменьшать гиперреактивность)	Длительность эффекта не известна, но м.б. продолжительной

## Методика исследования I способ

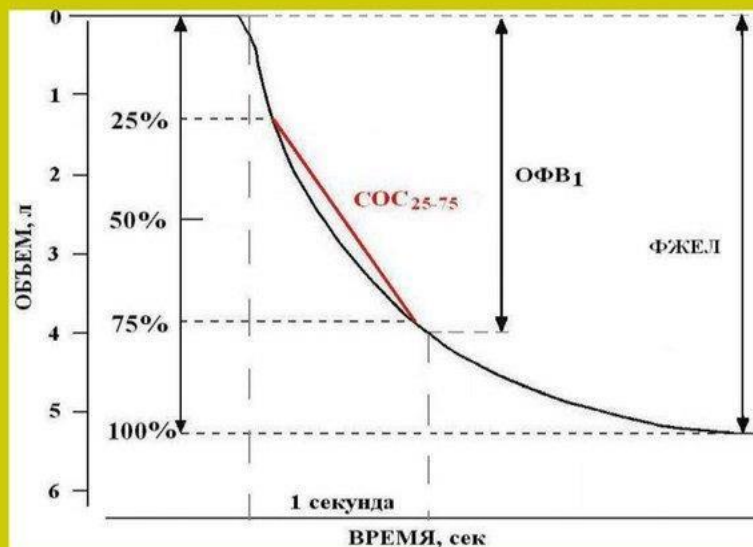


Непосредственно измеряется объем вдыхаемого или выдыхаемого воздуха и время.

Строится график зависимости объема легких от времени - кривая объем-время (спирограмма)

### СПИРОГРАММА ФОРСИРОВАННОГО ВЫДОХА

**ФЖЕЛ** – форсированная  
жизненная емкость легких,  
**ОФВ<sub>1</sub>** – объем  
форсированного выдоха за 1  
секунду,  
**СОС<sub>25-75</sub>** – средняя  
скорость форсированного  
экспираторного потока на  
уровне 25-75% ФЖЕЛ.



# Методика исследования

## II способ



Измеряется поток и время, а объем рассчитывают, умножая поток на время.

Строится график зависимости объемной скорости потока от объема легких - кривая поток–объем

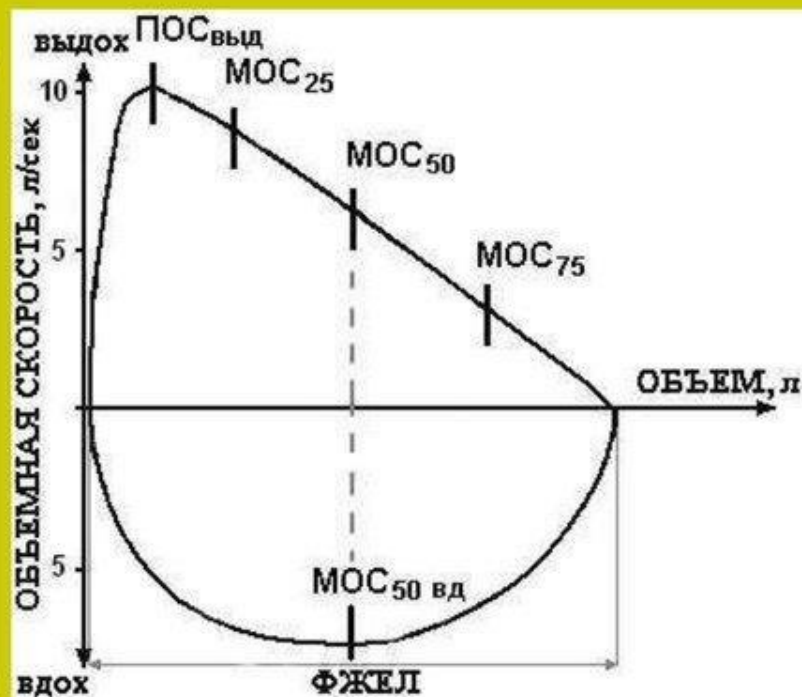
### НОРМАЛЬНАЯ ПЕТЛЯ ПОТОК-ОБЪЕМ

Получена при максимальных вдохе и выдохе

**ПОС<sub>выд</sub>** – пиковая объемная скорость выдоха

**МОС<sub>25</sub>**, **МОС<sub>50</sub>** и **МОС<sub>75</sub>** – максимальные объемные скорости выдоха, соответствующие 25, 50 и 75% объема ФЖЕЛ

**МОС<sub>50вд</sub>** – максимальная объемная скорость, когда пациент вдохнул 50% ФЖЕЛ

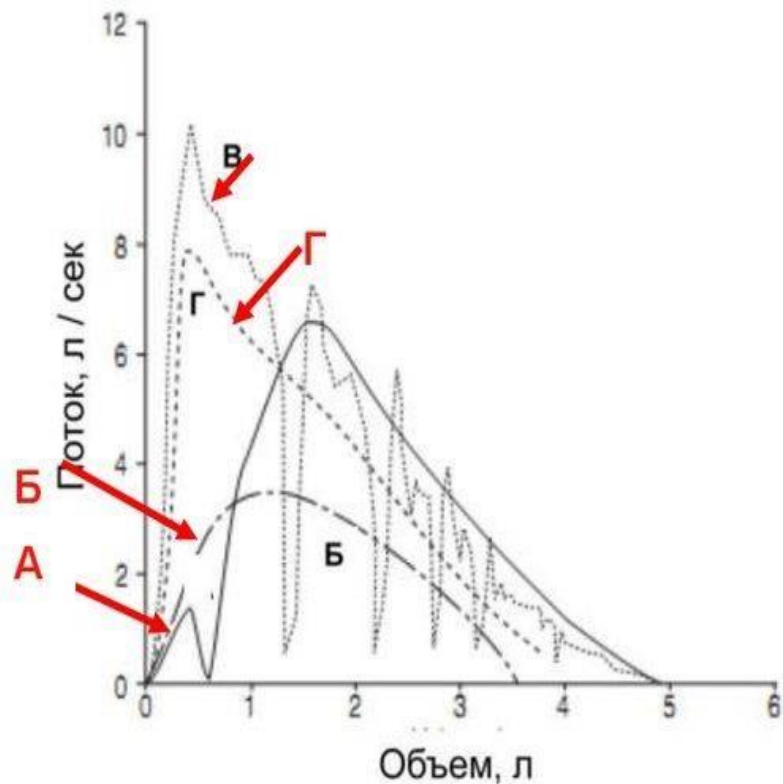


# Критерии качества спирометрии



Наиболее частые ошибки при выполнении маневра форсированного выдоха:

- А – медленное начало
- Б – недостаточное усилие
- В – кашель
- Г – ранее завершение выдоха



# ФОРСИРОВАННАЯ ЖИЗНЕННАЯ ЕМКОСТЬ ЛЕГКИХ (ФЖЕЛ)

максимальный объем воздуха, который человек может выдохнуть после максимально глубокого вдоха

## снижение

- ✓ Обструктивные заболевания легких
- ✓ Патология легочной ткани (резекция легких, ателектаз)
- ✓ Состояния, при которых уменьшается растяжимость легочной ткани (фиброз, застойная сердечная недостаточность)
- ✓ Патология плевры и плевральных полостей
- ✓ Уменьшение размеров грудной клетки
- ✓ Нарушение нормальной работы дыхательных мышц (диафрагмы, межреберных мышц и мышц брюшной стенки)

## повышение

- ✓ Акромегалия (все остальные легочные параметры нормальные)

## ОБЪЕМ ФОРСИРОВАННОГО ВЫДОХА ЗА 1 СЕКУНДУ (ОФВ1)

объем воздуха, который человек может выдохнуть за первую секунду маневра ФЖЕЛ

снижение

✓ ПРИБСТРУКТИВНЫХ НАРУШЕНИЯХ: при эмфиземе, ХОБЛ, бронхиальной астме (обусловлено снижением скорости воздушного потока)

**Коррелирует с тяжестью обструкции**

✓ ПРИБСТРИКТИВНЫХ НАРУШЕНИЯХ: при легочном фиброзе (обусловлено ограничением расправления легких)



Как различить, что явилось причиной снижения ОФВ1 - рестрикция или обструкция?



необходимо вычисление соотношения  
ОФВ1/ФЖЕЛ

## СООТНОШЕНИЕ ОФВ1/ФЖЕЛ (индекс Генслара)

### модификация индекса Тиффно (ОФВ1/ЖЕЛвд):

ЖЕЛвд – максимальный объем воздуха, который можно вдохнуть после полного спокойного выдоха)

выражается в %

✍ У здорового человека это соотношение составляет **75–85%**

✍ У детей ОФВ1/ФЖЕЛ **около 90%** (за счет высокой скорости воздушных потоков)

✍ С **возрастом** ОФВ1/ФЖЕЛ **уменьшается** (связано с тем, что скорость выдоха снижается в большей степени, чем объем легких)

### снижение

#### При обструктивных нарушениях

Причина: ОФВ1 снижается соответственно тяжести обструкции, а ФЖЕЛ при этом также уменьшается, но, как правило, в меньшей степени

### повышение

#### При рестриктивных нарушениях

Причина: ОФВ1 и ФЖЕЛ снижаются пропорционально, следовательно, их соотношение будет в пределах нормальных величин или даже немного выше

## Другие показатели максимального эспираторного потока



- $SOC_{25-75}$  – средняя объемная скорость в средней части форсированного эспираторного маневра между 25% и 75% ФЖЕЛ.
- Некоторые исследователи считают, что  $SOC_{25-75}$  более чувствителен, чем  $OFV_1$ , при диагностике ранних стадий бронхиальной обструкции

## Пиковая объемная скорость выдоха (ПОСвыд) или пиковая скорость выдоха (ПСВ)



или

**максимальная экспираторная скорость** – показатель, который измеряется в течение короткого отрезка времени сразу после начала выдоха и выражается либо в л/мин, либо в л/сек.

ПОСвыд в большей степени, чем другие показатели, зависит от усилия пациента: для получения воспроизводимых данных пациент должен в начале выдоха приложить максимум усилия

Для измерения ПСВ в домашних условиях и самоконтроля используют портативные приборы (**пикфлоуметры**)



- Интерпретация результатов спирометрии строится на анализе основных спирометрических параметров (ОФВ1, ЖЕЛ, ОФВ1/ЖЕЛ).

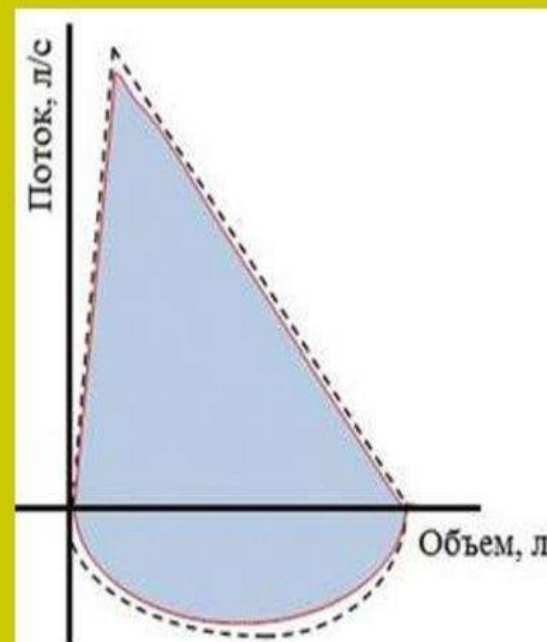
## Оценка спирометрии



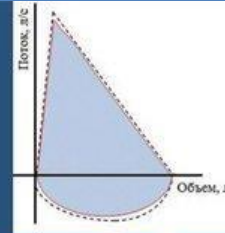
Уже на этапе проведения спирометрических маневров врач оценивает визуально кривую «поток-объем» пациента, сравнивая с должной экспираторной кривой

### ВИЗУАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КРИВОЙ «поток-объем»:

- пунктирная линия —  
должная кривая;
- сплошная красная линия —  
нормальная кривая «поток-  
объем»

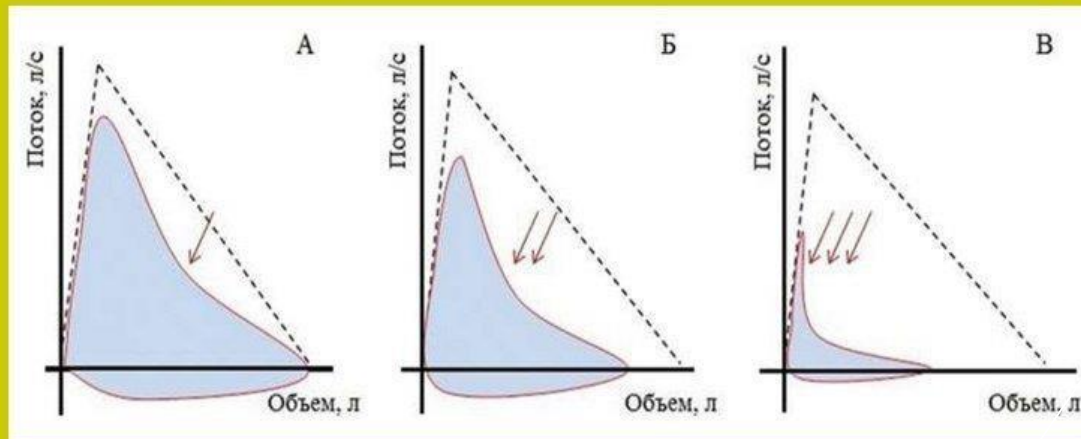


# Оценка спирометрии ОБСТРУКТИВНЫЙ ТИП вентиляционных нарушений



- Расположение кривой поток-объем под должной кривой из-за снижения экспираторных потоков, зависящее от тяжести нарушений
- Приобретение нисходящим коленом кривой поток-объем вогнутой формы, так как характерно линейное снижение скорости потока
- Нарушение линейности нижней половины кривой поток-объем, из-за наличия бронхиальной обструкции, даже когда ФЖЕЛ и ОФВ1 не выходят за пределы нормальных значений

Кривые поток-объем у больных:  
А - легкая обструкция при БА  
Б - выраженная обструкция при БА  
В - экспираторный коллапс дистальных отделов дыхательных путей при эмфиземе легких



Стрелками обозначен прогиб экспираторной кривой «поток-объем» к оси объема



**Выраженность изменений формы кривой зависит как от тяжести обструктивных нарушений, так и от нозологической формы:**

- бронхиальная астма,
- ХОБЛ,
- эмфизема,
- муковисцидоз,
- сдавление крупных бронхов и трахеи опухолью извне,
- стенозирование эндофитно растущей опухолью, рубцовой тканью, инородным телом.

## Оценка спирометрии ОБСТРУКТИВНЫЙ ТИП вентиляционных нарушений



- Для определения тяжести обструктивных нарушений **НЕ рекомендуется использовать отношение ОФВ1/ФЖЕЛ**, поскольку при прогрессировании заболевания ОФВ1 и ФЖЕЛ могут снижаться синхронно, а их соотношение останется при этом нормальным
- Для оценки тяжести обструктивных нарушений в большинстве случаев используют **степень отклонения ОФВ1 от должного значения**

**Классификация тяжести  
бронхиальной  
обструкции по ОФВ1 (ERS/ATS, 2005)**



Степень тяжести	ОФВ1 (%) от должного
Легкие	>70%
Умеренные	60 – 69%
Среднетяжелые	50 – 59%
Тяжелые	35 – 49%
Крайне тяжелые	< 35%

**Классификация степени тяжести  
ограничения скорости воздушного  
потока при ХОБЛ ( GOLD, 2014)**

Степень тяжести	Показатель от должного (%)
GOLD I	ОФВ1 ≥ 80%
GOLD II	50 ≤ ОФВ1 < 80%
GOLD III	30 ≤ ОФВ1 < 50%
GOLD IV	ОФВ1 < 30%

Несмотря на новую классификацию степени тяжести ХОБЛ, не теряет своей актуальности существовавшая ранее, основанная на величине постбронходилатационного ОФВ1 при отношении ОФВ1/ФЖЕЛ < 0,7

## Рестриктивные вентиляционные нарушения могут встречаться при:



- ✓ Интерстициальных заболеваниях легких,
- ✓ Обширной воспалительной инфильтрации легочной ткани,
- ✓ Гипоплазии и ателектазах легкого,
- ✓ После резекции легочной ткани.
- ✓ При внелегочной патологии:
  - Поражение грудного отдела позвоночника, ребер, дыхательной мускулатуры; высокое стояние диафрагмы, что делает невозможным выполнение глубокого полноценного вдоха;
  - Нарушение регуляции дыхания при угнетении дыхательного центра наркотическими препаратами
  - Повреждение дыхательного центра опухолью, кровоизлиянием

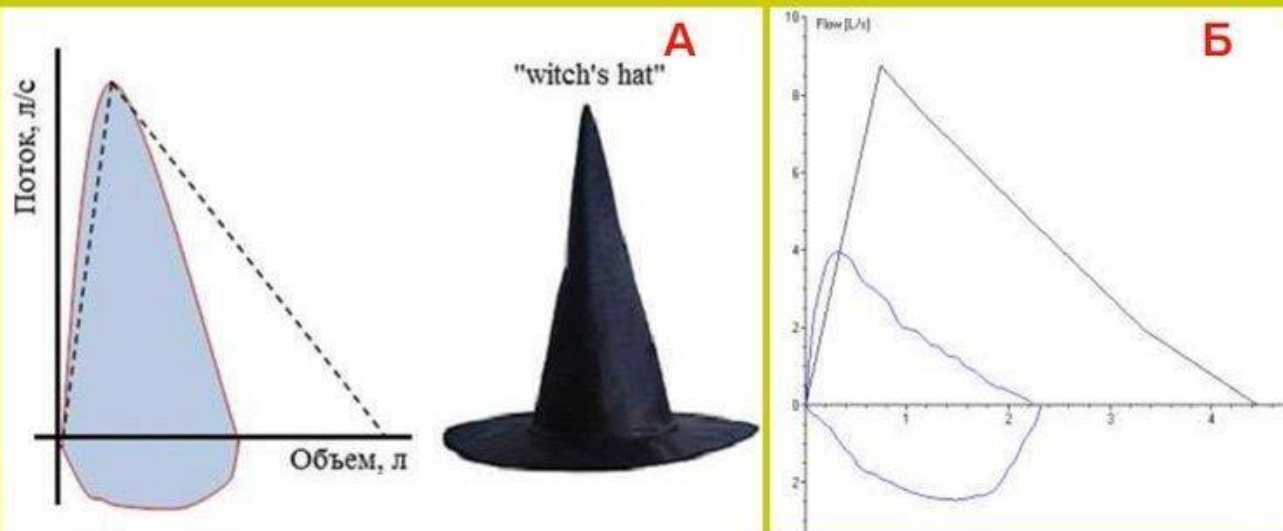
**Для диагностики рестриктивных нарушений недостаточно спирометрического исследования, а следует выполнить бодиплетизмографию и измерить легочные объемы**

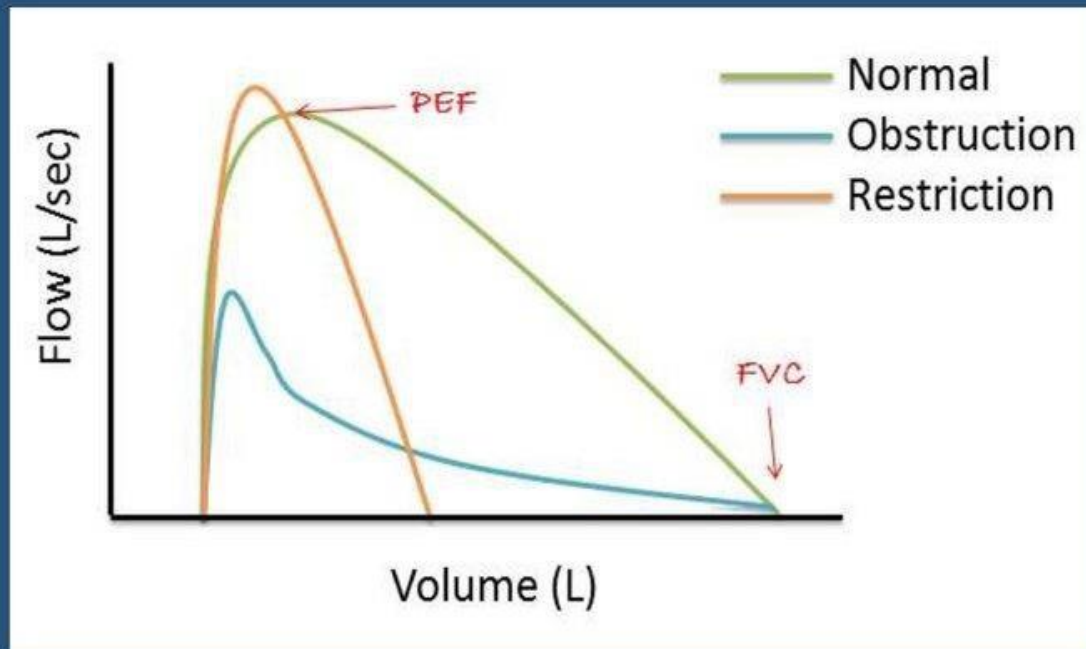
# Оценка спирометрии

## Рестриктивные вентиляционные нарушения

- Рестриктивные нарушения вентиляции обусловлены процессами, снижающими растяжимость легких и, следовательно, ограничивающими наполнение легких воздухом.
- При прогрессировании заболевания происходит уменьшение воздушности легочной ткани, проявляющееся снижением ЖЕЛ. Кривая поток-объем приобретает узкую высокую форму (шляпа ведьмы) по сравнению с должной кривой ФЖЕЛ
- Пиковая объемная скорость обычно остается нормальной, после пика наблюдается быстрое линейное снижение потока
- Форма кривой может и не меняться, а представлять собой пропорционально уменьшенную копию должной кривой, как, например, при пульмонэктомии

Кривые поток-объем у больных с рестриктивными вентиляционными нарушениями:  
А - фиброз легких  
Б - пульмонэктомия





- В начальных стадиях заболеваний, вызывающих рестриктивный тип изменений механики дыхания спирограмма может быть нормальной, особенно у пациентов, у которых исходно ЖЕЛ была больше нормы
- Методом, подтверждающим рестрикцию, является бодиплетизмография, позволяющая измерить все легочные объемы

# Бронходилатационный тест

При первичном исследовании функции дыхания практически всегда необходимо выполнять данный тест

## Показания для проведения бронходилатационного теста:



- **установление обратимости бронхиальной обструкции, включая пациентов с нормальными показателями исходной спирометрии**
- **определение потенциального эффекта бронхолитической терапии**
- **мониторирование динамики легочной функции у больных с хроническими респираторными заболеваниями при длительном (многолетнем) наблюдении**

# Методика проведения бронходилатационного теста



Для достижения максимально возможной бронходилатации рекомендуется использовать короткодействующие  $\beta_2$ -агонисты

- сальбутамол, в виде дозированного аэрозольного ингалятора в максимальной разовой дозе 400 мкг (четыре ингаляции по 100 мкг с интервалом в 30 сек)
- фенотерол в максимальной разовой дозе 400 мкг (4 ингаляции по 100 мкг с интервалом в 30 сек)

Проба проводится с помощью спейсера или с соблюдением всех правил ингаляционной техники для дозированных аэрозольных ингаляторов (после спокойного неполного выдоха - плавный максимально глубокий вдох с активацией ингалятора (нажатием на клавишу) одновременно с началом вдоха, задержка дыхания на высоте вдоха на 10 сек).

Без использования спейсера вдыхаемая фракция аэрозоля меньше и ее величина в значительной степени зависит от синхронизации вдоха с активацией ингалятора

**Повторную спирометрию проводят через 15 минут.**

**При использовании М-холинолитика** в качестве бронходилататора максимальная разовая доза составляет 160 мкг (4 дозы по 40 мкг)

**Повторную спирометрию выполняют через 30 мин**

## Интерпретация результатов бронходилатационного теста



Бронходилатационный тест считается положительным, если после ингаляции бронходилататора коэффициент бронходилатации (КБД) составляет более 12%, а абсолютный прирост - более 200 мл

$$\text{КБД} = \frac{\text{Показатель}_{\text{после}} (\text{мл}) - \text{Показатель}_{\text{всех}} (\text{мл})}{\text{Показатель}_{\text{всех}} (\text{мл})} \times 100\%;$$

$$\text{Абсолютный прирост (мл)} = \text{Показатель}_{\text{после}} (\text{мл}) - \text{Показатель}_{\text{всех}} (\text{мл}),$$

где **Показатель<sub>после</sub>** - значение спирометрического показателя после ингаляции бронходилататора,

**Показатель<sub>всех</sub>** - значение спирометрического показателя до ингаляции бронходилататора

(GINA, 2016)

## **Заключение**

Спирометрия является “золотым стандартом” в верификации БОС. Она позволяет не только выявить обструкцию на доклинической стадии, но и оценить ее обратимость, тяжесть течения и прогноз заболевания.

**БУДЬТЕ ЗДОРОВЫ!**

Спасибо за внимание.

