

# *Дыхательная недостаточность*

Пропедевтика внутренних  
болезней

2012

# Функция аппарата дыхания

*обеспечивается следующими механизмами:*

- Внешнее дыхание (легочное или альвеолярное) обеспечивает газообмен между воздухом, попавшим в альвеолы и кровью легочных сосудов
- Система кровообращения, которая доставляет  $O_2$  тканям, а  $CO_2$  от тканей в легкие
- Тканевое дыхание - комплекс процессов окисления, протекающих в тканях

**Внешнее дыхание (легочное или альвеолярное)** осуществляется следующими механизмами:

1. **Вентиляция** воздуха в легкие и его распространение в альвеолы
2. **Диффузия газов** через легочную мембрану:  $O_2$  из альвеол в капилляры и  $CO_2$  из капилляров в воздух альвеол
3. **Состояние легочного кровотока**, который должен обеспечить достаточную скорость газообмена

**При нарушении внешнего дыхания развивается легочная недостаточность**

# Дыхательная недостаточность

– это такой патологический процесс, при котором нарушаются все звенья дыхания:

- внешнее дыхание
- транспорт газов кровью
- тканевое дыхание

Дыхательная недостаточность может развиваться при заболеваниях легких, сердца, крови и снижении парциального давления кислорода

# Легочная недостаточность

- это более узкое понятие – одна из форм дыхательной недостаточности
- Возникает при нарушении внешнего дыхания
- Развивается при заболеваниях легких

# Легочная недостаточность

- состояние организма, при котором не обеспечивается поддержание нормального газового состава крови либо оно достигается за счет усиленной работы аппарата внешнего дыхания, что приводит к снижению функциональных возможностей организма

# **ОСТРАЯ ЛЕГОЧНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ (причины)**

---

- **1. Астматический статус при бронхиальной астме**
- **2. Бронхиолит (воспаление мельчайших бронхов с их обтурацией слизью)**
- **3. Тромбоэмболия легочных сосудов**
- **4. Паралич дыхательных мышц**

# ХРОНИЧЕСКАЯ ЛЕГОЧНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ (причины)

---

- 1. Уменьшение количества функционирующей легочной ткани (пневмония, ателектаз)
- 2. Ограничение расширения легких (экссудативный плеврит, пневмоторакс, спайки в плевральной полости)
- 3. Нарушение бронхиальной проходимости (бронхит, бронх.астма, опухоли)
- 4. Эмфизема легких
- 5. Пневмоклероз
- 6. Нарушения движения диафрагмы



# Проявления легочной недостаточности

---

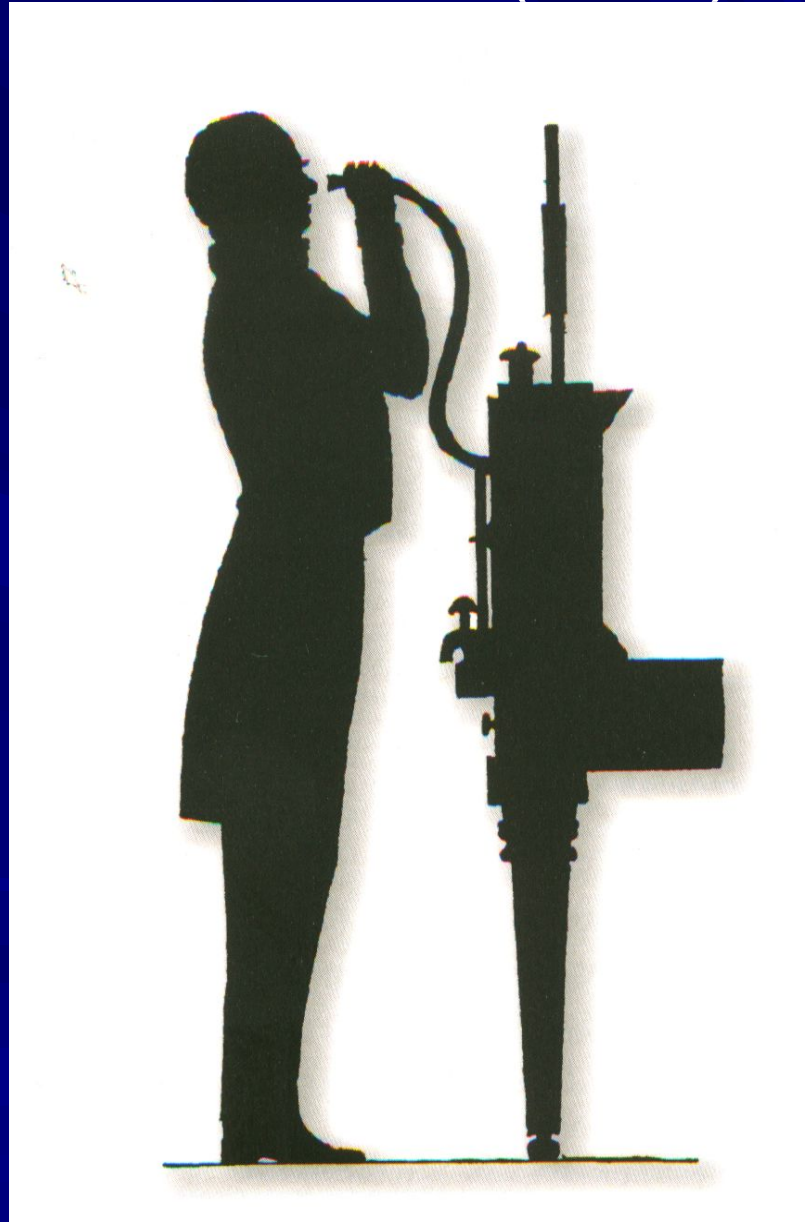
- Одышка
- Центральный (диффузный) цианоз
- Усиление работы дыхательных мышц
- Интенсификация кровообращения (тахикардия, увеличение минутного объема)
- Изменение дыхательных объемов и емкостей

# Степени тяжести легочной недостаточности

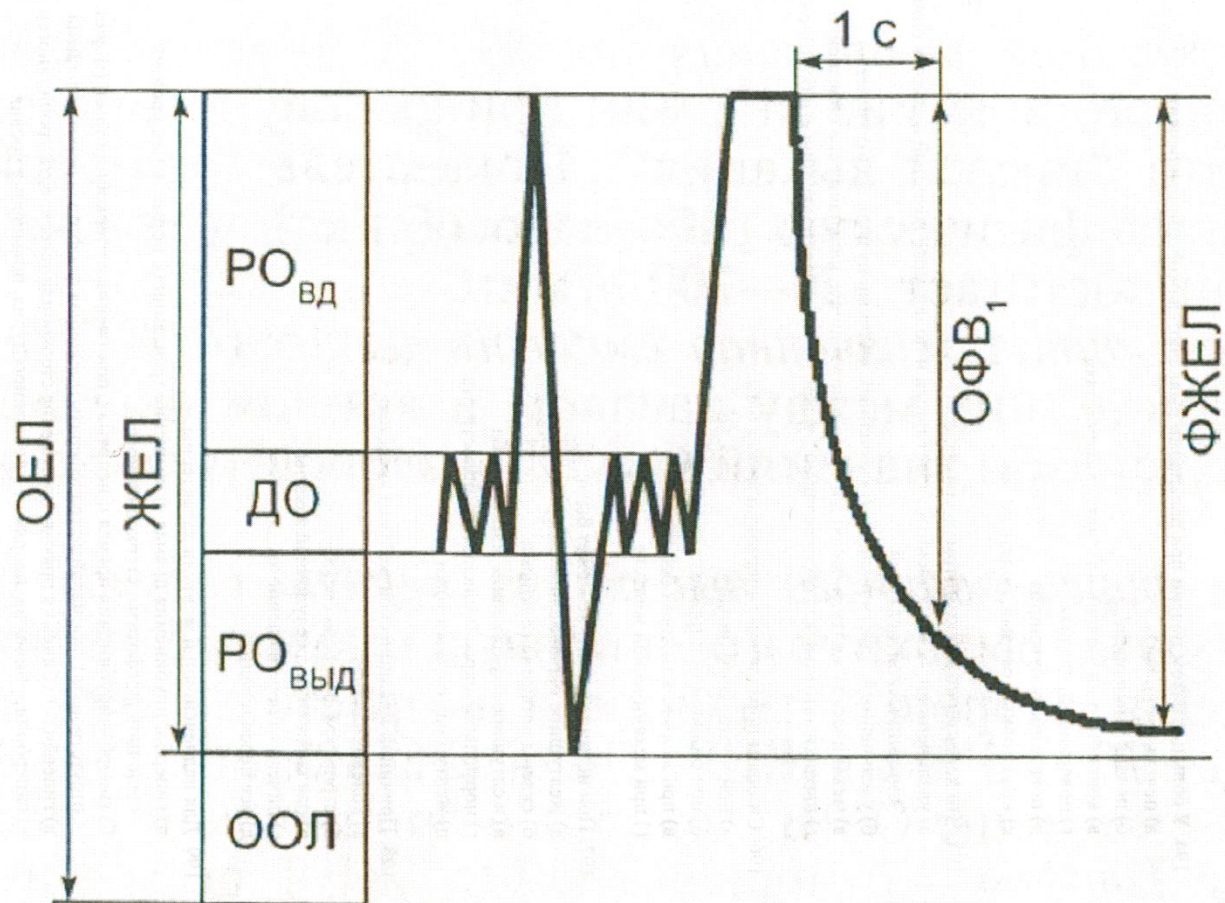
---

1. **Скрытая (бессимптомная) ЛН** – выявляется только при физической нагрузке
2. **Компенсированная ЛН** – компенсаторные механизмы (гипервентиляция, ускорение кровотока, повышение эритроцитов и Hb) обеспечивают газовый состав крови; при физической нагрузке возникает декомпенсация
3. **Декомпенсированная ЛН** – нормальный газовый состав крови не обеспечивается даже в покое

# Исследование функции внешнего дыхания (ФВД)

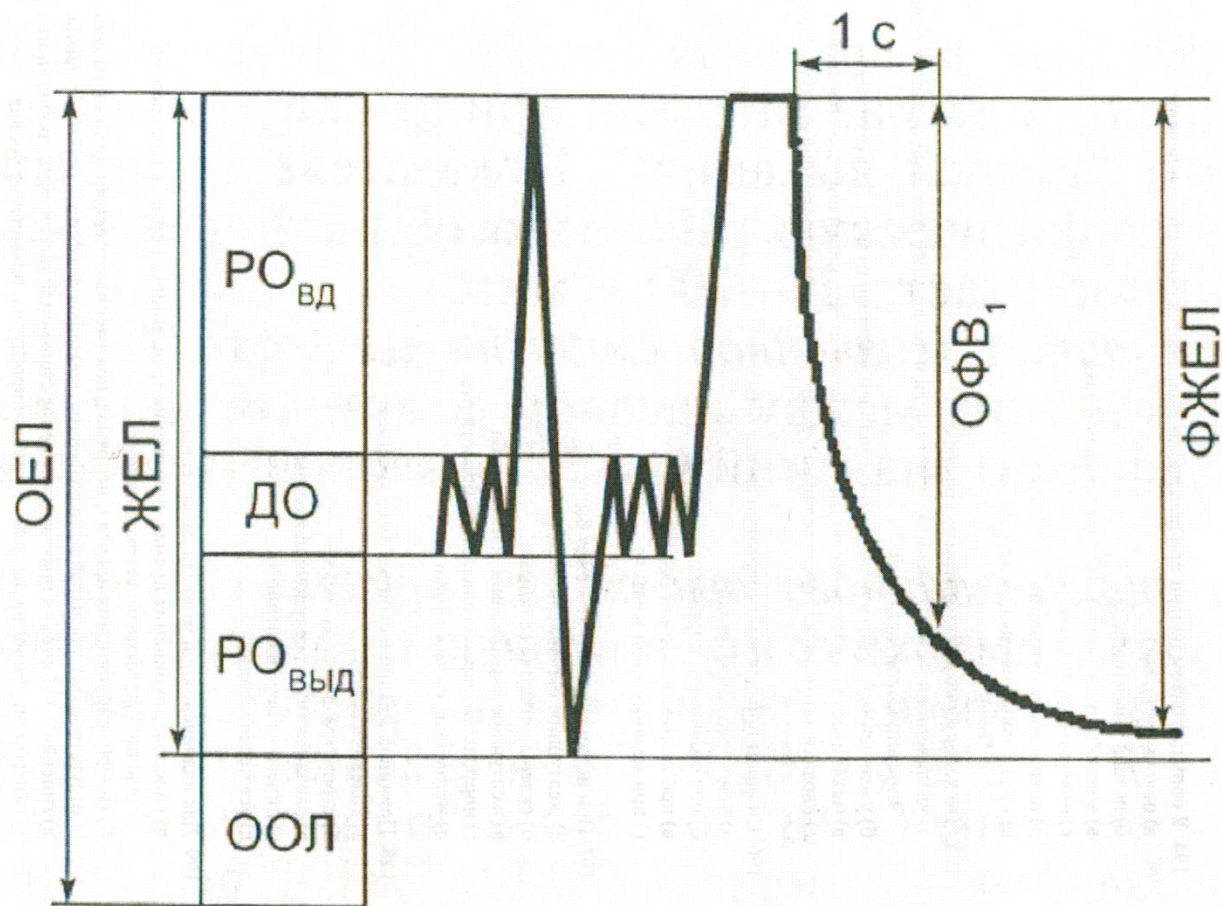


Спирография—  
способ  
изучения  
функции  
внешнего  
дыхания с  
помощью  
водяного или  
суховоздуш-  
ного  
спирометра.



# ПОКАЗАТЕЛИ ФВД (Легочные объемы)

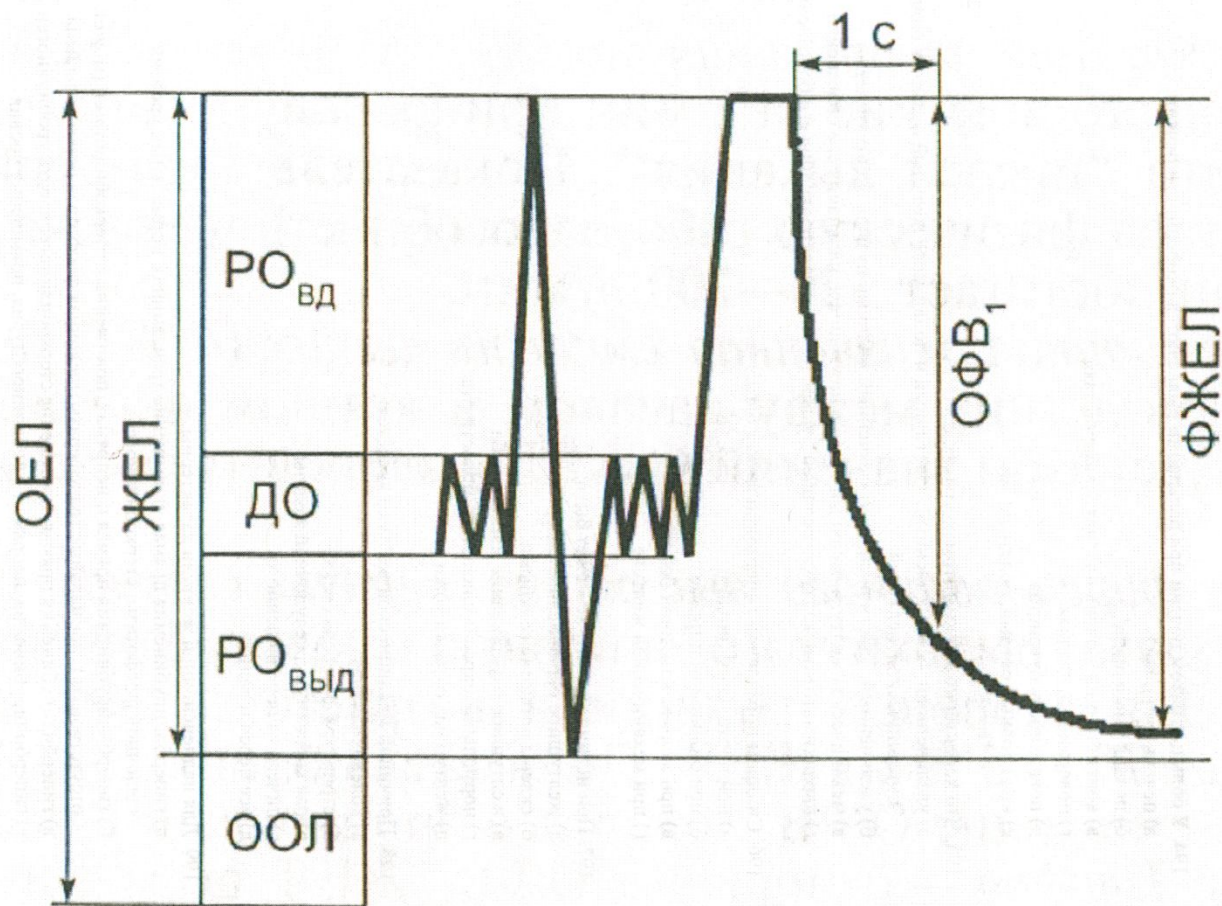
1. Общая емкость легких (ОЕЛ) – это объем воздуха, который могут вмещать легкие при максимально глубоком вдохе (**N = 5 – 6 л**)  
 $ОЕЛ = ЖЕЛ + \text{остаточный объем (ОО)}$
2. ЖЕЛ – объем воздуха, который изгоняется из легких при макс. выдохе после глубокого вдоха (**N = 3.5 – 4.5 л**)  
Сравнивают ЖЕЛ и ДЖЕЛ (**N – фактическая ЖЕЛ отличается от должной в пределах  $\pm 15\%$** )  
 $ЖЕЛ = ДО + РО \text{ вдоха} + РО \text{ выдоха}$
3. Дыхательный объем (ДО) – объем воздуха, поступающий в легкие при спокойном дыхании (**N = 300 – 500 мл**)
4. Резервный объем вдоха (РО вдоха) – объем воздуха, который может вдохнуть пациент, если после обычного вдоха сделан максимальный вдох. **РО вдоха  $\cong 65\%$  от ЖЕЛ**
5. Резервный объем выдоха (РО выдоха) – объем воздуха, который изгоняется из легких, если после обычного выдоха сделан макс. выдох (**РО выдоха  $\cong 20\%$  от ЖЕЛ**)
6. Остаточный объем (ОО) – объем воздуха, остающийся в легких после макс. выдоха. (**N = 1 – 1.5 л**)



Спирография

# ФВД (Вентиляционные показатели)

1. Частота дыхания ( $N = 16 - 18$  в мин)
2. Глубина дыхания или дыхательный объем (**ДО**) – объем воздуха, поступающий в легкие при спокойном дыхании ( $N = 300 - 500$  мл)
3. Минутный объем дыхания (**МОД**) – объем воздуха, который вентилируется через легкие за 1 мин при спокойном дыхании
4.  **$МОД = ДО \times \text{частота дыхания}$**  ( $N = 5 - 8,5$  л)  
Фактический МОД отличается от должной в пределах  $\pm 15\%$
5. Макс. вентиляция легких (**МВЛ**) или предел дыхания – макс. количество воздуха, которое может быть провентилировано через легкие за 1 мин. ( $N = 70 - 120$  л в 1 мин)
6. Резерв дыхания =  **$МВЛ - МОД$**  ( $N = 60 - 110$  л)



Спирография

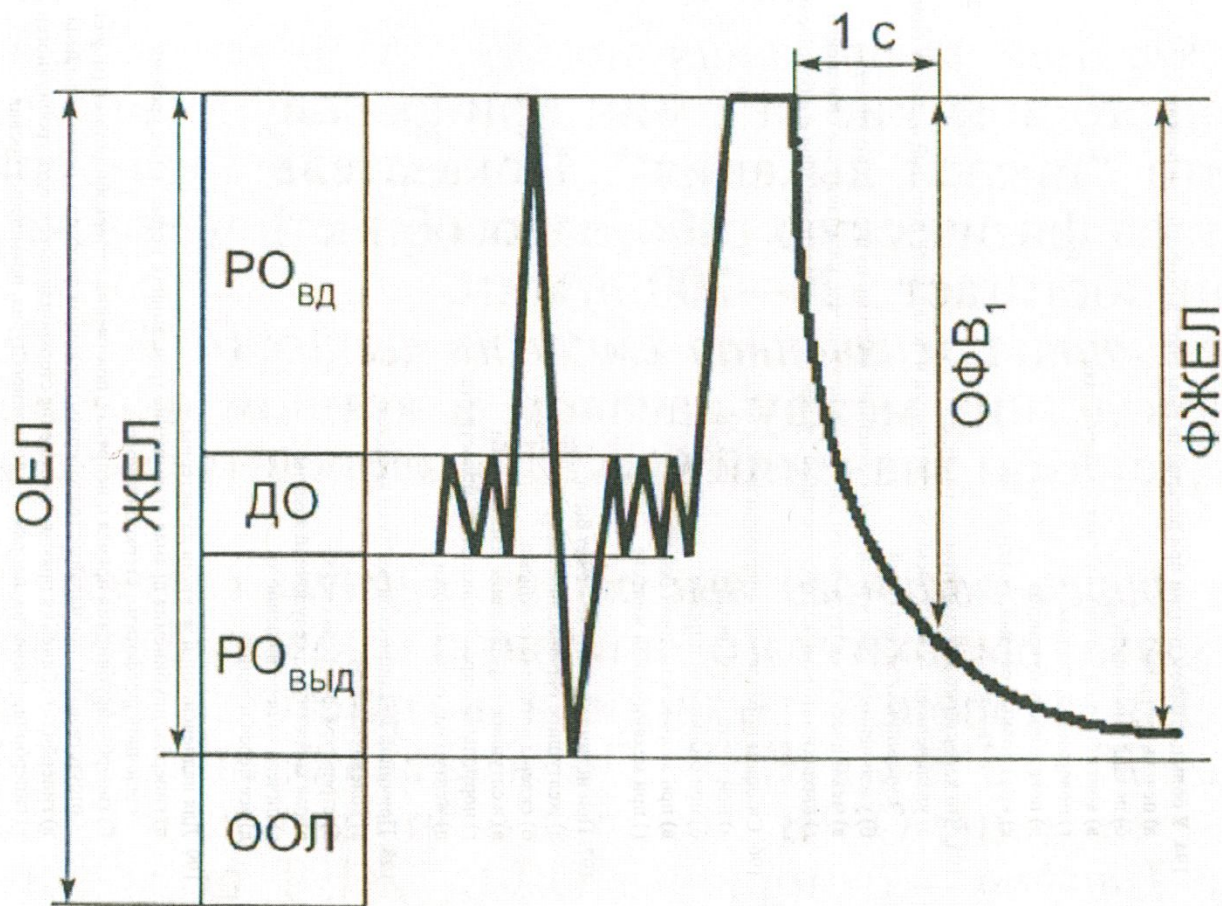


# Объемные динамические показатели

- Форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ)
- Объем форсированного выдоха за 1 сек (ОФВ1)
- Индекс Тиффно

# Объемные динамические показатели

- **ФЖЕЛ** – макс. объем воздуха, который может быть изгнан из легких с макс. возможной **силой и скоростью**.
- **ОФВ<sub>1</sub>** – объем воздуха, который может быть изгнан из легких с макс. возможным для больного усилием в течение 1-й секунды после глубокого вдоха, т.е. это часть ФЖЕЛ, выделяемая за первую секунду. У здорового человека **ОФВ<sub>1</sub> > 75% ФЖЕЛ**.
- **Индекс Тиффно** – отношение ОФВ<sub>1</sub>/ФЖЕЛ (в процентах). В **норме индекс Тиффно > 80%** и возрастает с увеличением усилия выдоха.  
**Используется для диагностики обструктивных и рестриктивных нарушений со стороны органов дыхания. Если у больного появляется бронхиальная обструкция, то индекс Тиффно станет <70%. При развитии рестрикции индекс Тиффно >70%.**



Спирография

# Объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1)

- Объем воздуха, который может выдохнуть человек за первую секунду при форсированном выдохе.
- Наиболее часто используемый показатель при оценке функции легких у больных бронхиальной астмой, хронической обструктивной болезнью легких – отражает выраженность бронхиальной обструкции.
- Сравнительно независим от усилий испытуемого.
- Полученный результат сравнивают с должным. (в %)

# Форсированная жизненная (ФЖЕЛ)

- Максимальный объем воздуха, который может быстро выдохнуть человек после максимального вдоха.
- Должная величина зависит от пола, возраста и роста пациента
- Показатель в значительной степени зависит от усилий пациента, недостаточное сотрудничество с больным может привести к снижению показателя.

# Индекс Тиффно отношение ОФВ1/ФЖЕЛ

- В норме ОФВ1/ФЖЕЛ > 80%, у детей >90%
- Любые значения ниже данных могут предполагать бронхиальную обструкцию
- Показатель, позволяющий разграничить обструктивные и рестриктивные процессы

# Нарушение бронхиальной проходимости

- $ОФВ1 < 80\%$
- Отношение  $ОФВ1/ФЖЕЛ$  снижено
- $ФЖЕЛ$  обычно в норме или умеренно снижена в зависимости от влияния патологического процесса на другие легочные объемы

# Тяжесть обструкции (функциональные критерии)

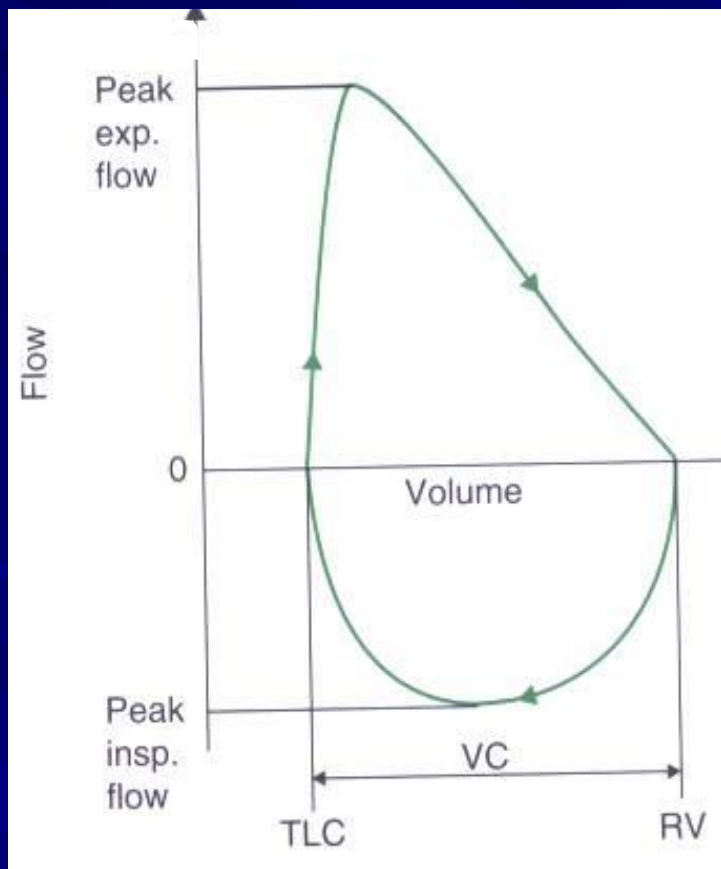
- **Легкая степень:** ОФВ1  $\geq 80\%$  от должного; вариабельность  $\leq 30\%$
- **Средняя степень:** ОФВ1 60 – 80% от должного; вариабельность  $> 30\%$
- **Тяжелая степень:** ОФВ1  $\leq 60\%$  от должного; вариабельность  $> 30\%$



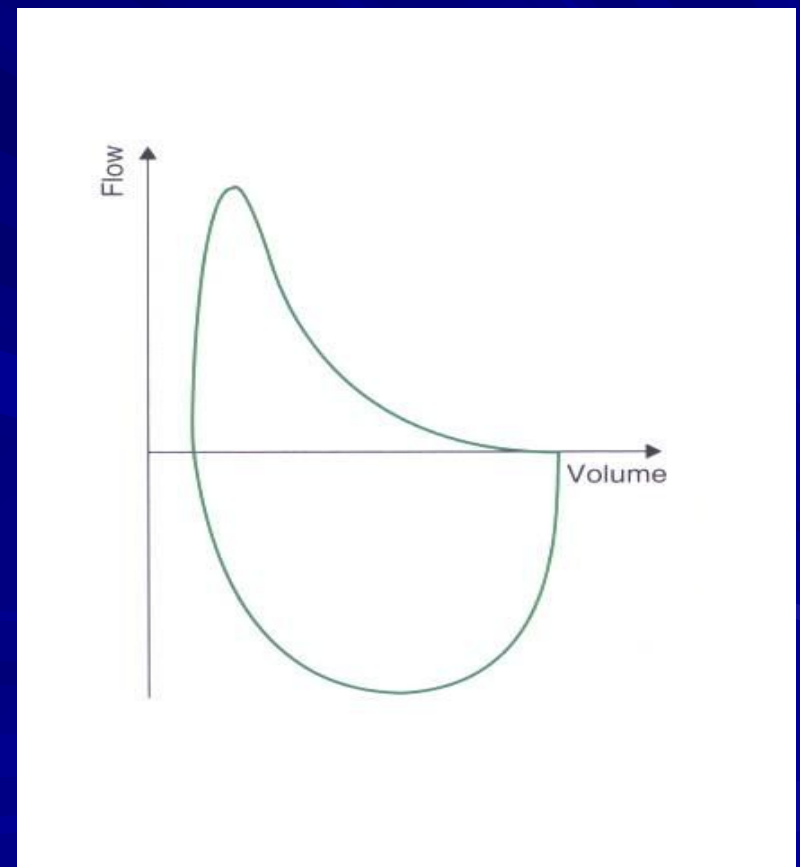
# Спирометрия

## Кривая поток - объем

норм



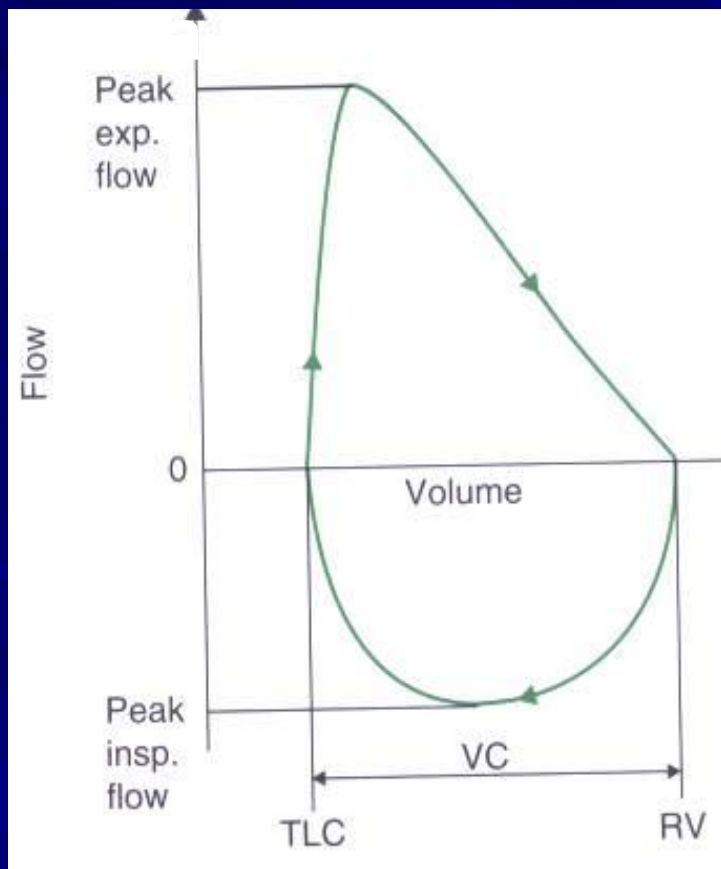
Обструкция средней степени тяжести



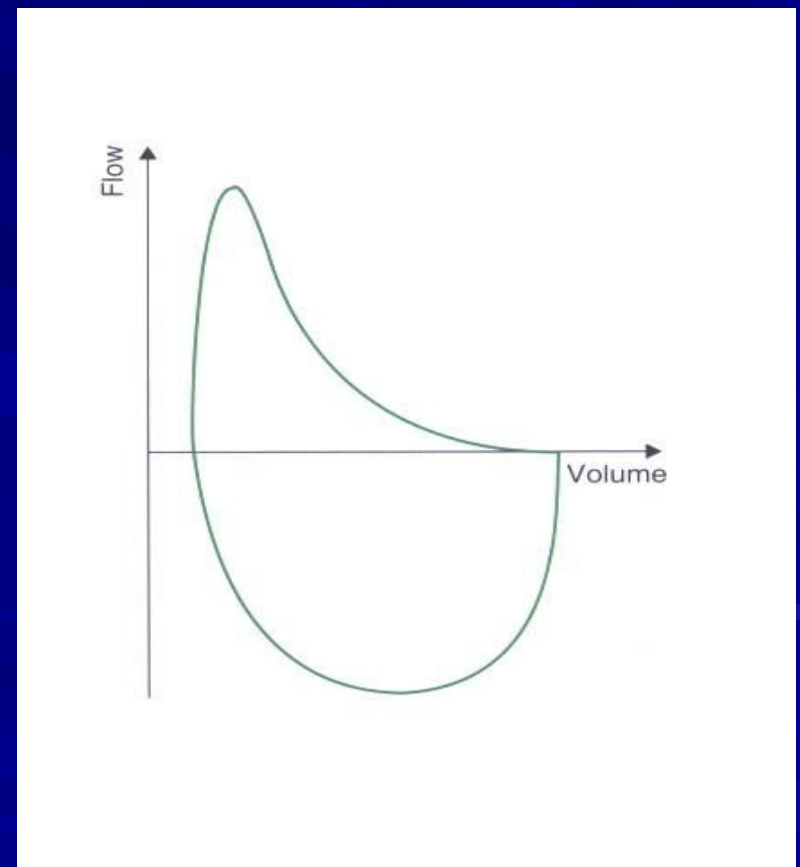
# Спирометрия

## Кривая поток - объем

норм



Обструкция средней степени тяжести



- ***Пневмотахометрия*** – определение объемной скорости вдыхаемого и выдыхаемого воздушного потока на протяжении дыхательного цикла, измеряемой в литрах в секунду прибором пневмотахометром.
- У здоровых мужчин мощность вдоха и выдоха одинакова и равна 5–8 л/сек., а у женщин – 4–6 л/сек.

# Пиковая скорость выдоха

## Расчет показателей ПСВ (норма)

причины

- ПСВ (л/мин) =  $[3,95 - (0,0151 \times \text{возраст})] \times \text{рост}$  (см) — для мужчин.
- ПСВ (л/мин) =  $[2,93 - (0,072 \times \text{возраст})] \times \text{рост}$  (см) — для женщин.

(по Leiner G.C. et al., 1963)

Рис. 5.27. Пикфлоуметрия. Пиковая скорость выдоха (ПСВ) характеризует воздушный поток, возникающий в первые 0,1 сек форсированного выдоха (полученные данные экстраполируют на целую минуту). Этот показатель может быть измерен у постели больного с помощью портативного прибора — пикфлоуметра. Должные значения ПСВ определяются по номограммам или расчетным формулам. Пикфлоуметрия имеет особенно важное значение в диагностике, оценке тяжести и эффективности лечения бронхиальной астмы.



# Пикфлоуметрия

Берем пикфлоуметр так, чтобы пальцами не закрыть щель, по которой движется стрелка. Отводим стрелку на начало шкалы. Все дальнейшие действия совершаем стоя или сидя. Спокойно, медленно выдыхаем, а затем делаем глубокий вдох.

1



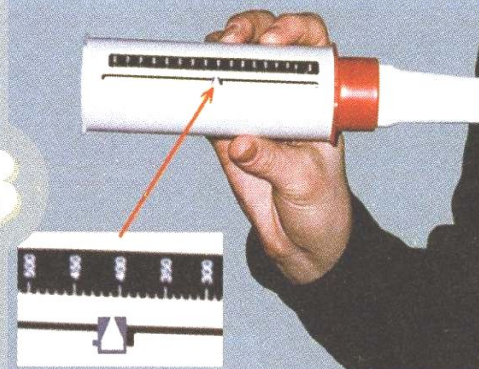
Держа пикфлоуметр горизонтально, плотно обхватываем мундштук губами и делаем резкий, как только это возможно, выдох.

2



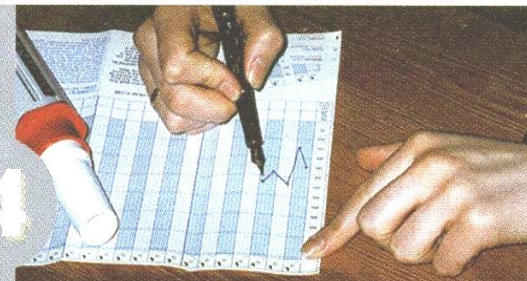
На шкале смотрим результат – цифру, на которую указывает отодвинувшаяся стрелка. Повторяем эти действия еще два раза.

3



Выбираем из трех попыток лучший показатель. Это значение и заносим в дневник.

4



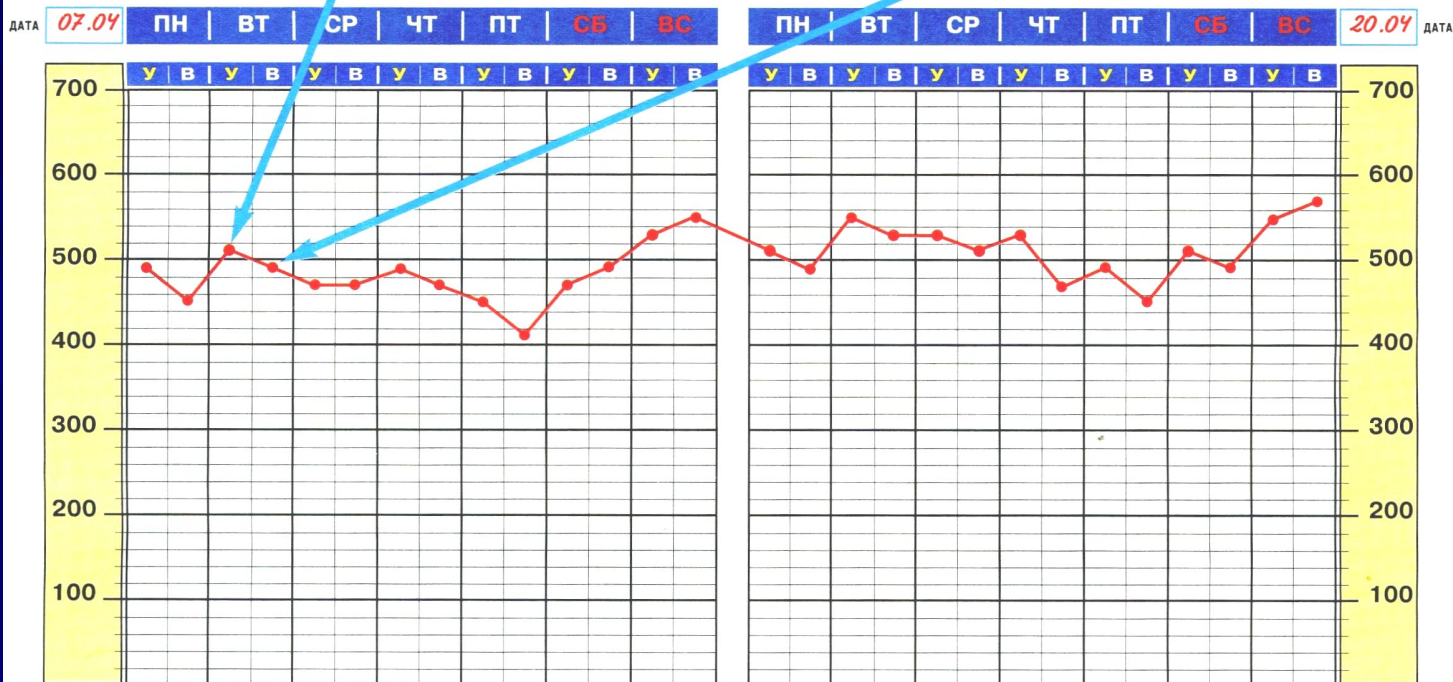


# КАК ПРАВИЛЬНО ПОЛЬЗОВАТЬСЯ ДНЕВНИКОМ



Каждое утро, перед приемом лекарств, выдохните три раза в пикфлоуметр и запишите лучший показатель в графу «У» – утро.

Повторите это вечером и запишите лучший показатель в графу «В» – вечер.



# Классификация легочной недостаточности

---

1. Обструктивная легочная недостаточность

2. Рестриктивная легочная недостаточность

3. Смешанная легочная недостаточность

# МЕХАНИЗМЫ БРОНХИАЛЬНОЙ ОБСТРУКЦИИ

---

- Спазм гладкой мускулатуры бронхов
- Воспалительная инфильтрация и отек слизистой бронхов
- Увеличение количества вязкого секрета в бронхах
- Деформация бронхов
- Опухоль бронха, инородное тело
- Экспираторный коллапс мелких бронхов (менее 2 мм в диаметре, не имеющих хрящевого скелета)



# МЕХАНИЗМЫ РЕСТРИКТИВНОЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

---

## Заболевания органов дыхания

- а) инфильтративные изменения легочной ткани
- б) пневмосклероз
- в) уменьшение объема функционирующей паренхимы легкого – резекция, ателектаз, врожденная гипоплазия
- г) заболевания плевры, ограничивающие экскурсию легких

## Внелегочные нарушения

- а) изменения грудной клетки (деформация позвоночника и грудной клетки)
- б) нарушение деятельности дыхательной мускулатуры
- в) левожелудочковая недостаточность
- г) увеличение объема брюшной полости (асцит, метеоризм, ожирение), болевой синдром.

# ФВД ПРИ РАЗНЫХ ТИПАХ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

Вентил. недостаточность	Обструктивный тип	Рестриктивный тип	Смешанный тип
Показатели ФВД			
<b>ЖЕЛ</b>	<b>В норме</b>	<b>Снижена</b>	<b>Снижена</b>
<b>ОФВ<sub>1</sub> сек</b>	<b>Снижена</b>	<b>м.б. снижена</b>	<b>Снижена</b>
<b>Проба Тиффно</b>	<b>Снижена</b>	<b>В норме</b>	<b>Снижена</b>
<b>Общая емкость легких</b>	<b>В норме или увеличена</b>	<b>Снижена</b>	<b>Снижена</b>

# Особенности проявлений обструктивной и рестриктивной легочной недостаточности

Клинические проявления	Рестриктивная ЛН	Обструктивная ЛН
Одышка	Инспираторная	Экспираторная (изменяется после кашля)
Цианоз	Центральный	Центральный, усиливается при кашле
Кашель	Может отсутствовать	Малопродуктивный, или продуктивный
Аускультация	Изменения не носят типичного характера	Сухие свистящие хрипы, усиливаются при форсированном выдохе
ФВД	Снижены ЖЕЛ и МВЛ	Значительно снижены ФЖЕЛ <sub>1с</sub> и МВЛ