

Спирография



Пневмотахометрия



Спирография (лат. spiro дышать + греч. graphō писать, изображать) — метод исследования функции легких путем графической регистрации во времени изменений их объема при дыхании.

Спирография занимает важнейшее место для выявления заболеваний бронхолегочной системы.

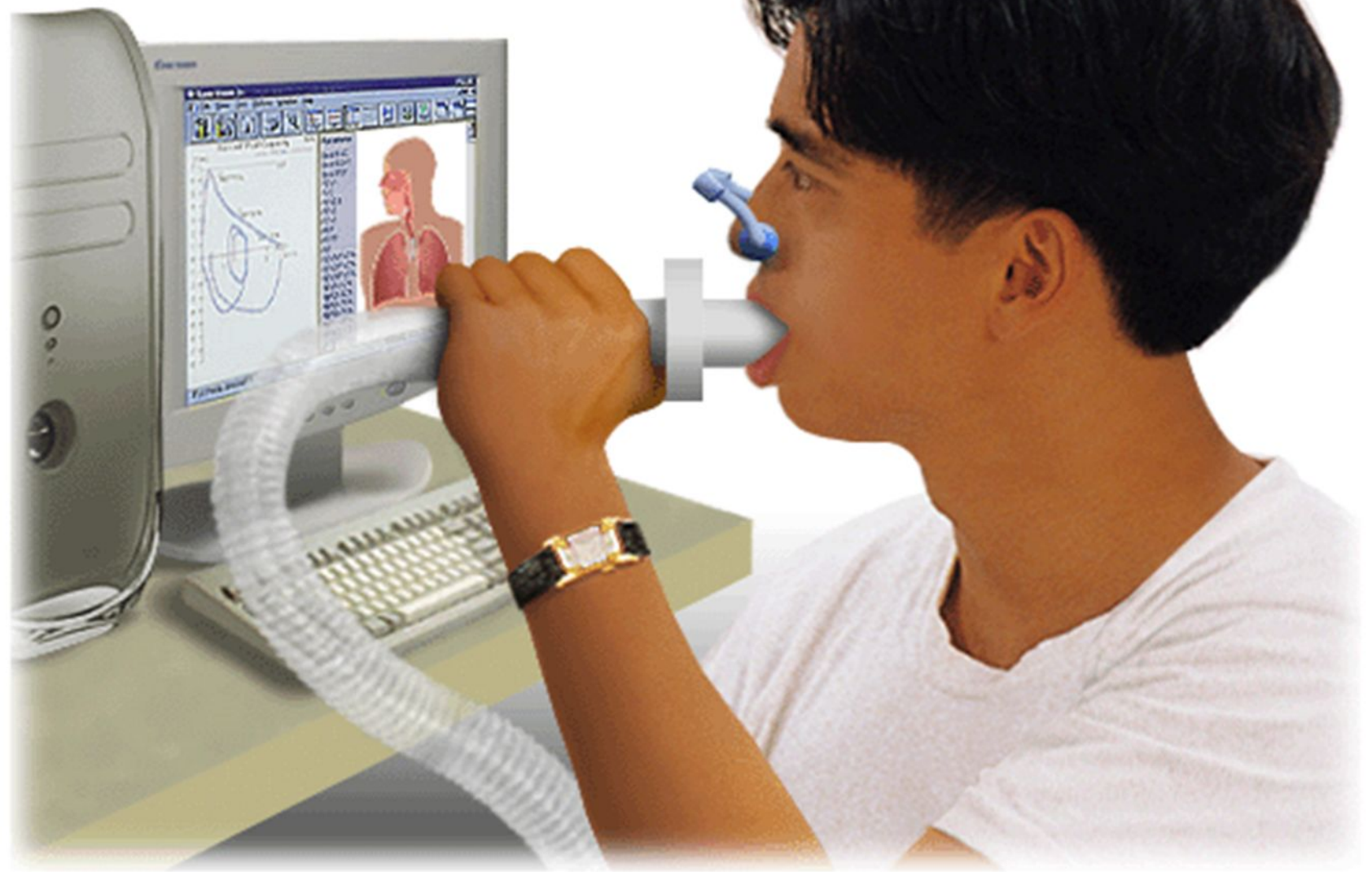
Данная процедура безболезненна, безопасна, проводится как в амбулаторных условиях, так и в условиях стационара, и занимает несколько минут.

Регистрируемые показатели дают информацию о функциональном состоянии легких и бронхов, проходимости дыхательных путей, о наличии и степени снижения вентиляционной способности легких и о типе вентиляционных нарушений.

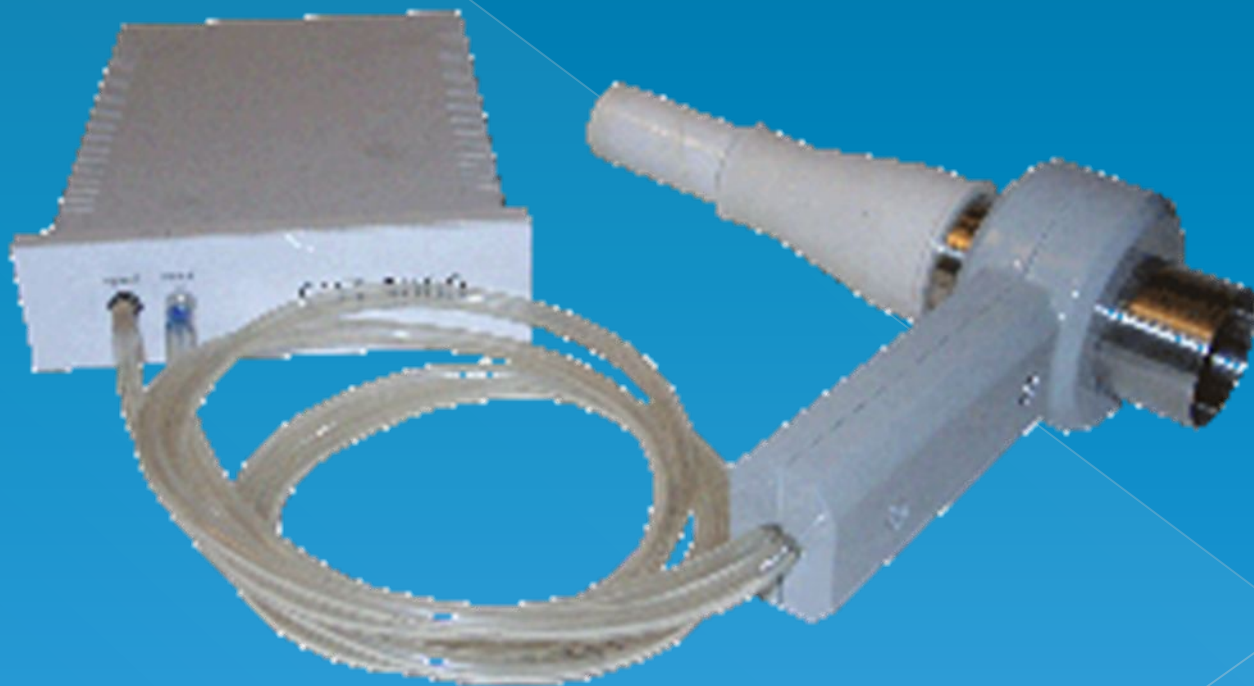




Spirometry



В спирографе **СП-3000** измерения автоматически начинаются, как только пациент начнет дыхательный маневр. Как только сигнал становится больше пороговой величины, тест начинается.



Также, с помощью спирографии можно выявить наличие обратимости бронхиальной обструкции, что является одним из диагностических критериев бронхиальной астмы. Для этого проводится бронходилатационный тест, когда обследуемому пациенту проводят ингаляцию бронхорасширяющего лекарственного средства.

Спирография позволяет не только оценить клинически-выраженные состояния, но и выявить ранние проявления заболеваний, сопровождающихся нарушением со стороны бронхолегочной системы, что в свою очередь позволит своевременно установить диагноз и начать терапию.

Подготовка к исследованию:

- исследование проводится натощак или не ранее, чем за 2 часа после легкого завтрака;
- перед исследованием необходим отдых в положении сидя в течение 15 мин;
- рекомендуют воздержаться перед исследованием от курения и употребления крепкого чая и кофе;
- если перед спирографией пациент принимал назначенные врачом лекарственные препараты, действующие на дыхательную систему, их отменяют за 6—24 ч до момента проведения спирографии;
- одежда должна быть свободной, не стесняющей движения грудной клетки при форсированном дыхании.

Длительность процедуры: 15-20 минут.

Спирографию необходимо проводить, если у Вас:

- длительный и затяжной беспричинный кашель (в течение 3-4 недель и более, часто после перенесенных ОРВИ и острого бронхита);
- возникает одышка, ощущение "заложенности" в грудной клетке;
- возникает "сипящее" и "свистящее" дыхание преимущественно при выдохе;
- возникает ощущение затрудненного выдоха и вдоха.



Показания к проведению спирометрии:

- ✓ определения жизненной емкости легких и ее резервов у здоровых лиц, в том числе спортсменов;
- ✓ наличие кашля, хрипов, одышки, свистящего дыхания при первичном обследовании;
- ✓ оценка степени операционного риска перед хирургическим вмешательством (операцией);
- ✓ оценка выраженности вентиляционных нарушений и эффективности ранее назначенной терапии, с последующей коррекцией базисной терапии (при необходимости) при наличии подтвержденного диагноза бронхиальной астмы или хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ);
- ✓ получение информации о влиянии других заболеваний на функции легких (например, при болезнях сердца, суставов и пр.);
- ✓ определение прогноза заболевания, экспертная оценка трудоспособности или временной утраты трудоспособности, а также определение пригодности к работе в специальных условиях.

Спирографию целесообразно проводить регулярно, если Вы:

- ✓ являетесь курильщиком с многолетним стажем;
- ✓ страдаете частыми обострениями бронхита или испытываете одышку, чувство нехватки воздуха;
- ✓ имеете наследственность, отягощенную по заболеваниям дыхательной системы или аллергическим заболеваниям;
- ✓ нуждаетесь в коррекции терапии бронхиальной астмы;
- ✓ вынуждены дышать загрязненным и запыленным воздухом (при работе на вредном производстве)

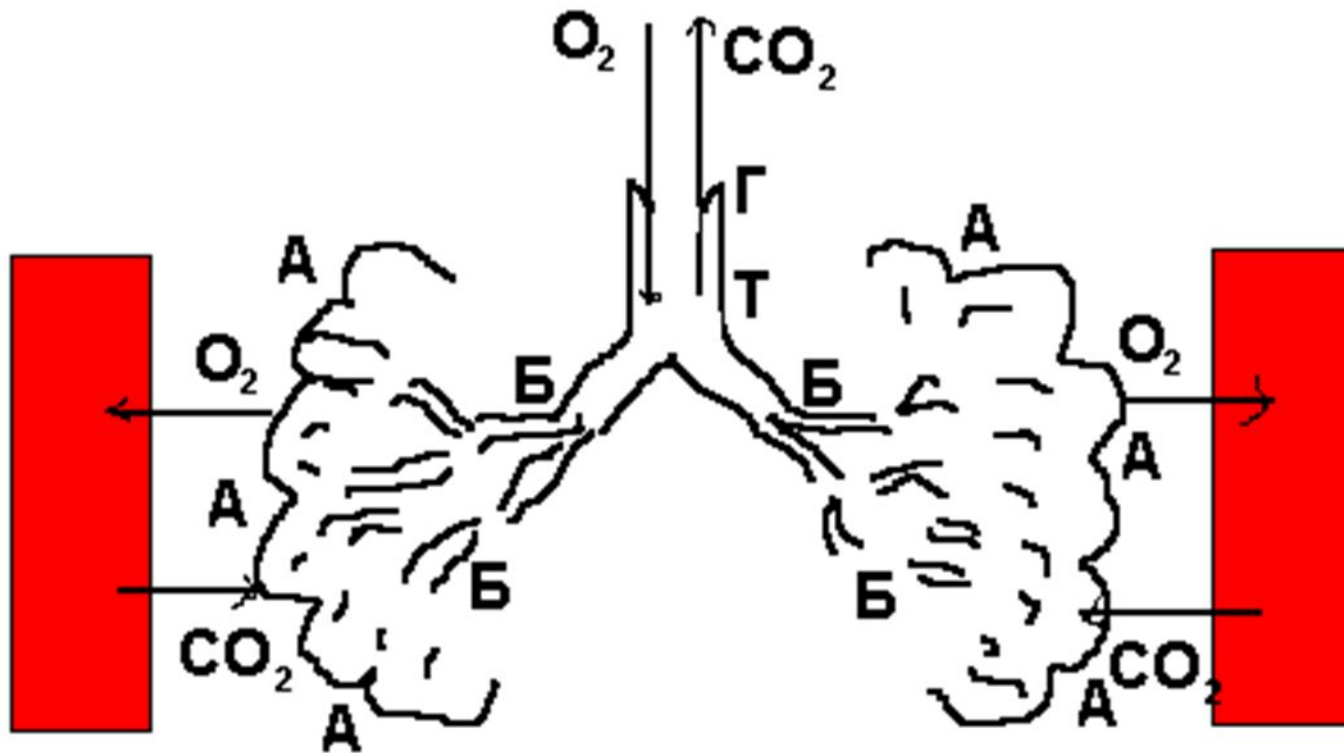
Спирография позволяет:

- ❖ установить причину одышки;
- ❖ оценить эффективность лечения;
- ❖ определить тип нарушения дыхательной функции;
- ❖ определить степень нарушения функции легких;
- ❖ оценить состояние пациента перед хирургическим лечением;
- ❖ выявить пригодность к некоторым типам работы.
- ❖ подобрать или скорректировать лечение при бронхиальной астме или ХОБЛ.

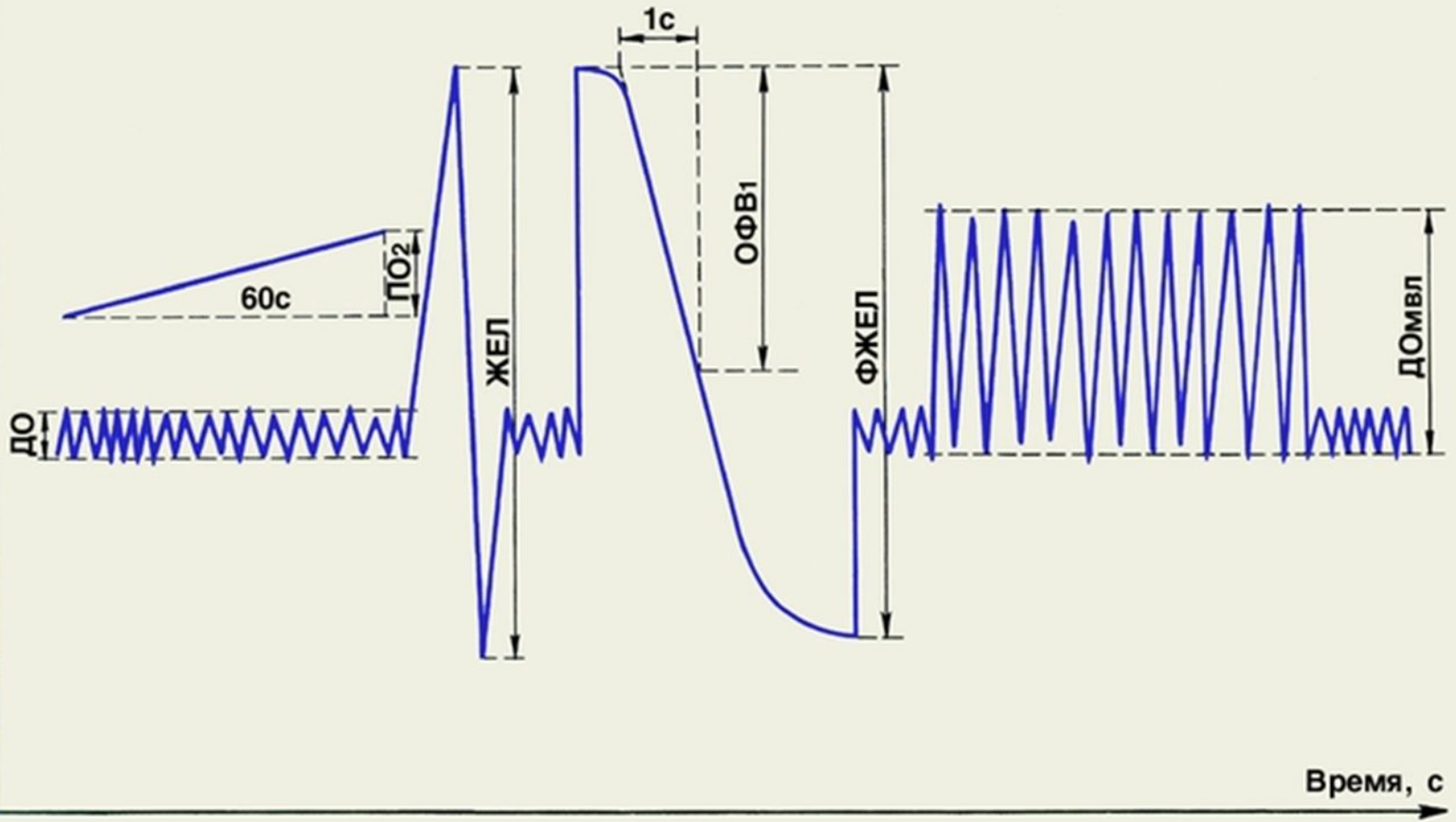
Противопоказания для проведения спирографии:

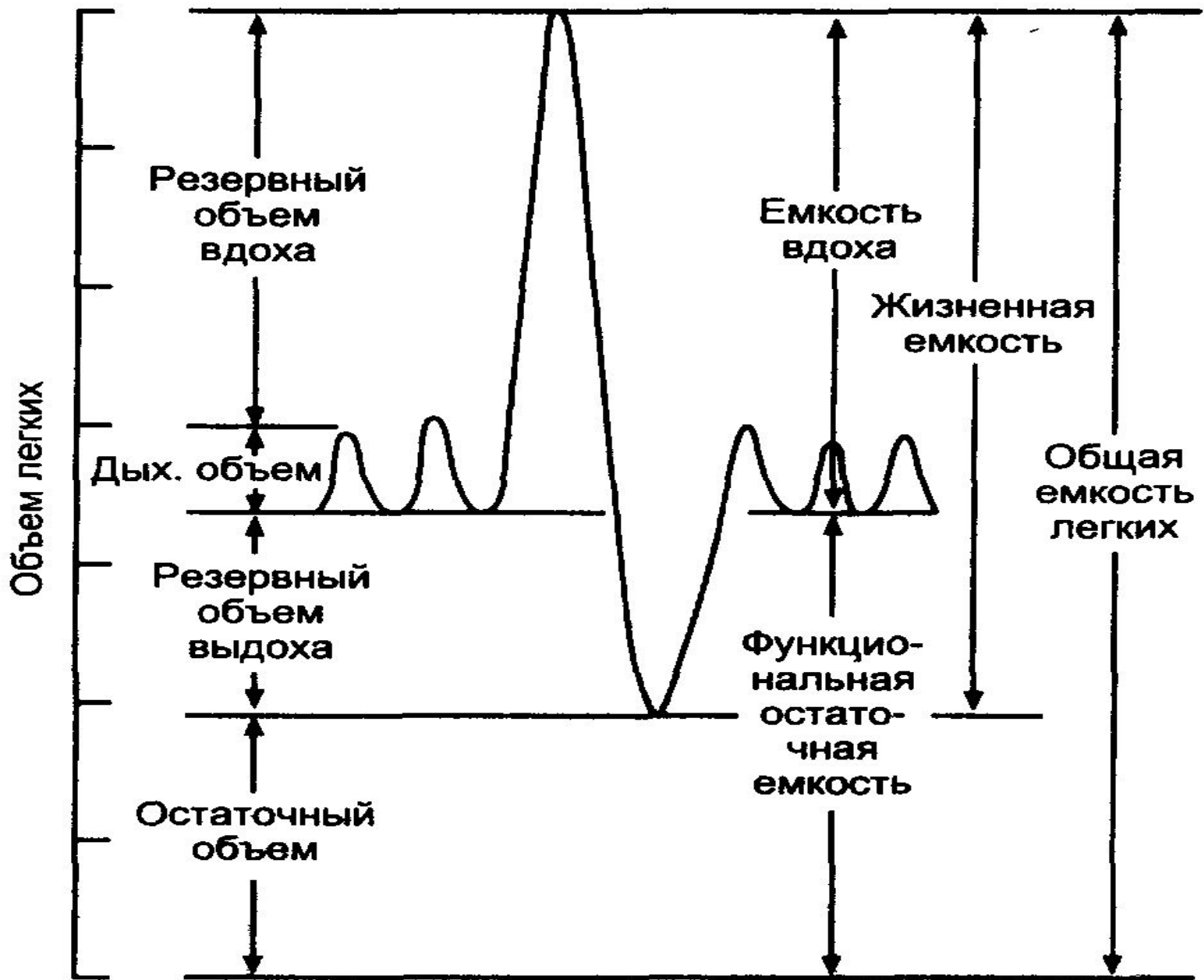
- ✓ обострение психических заболеваний
- ✓ острое инфекционное заболевание
- ✓ открытая форма туберкулеза с бацилловыделением,
- ✓ общее тяжелое состояние,
- ✓ кровохарканье,
- ✓ острый период инфаркта миокарда,
- ✓ угроза прерывания беременности.

СПИРОГРАФИЯ (ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ)



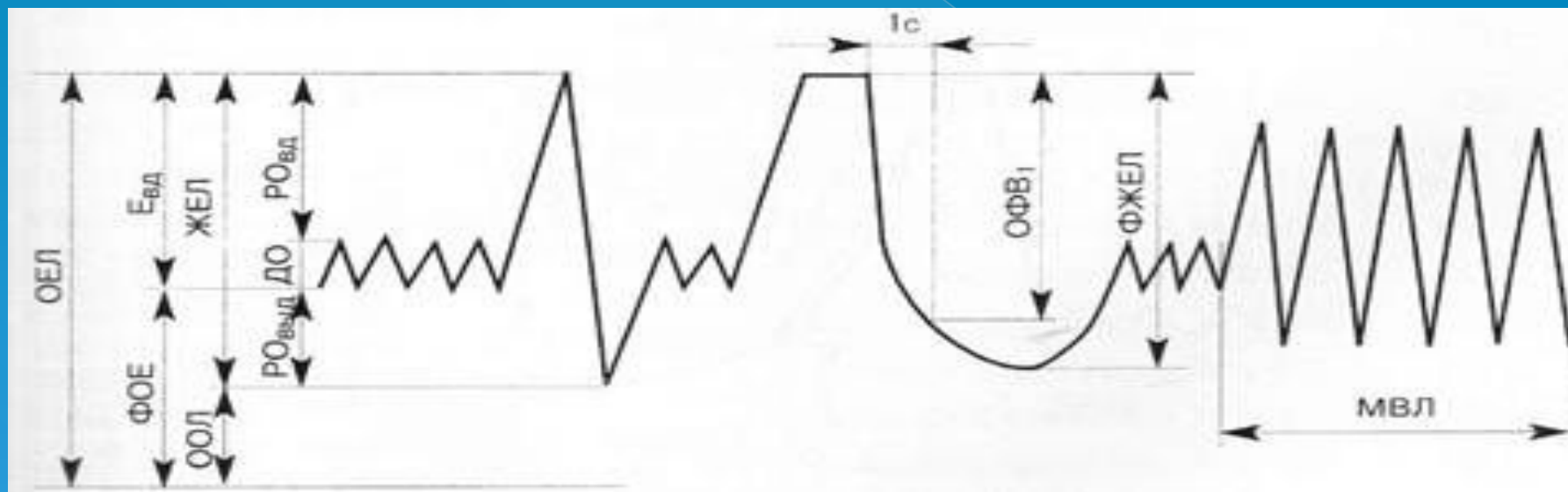
Объем, л





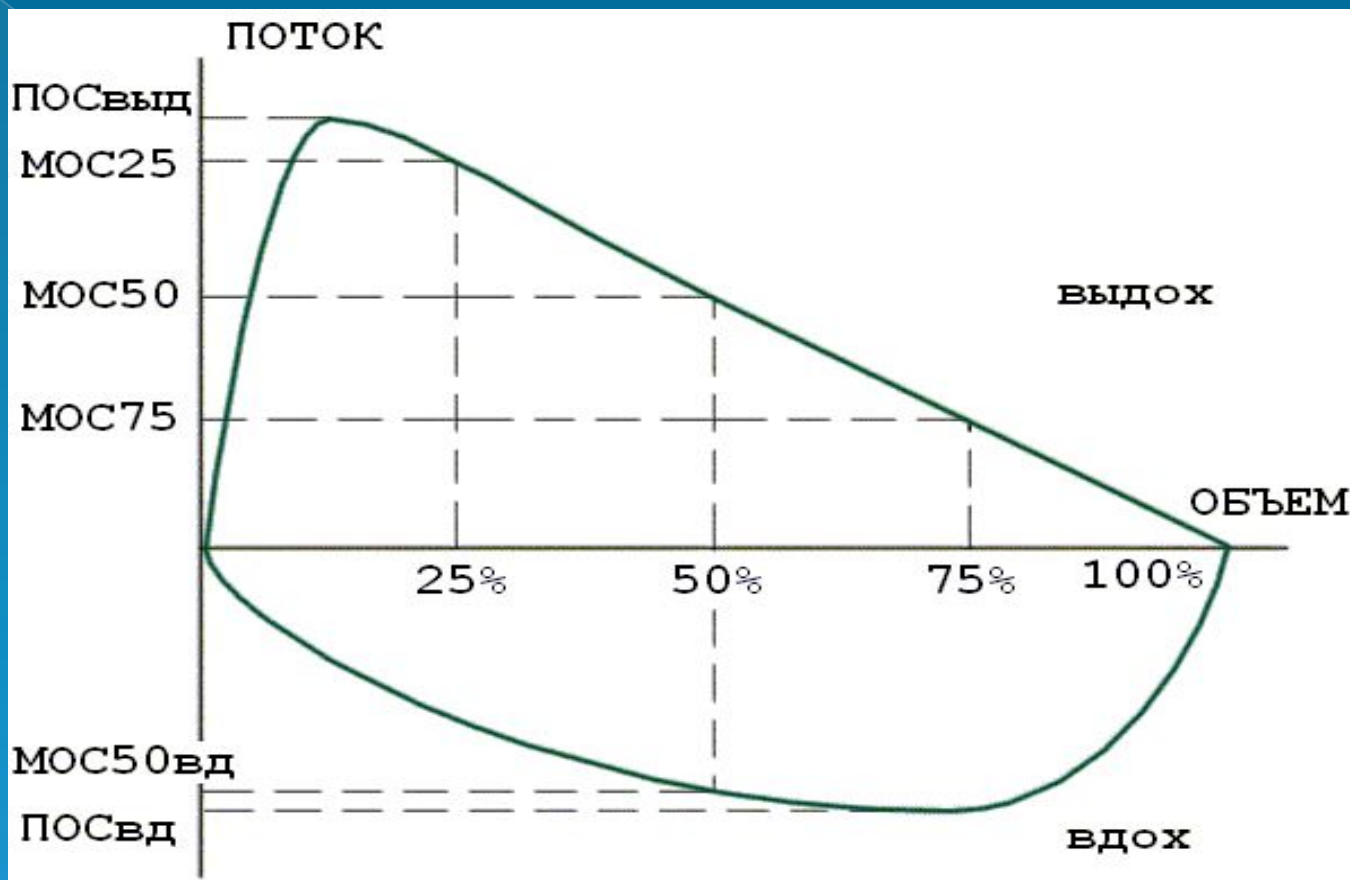
Статические показатели определяют во время спокойного дыхания. Измеряют **дыхательный объем (ДО)** — средний объем воздуха, который больной вдыхает и выдыхает во время обычного дыхания в состоянии покоя. В норме он составляет 500—800 мл. Часть ДО, которая принимает участие в газообмене, называется **альвеолярным объемом (АО)** и в среднем равняется $\frac{2}{3}$ величины ДО. Остаток ($\frac{1}{3}$ величины ДО) составляет объем **функционального мертвого пространства (ФМП)**. После спокойного выдоха пациент максимально глубоко выдыхает — измеряется **резервный объем выдоха (РОВвд)**, который в норме составляет 1000—1500 мл. После спокойного вдоха делается максимально глубокий вдох — измеряется **резервный объем вдоха (РОВд)**. При анализе статических показателей рассчитывается емкость вдоха (Евд) — сумма ДО и РОВд, которая характеризует способность легочной ткани к растяжению, а также **жизненная емкость легких (ЖЕЛ)** — максимальный объем, который можно вдохнуть после максимально глубокого выдоха (сумма ДО, РОВд и РОВвд в норме составляет от 3000 до 5000 мл).

После обычного спокойного дыхания проводится дыхательный маневр: делается максимально глубокий вдох, а затем — максимально глубокий, самый резкий и длительный (не менее 6 с) выдох. Так определяется **форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ)** — объем воздуха, который можно выдохнуть при форсированном выдохе после максимального вдоха (в норме составляет 70—80 % ЖЕЛ). Как заключительный этап исследования проводится запись **максимальной вентиляции легких (МВЛ)** — максимального объема воздуха, который может быть провентирирован легкими за 1 мин. МВЛ характеризует функциональную способность аппарата внешнего дыхания и в норме составляет 50—180 л. Снижение МВЛ наблюдается при уменьшении легочных объемов вследствие рестриктивных (ограничительных) и обструктивных нарушений легочной вентиляции.



Спирографическая кривая, полученная в маневре форсированного выдоха.

Расчет показателей ОФВ1 и СОС25-75



По форме петли и изменениям ее показателей можно выделить норму и основные типы дыхательной недостаточности: **обструктивную**, **рестриктивную** и **смешанную**.

ФЖЕЛ (форсированная жизненная ёмкость легких)

ФЖЕЛ = ФЖЕЛвыд (проба Тиффно). Форсированная жизненная ёмкость легких - объём воздуха, выдыхаемый при максимально быстром и сильном выдохе.

ОФВ05 - объём форсированного выдоха за 0,5 секунды

ОФВ1 - объём форсированного выдоха за 1 секунду - объём воздуха, выдохнутого в течение первой секунды форсированного выдоха.

ОФВ3 - объём форсированного выдоха за 3 секунды

ОФВпос = Опос - объём форсированного выдоха, при котором достигается ПОС (пиковая объёмная скорость)

МОС25 - мгновенная объёмная скорость после выдоха 25% ФЖЕЛ, 25% отсчитываются от начала выдоха.

МОС50 - мгновенная объёмная скорость после выдоха 50% ФЖЕЛ, 50% отсчитываются от начала выдоха.

МОС75 - мгновенная объёмная скорость после выдоха 75% ФЖЕЛ, 75% отсчитываются от начала выдоха.

СОС25-75 - средняя объёмная скорость в интервале между 25% и 75% ФЖЕЛ

СОС75-85 - средняя объёмная скорость в интервале между 75% и 85% ФЖЕЛ

СОС0.2-1.2 - средняя объёмная скорость между 200мл и 1200мл ФЖЕЛ выдоха

ПОС = ПОСвыд (пиковая скорость выдоха) - пиковая объёмная скорость выдоха.

МПП - максимальный полувыдыхаемый поток.

ТФЖЕЛ = Ввыд = Твыд - общее время выдоха ФЖЕЛ

ТФЖЕЛвд = Ввд = Твд - общее время вдоха ФЖЕЛ

ТФЖЕЛ/ТФЖЕЛвд - отношение времени выдоха ко времени вдоха

Тпос = ТПОС - время, необходимое для достижения пиковой объёмной скорости выдоха.

СТВ (среднее транзитное время) = СПВ (среднее переходное время)

- значение этого времени находится в точке, перпендикуляр из которой образует со спирографической кривой две равные по площади фигуры.

Показатели функции внешнего дыхания по данным спирографии

Показатель	Границы	Нарушения		
		Умеренное	Значительное	Резкое
	нормы			
ЖЕЛ, %	90 - 85	84 - 70	69 - 50	< 50
МВЛ, %	85 - 75	74 - 55	54 - 35	< 35
ТТ	69 - 65	64 - 55	54 - 40	< 40
ПСДВ	25 ± 5	Увеличение - при рестриктивных нарушениях Уменьшение - при обструктивных нарушениях		
ОФВ, л/сек	2,9 - 2,6 (муж.)	2,5 - 2,1	2,0 - 1,3	< 1,3
	2,0 - 1,8 (жен.)	1,8 - 1,4	1,3 - 0,8	< 0,8
ОФВ, %	85 - 75	74 - 55	54 - 35	< 35

Условные обозначения:

ЖЕЛ - Жизненная емкость легких.

МВЛ - минутная вентиляция легких.

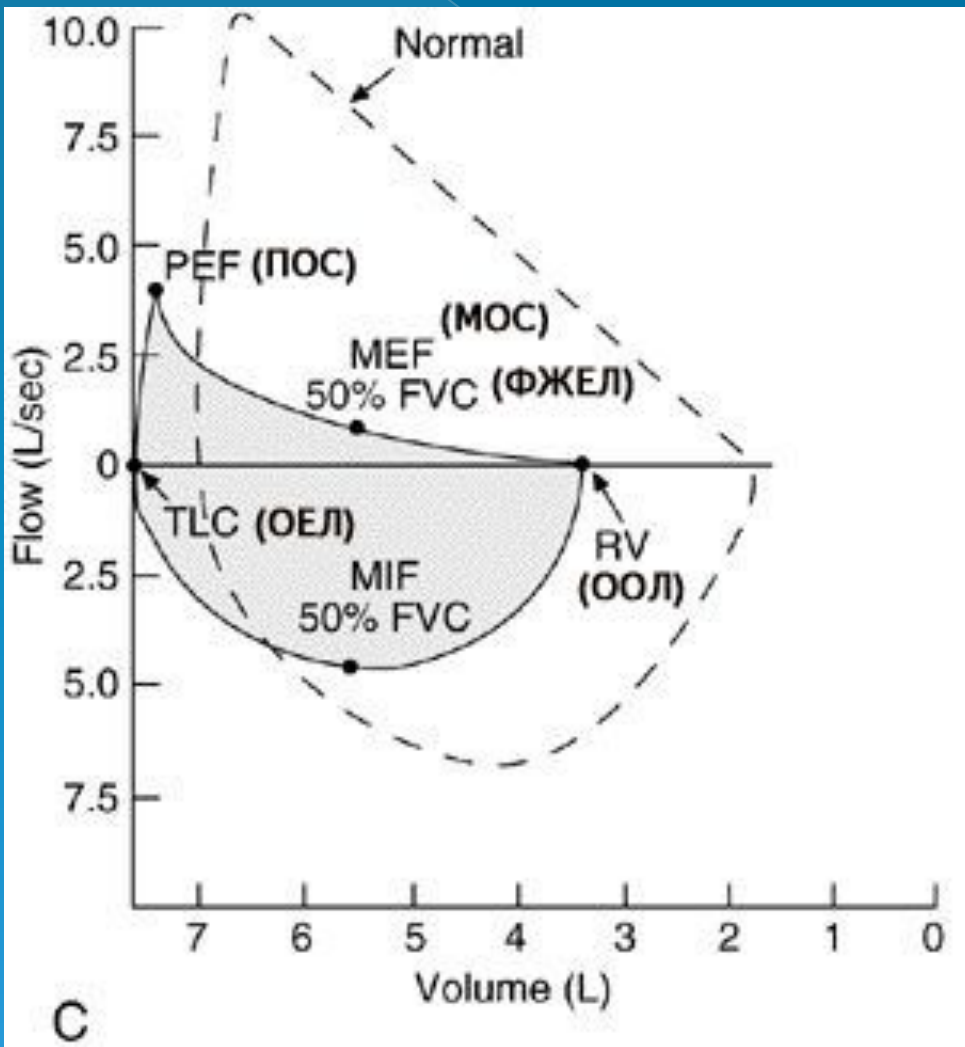
ТТ - тест Тиффно (ОФВ/ЖЕЛ).

ПСДВ - пропускная способность движения воздуха
(МВЛ/ЖЕЛ).

ОФВ - объем форсированного выдоха.

Обструктивные изменения

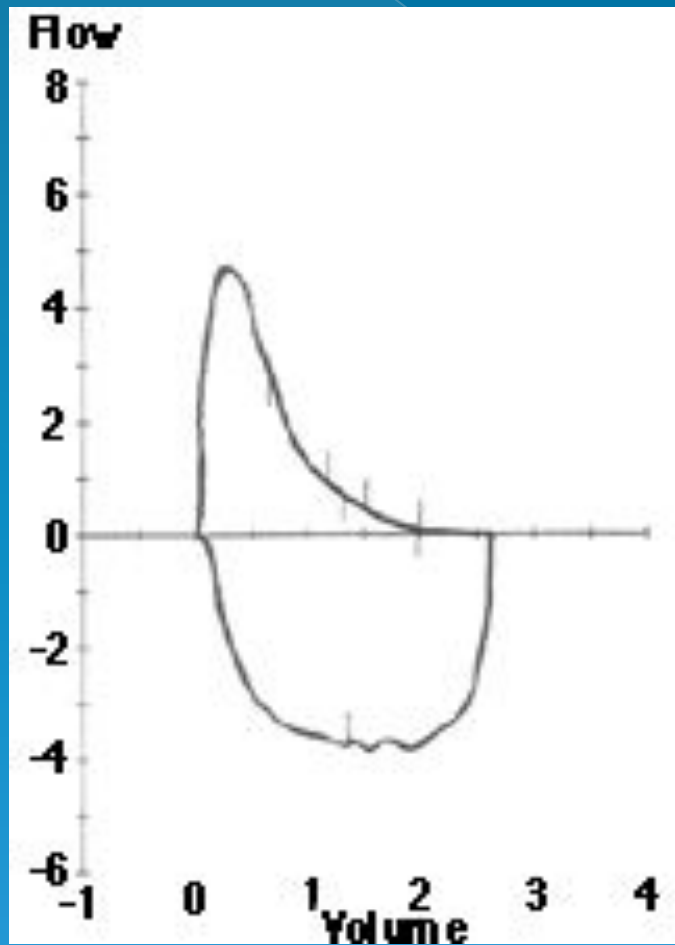
Обструкция при ХОБЛ



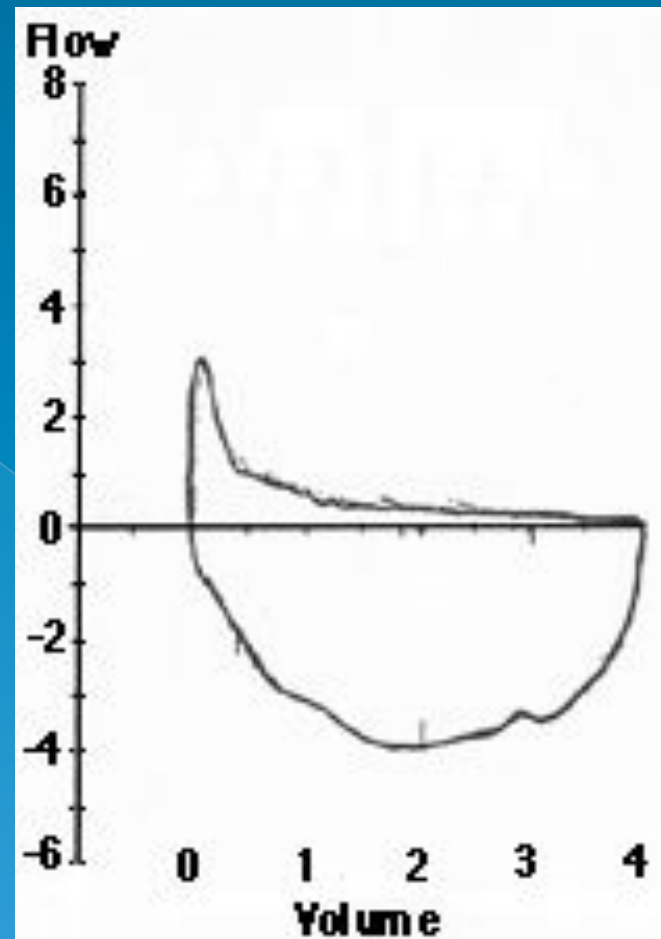
Обструктивные изменения спирограммы наблюдаются при хронических обструктивных болезнях легких:
хроническом обструктивном бронхите, бронхиальной астме, эмфиземе легких.

Обструктивная болезнь легких приводит к изменению петли поток-объем. На кривой выдоха, как и в норме, имеется пик максимальной скорости потока (ПОС), но затем кривая сходит более быстро, чем в норме, принимая вогнутую форму. Это приводит к быстрому падению МОС₂₅₋₇₅. По мере нарастания обструкции пик максимальной скорости потока (ПОС) становится все более острым, а последующее падение все более крутым и вогнутым. Такие изменения связаны с все более ранним спадением мелких бронхов и бронхиол при форсированном выдохе. Характерно также более медленное, чем в норме, восхождение до максимального объема и удлинение самого выдоха.

Умеренная обструкция



Тяжелая обструкция



Наиболее характерным спирографическим признаком обструктивной болезни легкого является снижение ОФВ1, причем ОФВ1 снижается быстрее, чем ФЖЕЛ. Это приводит к падению коэффициента ОФВ1/ФЖЕЛ ниже 70% **должного**.

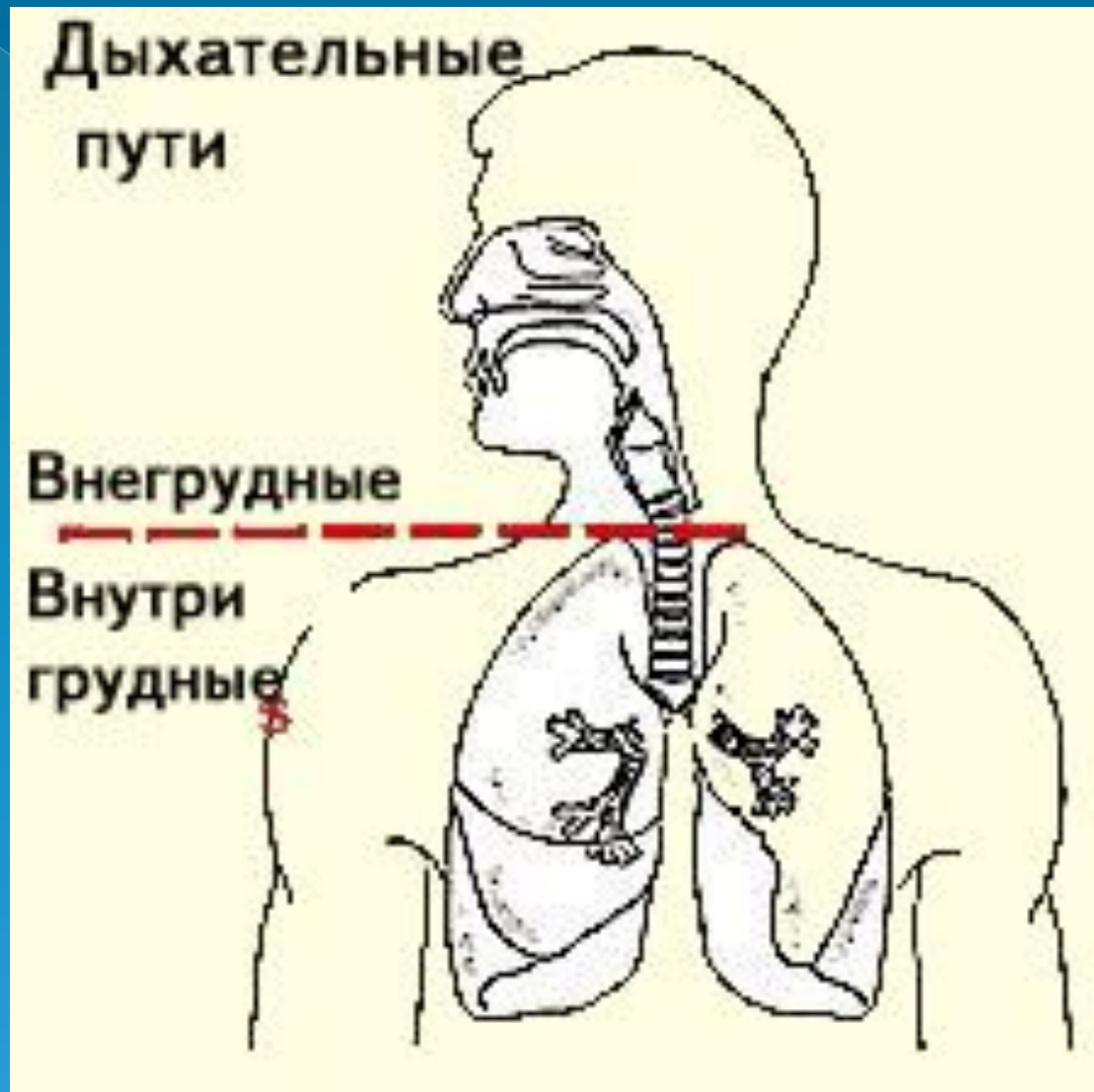
Во многих клиниках принято по показателю ОФВ1 подразделять степени обструкции.

ОФВ1	> 80% должного	норма
	65 - 80%	мягкая
	50 - 65%	умеренная
	< 50%	тяжелая

Для диагностики степени обратимости обструктивной дыхательной недостаточности рекомендую широко использовать ингаляционную пробу с сальбутамолом. Ее результаты позволяют выделить 3 варианта обратимости обструкции

- обратимую: увеличение ОФВ1 на 15 и > % от исходной;
- частично обратимую: увеличение ОФВ1 на 6 - 14% от исходной;
- необратимую: прирост показателя не превышает 5% от исходного.

Обструкция верхних дыхательных путей

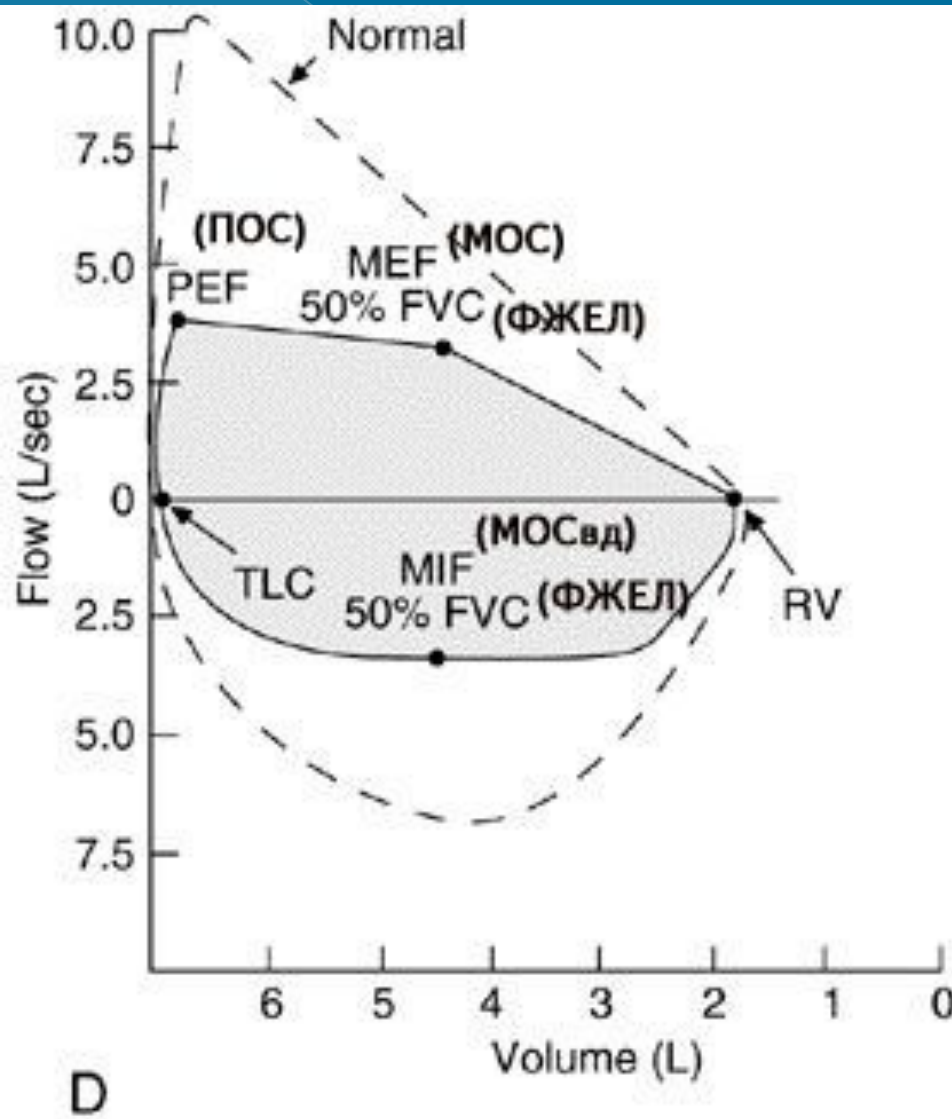


Анализируя форму петли поток-объем можно выявить обструкцию верхних дыхательных путей.

Различают три функциональных типа обструкции верхних ДП:

- постоянная обструкция
- переменная внутригрудная обструкция
 - переменная внегрудная обструкция.

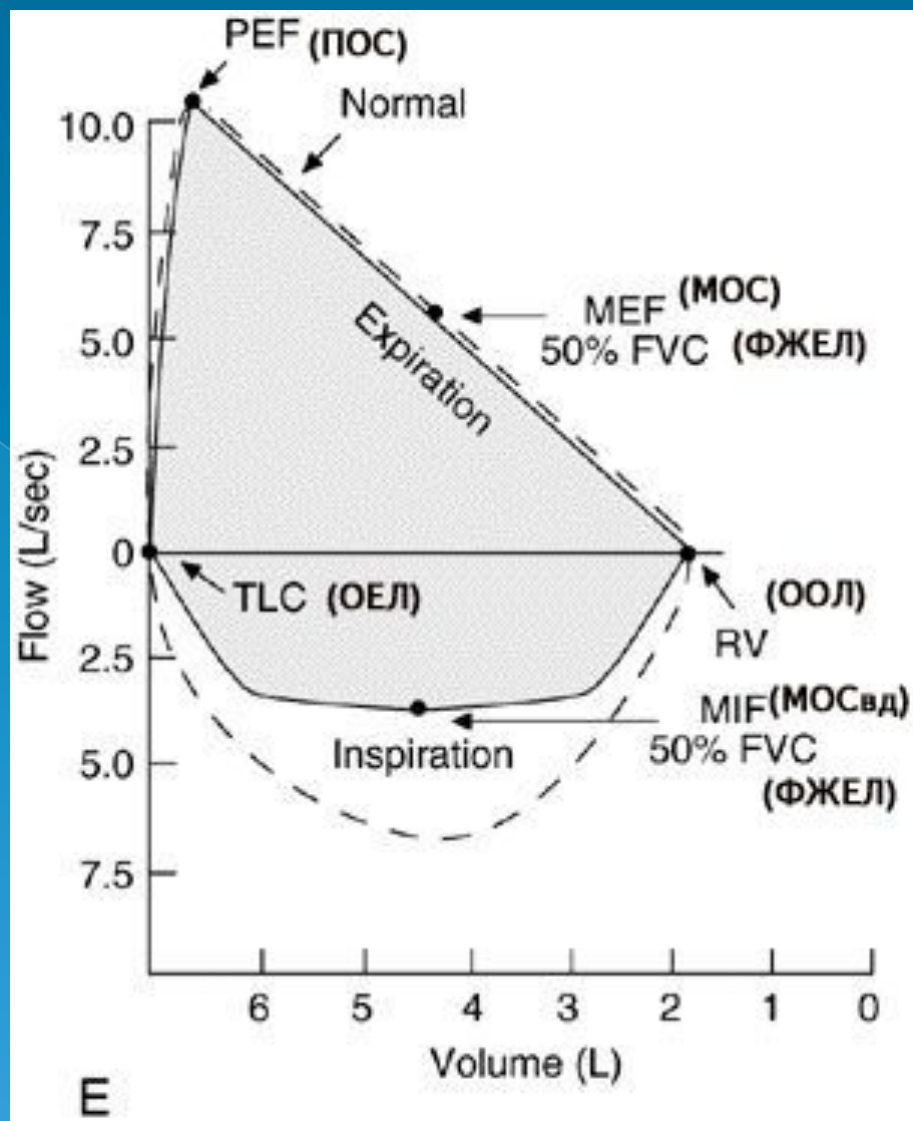
Постоянная обструкция верхних дыхательных путей (например, стеноз трахеи вследствие трахеостомии, двусторонний паралич голосовых связок, зоб).



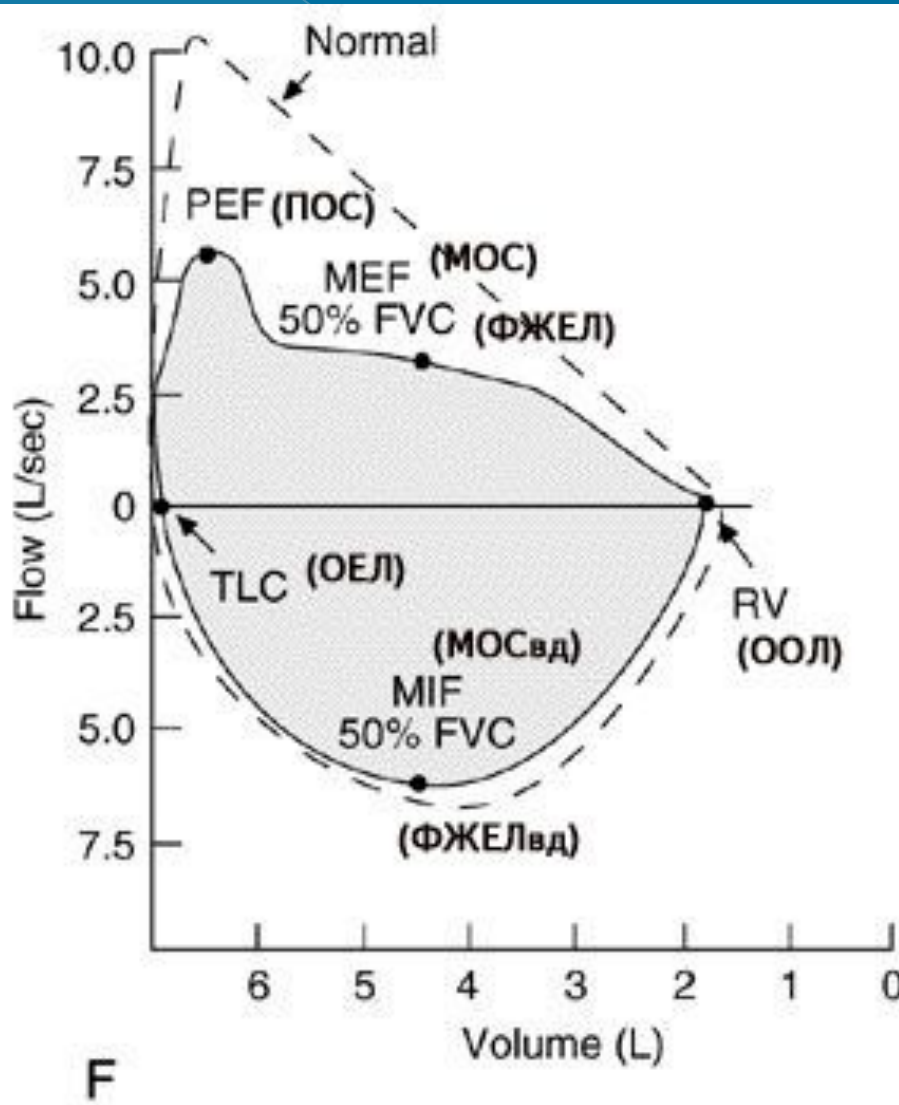
При "постоянной обструкции" (т.е. обструкции, геометрия которой остается постоянной в обеих фазах дыхания) происходит ограничение воздушного потока как на вдохе, так и на выдохе. Если постоянная обструкция находится в центральных дыхательных путях, то при анализе петли "поток-объем" обнаруживается снижение объемной скорости потока как на вдохе, так и на выдохе.

Переменная внегрудная обструкция (например, паралич или опухоль голосовой связки) приводит к избирательному ограничению объемной скорости потока воздуха во время вдоха.

Когда парализована одна голосовая связка, она пассивно перемещается в соответствии с градиентом давления вдоль надгортанника. Во время форсированного вдоха она смещается внутрь, что приводит к снижению инспираторного потока и появлению плато. Во время форсированного выдоха парализованная голосовая связка смещается в сторону, поэтому экспираторная кривая не изменена.



Переменная внутригрудная обструкция (например, полип, аденома бронха, трахеомалация). Компрессия ДП избирательно увеличивается во время выдоха.

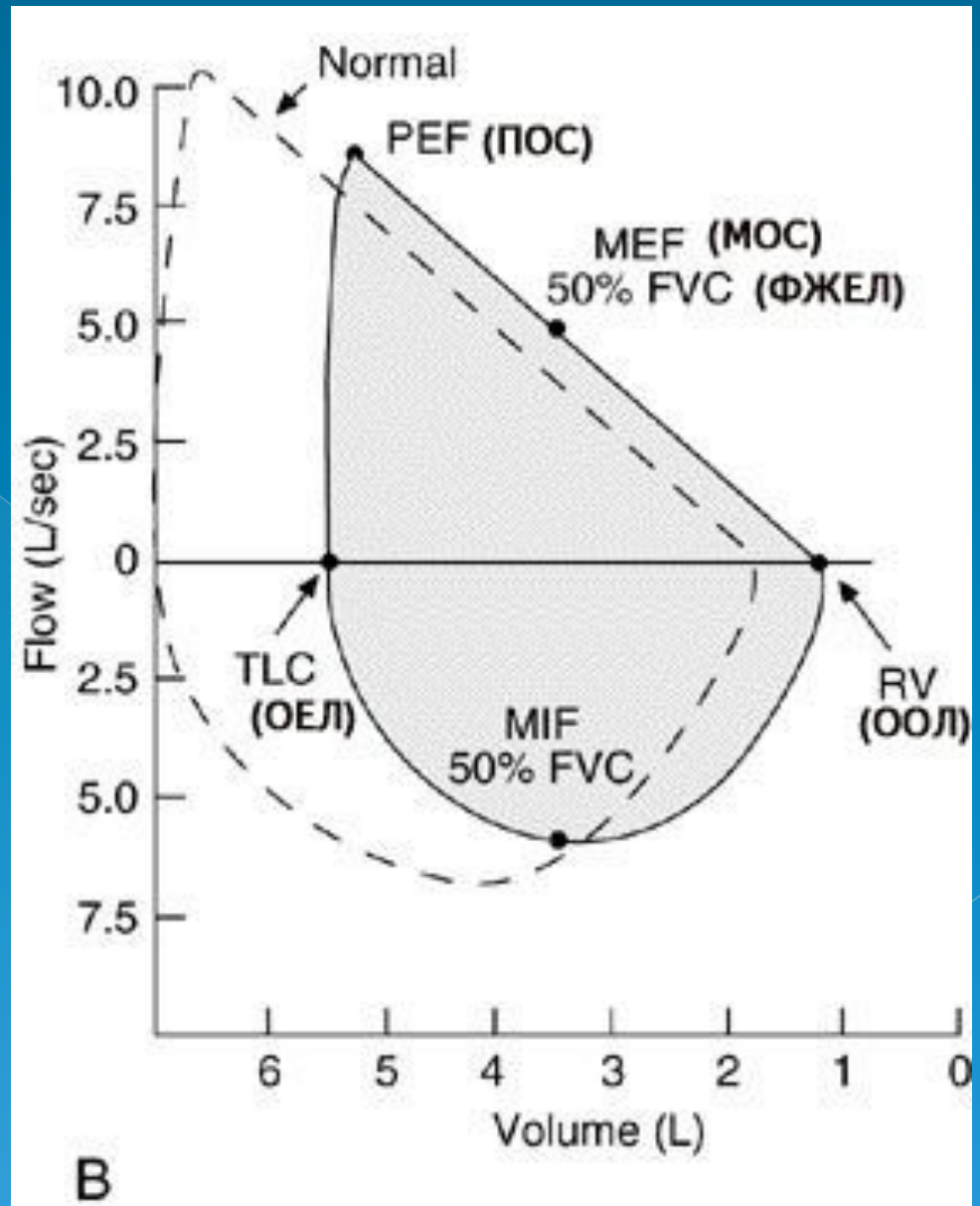


Во время форсированного вдоха отрицательное плевральное давление поддерживает трахею в открытом состоянии, поэтому объемная скорость потока и форма петли не изменяются по сравнению с нормой.

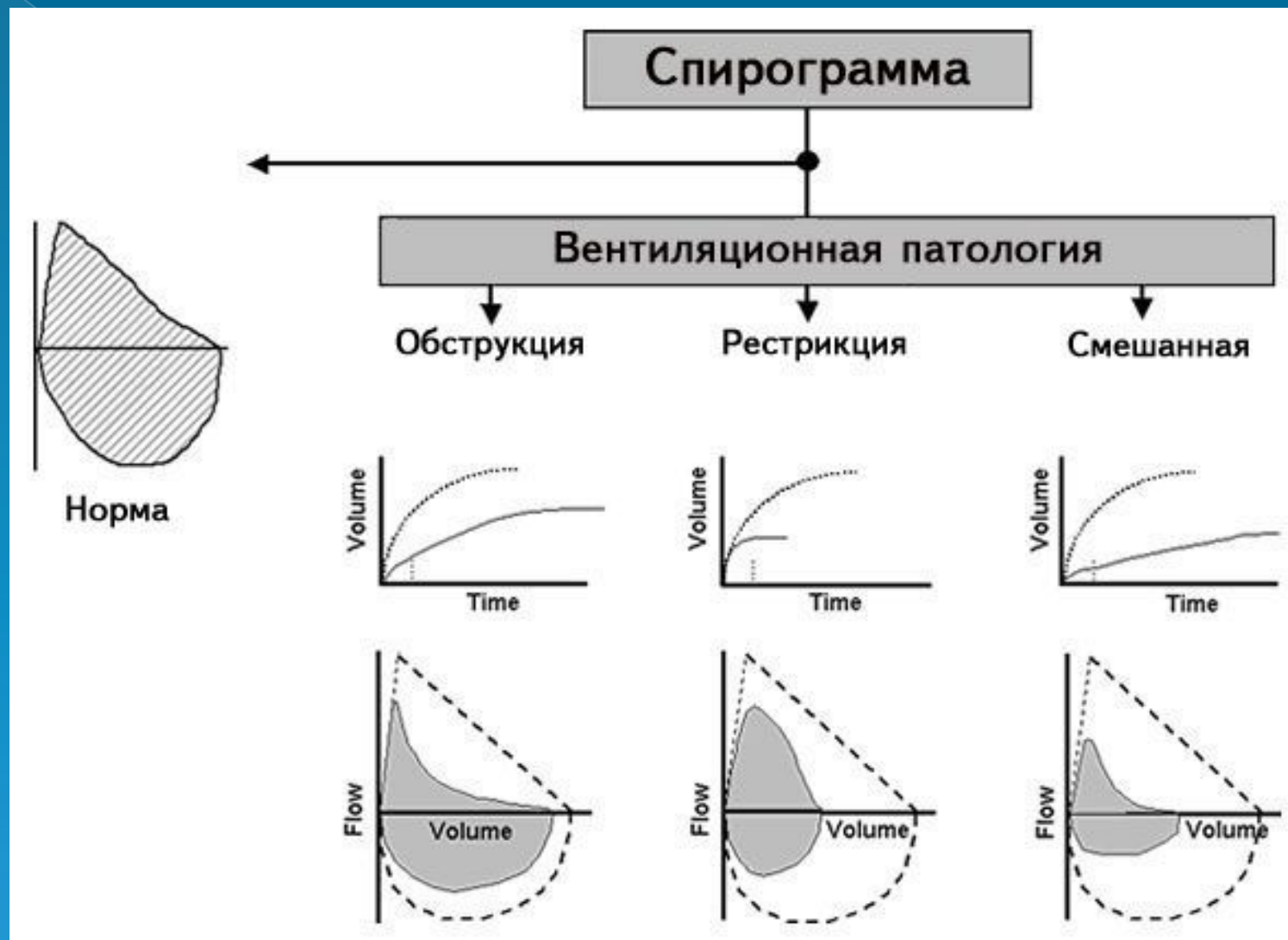
Рестриктивные (ограничительные) изменения

Рестриктивное заболевание (например, саркоидоз, кифосколиоз). Кривая имеет более узкую форму вследствие уменьшения легочных объемов, но ее форма в основном соответствует нормальной кривой, как на рисунке (А).

Потоковые параметры нормальные (на самом деле они даже выше нормальных для соответствующих легочных объемов, что объясняется возрастанием эластической тяги легких и/или тем, что грудная стенка способствует сохранению открытыми дыхательных путей).



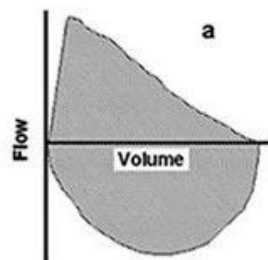
Еще раз посмотрите и запомните типовые изменения петли поток-объем при различных типах спирограммы и различной патологии.



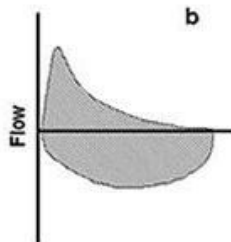
Так выглядят петли объем-поток при этих типах ДН.

На рисунке, приведенной ниже, приведены типичные изменения петли объем-поток при наиболее распространенной патологии легких.

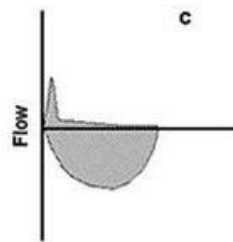
Кривые поток-объем максимального выдоха и вдоха при различной патологии легких



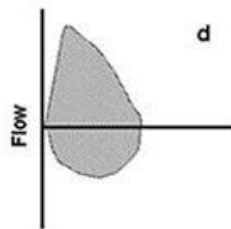
Здоровый человек



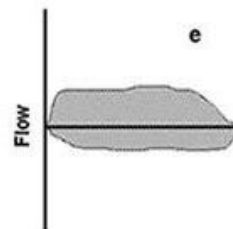
обструкция бронхов
(бронхиальная астма)



тяжелое обструктивное
заболевание (эмфизема)



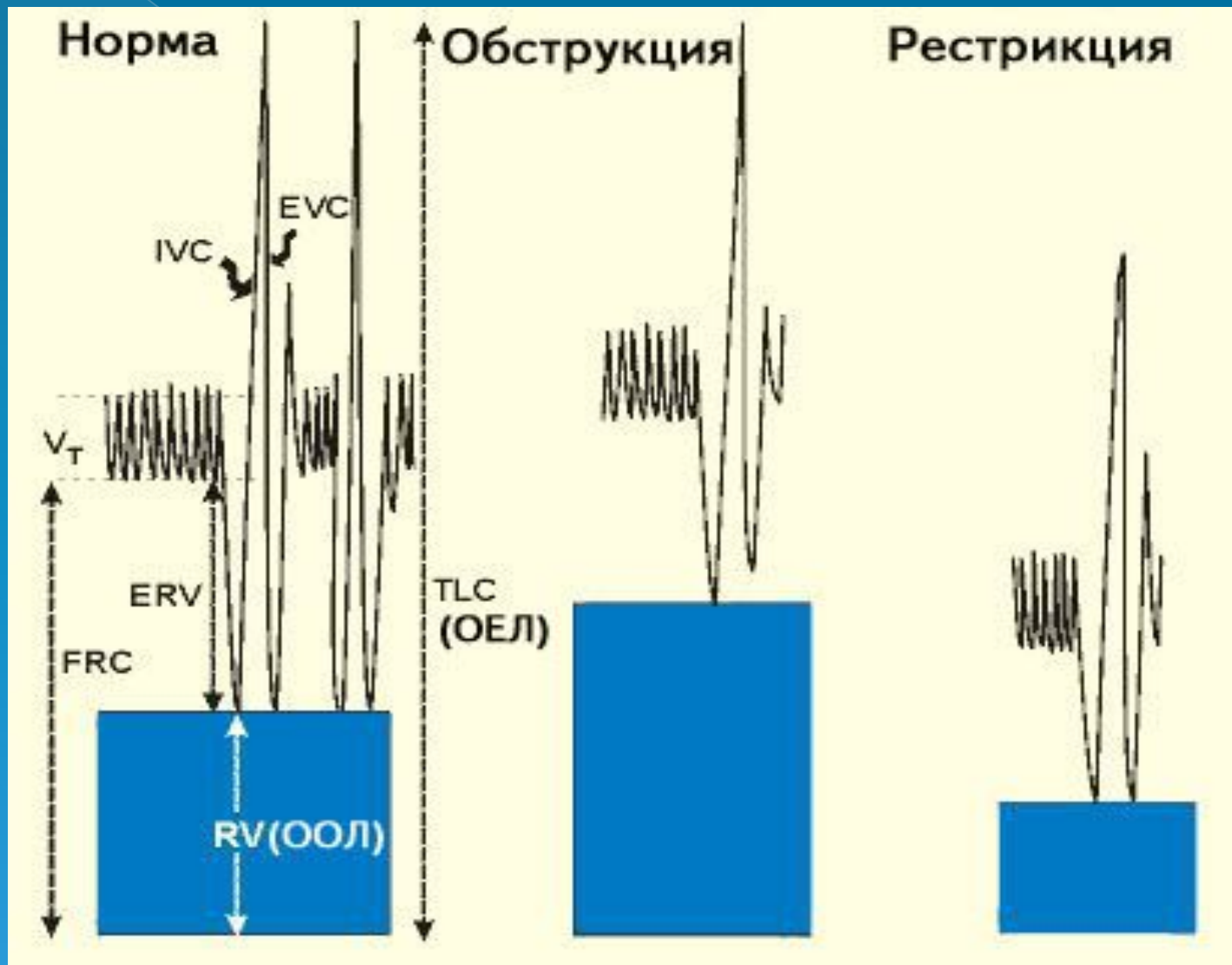
рестриктивное заболевание
легких (легочный фиброз)



обструкция крупного бронха
(карцинома трахеи)

Изменение легочных объемов

При основных типах дыхательной недостаточности - обструктивной и рестриктивном, закономерно изменяются легочные объемы.



Как видно на представленном рисунке, по сравнению с нормой для обструктивной дыхательной недостаточности характерно увеличение остаточного объема легких (RV, ООЛ), тогда как общая емкость легких (TLC, ОЕЛ) не изменяется или даже увеличивается. Для рестриктивного же типа дыхательной недостаточности характерно уменьшение общей емкости легких (TLC, ОЕЛ) как за счет уменьшения жизненной емкости легкого (IVC, ЖЕЛ), так и остаточного объема легких (RV, ООЛ).

Итак,

VC - жизненная емкость;

FVC - форсированная жизненная емкость

Уменьшение - отмечается при **дыхательной недостаточности**, при уменьшенной способности легких расширяться во время вдоха.

MVV - объем максимальной вентиляции легких

Уменьшение - отмечается при снижении способности легких к растяжению, при ослаблении дыхательных мышц. Это наблюдается при **эмфиземе легких, интерстициальных заболеваниях легких**.

RV - остаточный объем легких

Увеличение - характерно для **эмфиземы легких**

FEV1 - объем форсированного выдоха за 1 сек;

FEV1/FVC % - отношение объема форсированного выдоха за 1 сек к форсированной жизненной емкости легких

Уменьшение - наблюдается при сужении просвета бронхов, что затрудняет выдох. Характерно для **бронхиальной астмы, хронического обструктивного бронхита**.

FEV 25-75% - объемная форсированная скорость выдоха;

PEF - пиковая объемная форсированная скорость выдоха

Уменьшение - обусловлено сужением просвета бронхов без четких указаний на уровень сужения.

Характерно для **бронхиальной астмы, хронического обструктивного бронхита**

1) **FEF (MEF)25%** - объемная форсированная скорость выдоха на 25% форсированной ЖЕЛ

2) **FEF (MEF)50%** - объемная форсированная скорость выдоха на 50% форсированной ЖЕЛ

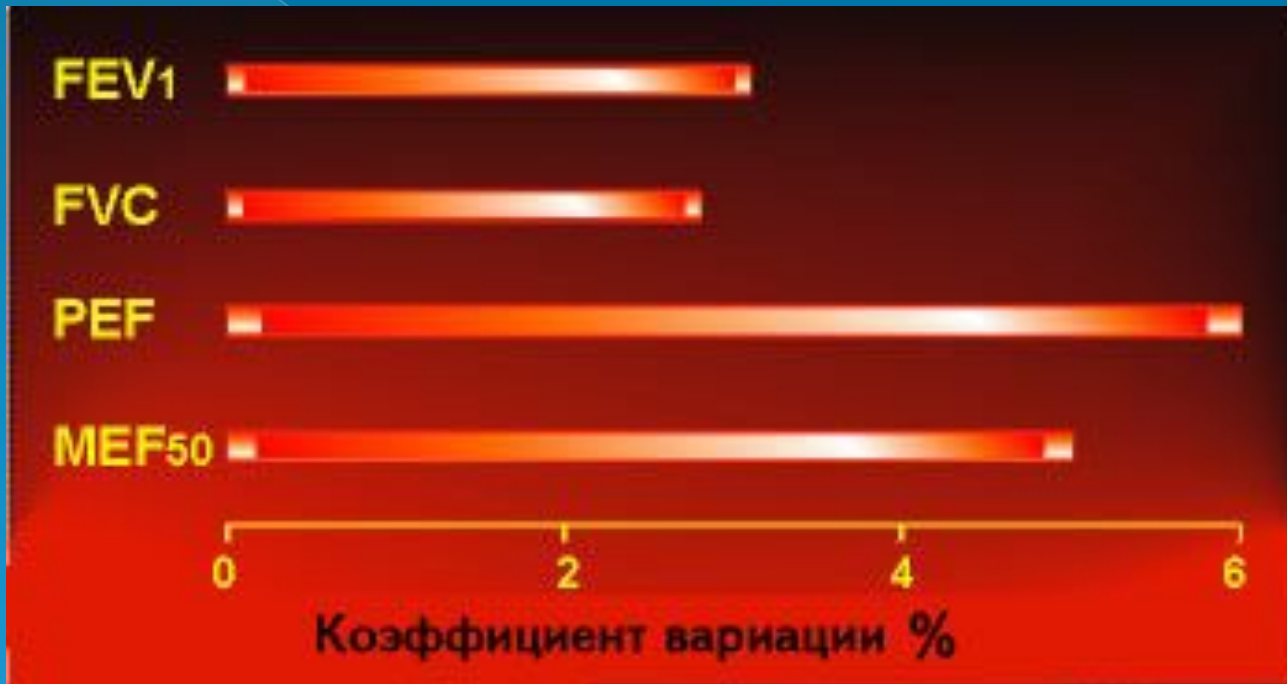
3) **FEF (MEF)75%** - объемная форсированная скорость выдоха на 75% форсированной ЖЕЛ

Уменьшение указанных трех показателей в отдельности или в совокупности обусловлено сужением просвета бронхов - на уровне мелких, средних и крупных бронхов.

Характерно для **бронхиальной астмы, хронического обструктивного бронхита.**

Статистический разброс показателей

При анализе показателей спирограммы надо учитывать возможный статистический разброс при их повторении у одного и того же человека.



Как видно из приведенных данных наименьший разброс имеют такие показатели как FVC (ФЖЕЛ) и FEV1 (ОФВ1).

Пневмотахометрия – это метод скоростей воздушного потока при форсированном вдохе и выдохе.

Пневмотахометрия является важным методом при определении состояния бронхиальной проходимости. У здоровых лиц показатель тахометрии колеблется от 4 до 8 л/с. Должная величина определяется по формуле ЖЕЛ X 1,2. Снижение этого показателя ниже 85 % считается нарушением бронхиальной проходимости.



Для того чтобы выявить скрытые бронхоспазмы, необходимо вычислить отношение пневмотахометрии на вдохе и выдохе.

Если показатель ниже 0,9 — то это ранний признак бронхоспастического состояния. Нормальная проходимость бронхов *у мужчин* мощность выдоха и вдоха составляет - **3,5–5,5 л/с, у женщин — 3–3,8 л/с.**

Как правило, фактический пневмотахометрический показатель по себе не характеризует состояния бронхиальной проходимости, его необходимо сопоставлять с должными величинами.

Наиболее эффективным является применение пневмотахографии в целях определения клапанного механизма нарушений бронхиальной проходимости, так как позволяет регистрировать скорость воздушного потока более длительно, чем при пневмотахометрии.