

# СИНДРОМ ДЫХАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

**Сущность: состояние, обусловленное нарушением газообмена между организмом и окружающей средой, вследствие чего не обеспечивается нормальный газовый состав артериальной крови.**

**По патогенезу выделяют вентиляционный и диффузионный типы дыхательной недостаточности (ДН).**

**По происхождению вентиляционная ДН может быть**

- центрогенной**
- нервно-мышечной**
- торако-диафрагмальной**
- Бронхолегочной - то есть связанной с патологическим процессом в бронхах, легких или сосудах малого круга кровообращения.**

**При обструктивном типе бронхо-легочной ДН** страдают скоростные характеристики потока воздуха: ПОС выдоха, МОС выдоха 25-50-75%, ОФВ –1сек, тест Тифно (отношение  $ОФВ_1$  к ЖЕЛ). **Обструктивный тип дыхательной недостаточности** возникает при обструктивном синдроме (как обратимом, так и не обратимом).

**При рестриктивном типе бронхо-легочной ДН** снижены объемные характеристики функции внешнего дыхания: ЖЕЛ и МВЛ. **Рестриктивный тип ДН** возникает при ателектазе, эмфиземе, очаговом и массивном уплотнении легочной ткани, синдроме скопления жидкости и воздуха в плевральной полости.

**Диффузионный тип дыхательной недостаточности** возникает при нарушении диффузии газов через альвеолярно-капиллярную мембрану.

**Встречается при альвеолитах и пневмофиброзах** любого происхождения, а также при развитии респираторного дистресс-синдрома (шокового легкого) в связи с острым нарушением легочного кровотока и диффузии газов.

**Синдром острой дыхательной недостаточности** развивается быстро и требует неотложных лечебных мероприятий. Гипоксия и гиперкапния ведут к нарушению ЦНС и развитию коматозного состояния.

**Хроническая дыхательная недостаточность** осложняет течение хронических бронхолегочных заболеваний. При хронической дыхательной недостаточности постепенное развитие гиперкапнии и гипоксии сопровождается включением компенсаторных механизмов – развитием полицитемии (увеличением числа эритроцитов) и увеличением гемоглобина.

# **СИМПТОМЫ ДЫХАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ:**

**Жалобы на одышку (экспираторную, инспираторную  
либо смешанную)**

**В анамнезе: указания на хроническое бронхо-  
легочное заболевание**

**При осмотре: увеличение частоты дыхания больше  
20 в мин., изменение глубины дыхания, смешанный  
тип дыхания, теплый цианоз.**

**В объективном статусе всегда присутствуют  
симптомы тех или иных легочных синдромов.**

**Из дополнительных (параклинических) методов для  
подтверждения ДН используются данные оценки ФВД,  
диффузионной способности легких и исследование  
КОС и газов крови.**

- **Исследование ФВД позволяет выявить нарушение вентиляции по обструктивному, рестриктивному и смешанному типам (см. в разделе «Исследование функции внешнего дыхания).**
- **Исследования диффузии газов через альвеолярно-капиллярную мембрану выявляет диффузионный тип дыхательной недостаточности.**
- **Исследование КОС и газов крови позволяет обнаружить нарушения кислотно-основного состояния крови и определить степень ДН**

**В норме парциальное давление (Pa) CO<sub>2</sub> - 35 - 45 мм рт.ст.;  
Pa O<sub>2</sub> = 75 - 100 мм рт.ст.**

**При наличии вентиляционной ДН Pa CO<sub>2</sub> > 50 мм рт.ст. ;  
Pa O<sub>2</sub> < 70 мм рт.ст. ;**

**Стадии дыхательной недостаточности при  
вентиляционных нарушениях Pa CO<sub>2</sub>**

**I - < 50 мм рт.ст.**

**II - 50 - 70 мм рт.ст**

**III - > 70 мм рт.ст.**

**При наличии диффузионной ДН PaCO<sub>2</sub> = N ; Pa O<sub>2</sub> < 70  
мм рт. ст.**

**Стадии дыхательной недостаточности при диффузионных  
нарушениях Pa O<sub>2</sub>**

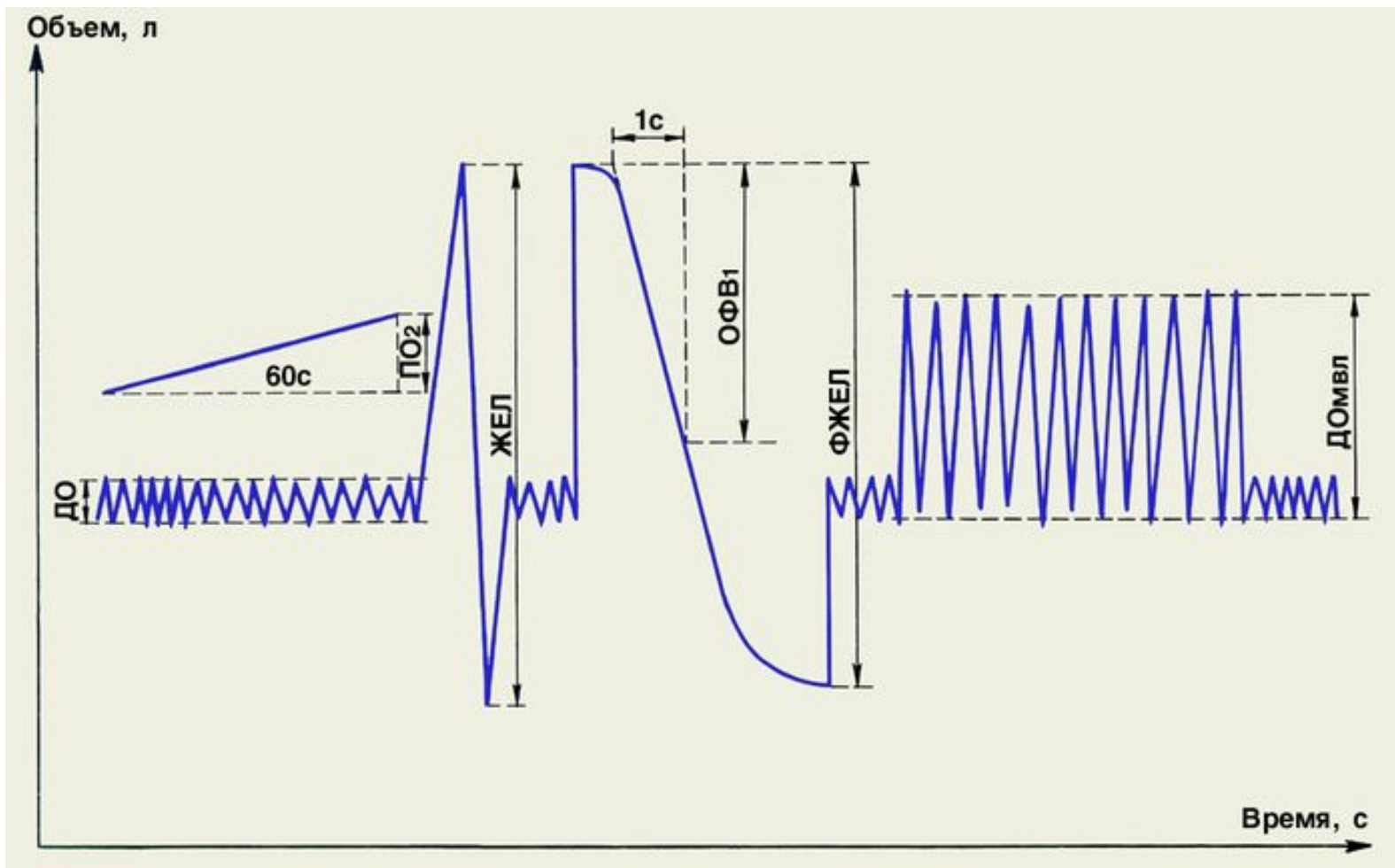
**I - >70 до 75 мм рт. ст.**

**II - 50 - 70 мм рт. ст.**

**III - <50 мм рт.ст.**



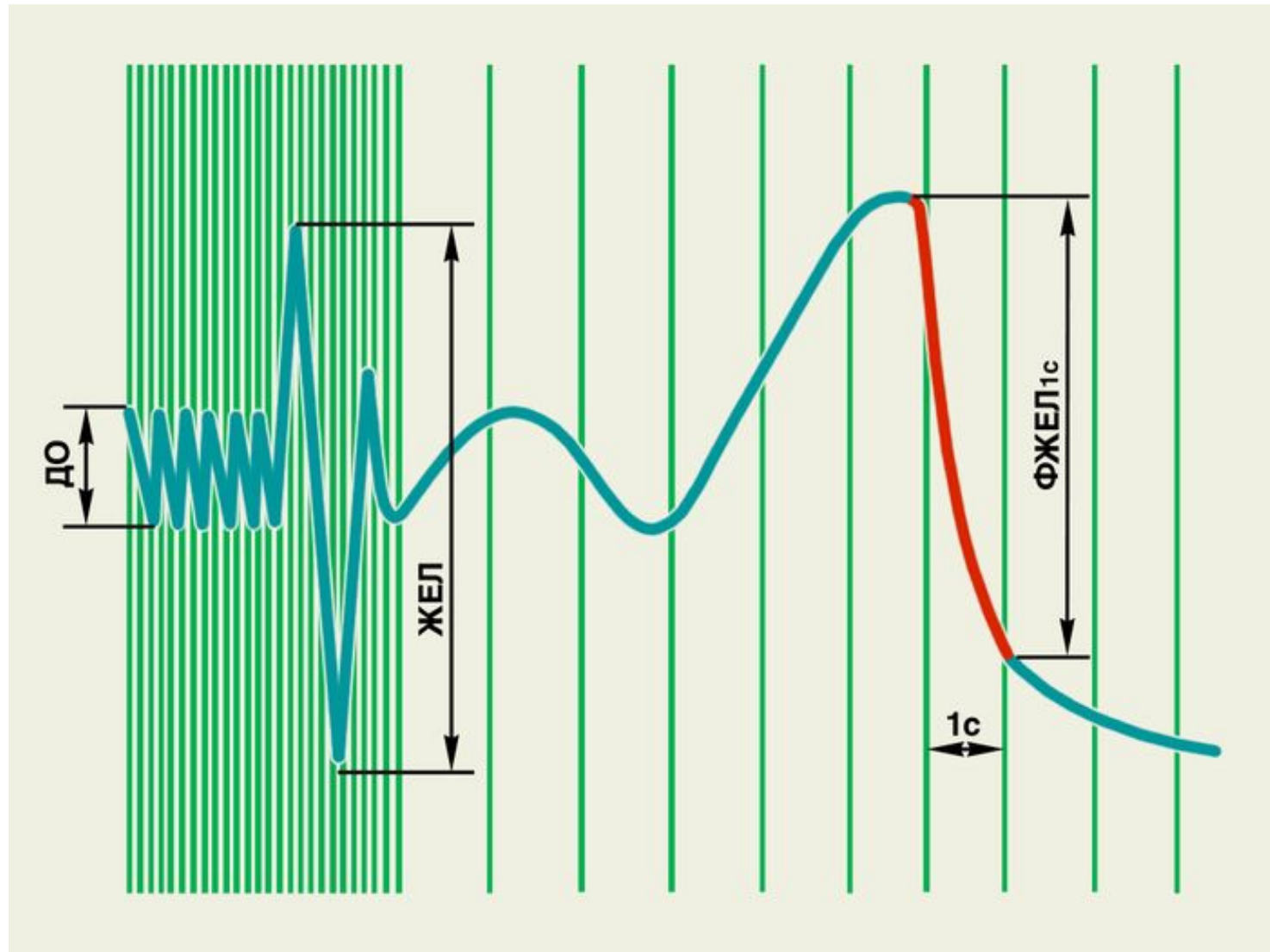
*Статические легочные объемы или объемные показатели внешнего дыхания характеризуют механические свойства легких и грудной клетки.*



**Рис 1.1** Схематическое изображение спирограммы и ее показателей  $ДО$ ,  $ЖЕЛ$ ,  $ФЖЕЛ$ ,  $ОФВ_1$ ,  $ДО_{мал}$ ,  $ПО_2$  (при исследовании с компенсацией кислорода).

**Рис1.2**

**Спирограммы дыхательного объема (ДО) и жизненной емкости легких (ЖЕЛ) при спокойном дыхании (в левой части рисунка, медленная лентопротяжка) и форсированного выдоха после максимально глубокого вдоха (в правой части рисунка, быстрая лентопротяжка) с определением одnoseкундной форсированной жизненной емкости легких ( $\Phi\text{ЖЕЛ}_{1\text{с}}$ ): вертикальные линии — отметка времени 1 с.**



**Дыхательный объем ( ДО /л/ - VT ) - это объем воздуха, который вдыхается при каждом дыхательном цикле.**

**Уменьшение ДО в сочетании с увеличением частоты дыхания характерно для рестриктивных процессов в легких,**

**Минутный объем дыхания (МОД /л/мин/ - MV) представляет объем воздуха, вентилируемого легкими за одну минуту. МОД является качественной характеристикой легочной вентиляции. В покое и при работе он строго соответствует потреблению O<sub>2</sub> и выделению CO<sub>2</sub> и в зависимости от них изменяется. Так, МОД в покое составляет 5,8 - 6,0 л/мин, а при тяжелой нагрузке может достигать 100 - 120 л/мин и более. Приспособление объема легочной вентиляции к потребностям газообмена происходит в процессе регуляции дыхания. Предельная величина МОД ограничивается той максимальной работой, на которую способны дыхательные мышцы.  $МОД = ДО \times ЧД$ , где ЧД - частота дыхания. Широкий диапазон индивидуальных колебаний МОД и неспецифический характер изменений при различной патологии снижают его диагностическую значимость.**

**Жизненная емкость легких (ЖЕЛ /л/ - VC) - максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть при максимальном экспираторном усилии после максимально глубокого вдоха или вдохнуть при максимальном инспираторном усилии после максимально полного выдоха.  $ЖЕЛ = ДО + РО_{вд} + РО_{выд}$ . Различные процессы, как легочные, так и внелегочные, приводящие к уменьшению функционирующей легочной паренхимы, ограничение дыхательных экскурсий легкого, снижение эластичности и растяжимости легочной ткани носят название рестриктивных или ограничительных и характеризуются снижением ЖЕЛ преимущественно за счет резервного объема вдоха. Изолированная оценка величины ЖЕЛ не имеет самостоятельного значения.**

**Для уточнения характера процесса (обструкция или рестрикция) оценивают структуру ЖЕЛ в комплексе со скоростными показателями спирограммы. Сопоставление фактического показателя ЖЕЛ с должным дает возможность оценить выраженность отклонений показателя от нормы в процентах от должной величины ЖЕЛ и составить мнение о нарушениях вентиляционной функции.**

**ЖЕЛ вдоха (ЖЕЛвд - IVС) - объем воздуха, который вдыхается после максимально полного выдоха при максимальном инспираторном усилии. Как самостоятельный показатель практически не используется.**

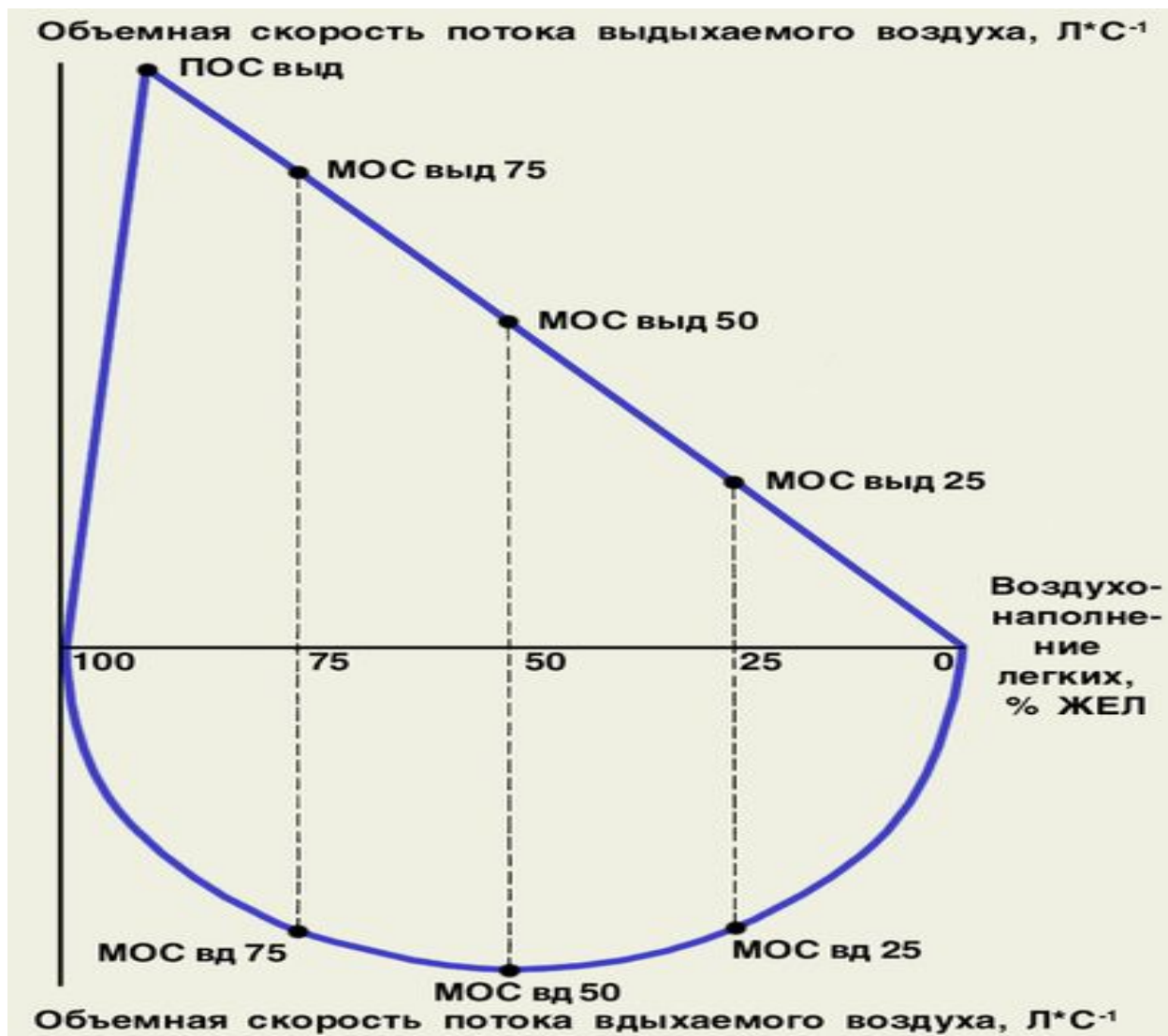
**ЖЕЛ выдоха (ЖЕЛвд) - EVС) - объем воздуха, который выдыхается после максимально глубокого вдоха при максимальном экспираторном усилии. ЖЕЛвыд может быть значительно ниже у больных с экспираторным ограничением воздушного потока.**

**Резервный объем выдоха (РО выд/л - ERV) - дополнительный объем воздуха, который можно выдохнуть в результате максимального экспираторного усилия после спокойного выдоха.**

**Резервный объем вдоха (Ровд /л - IRV) - дополнительный объем воздуха, который можно вдохнуть в результате максимального инспираторного усилия после спокойного вдоха. Диагностическое значение имеет сопоставление Ровд и РОвыд. Так, уменьшение РОвыд по сравнению с Ровд часто наблюдается при обструктивных нарушениях вентиляции. Изолированное снижение РОвыд встречается при высоком стоянии диафрагмы (беременность, ожирение). Как самостоятельный показатель РОвыд используется редко. Как самостоятельный показатель Ровд представляет только теоретический интерес.**

**Емкость вдоха (Евд /л - IC) - максимальный объем воздуха, который можно вдохнуть после спокойного выдоха.  $E_{вд} = DО + Ровд$ . Уменьшение  $E_{вд}$  характерно для рестриктивных процессов.**

*Динамические легочные объемы или так называемые скоростные показатели внешнего дыхания характеризуют скорость прохождения воздуха по бронхиальному дереву, то есть бронхиальную проходимость. Единицей измерения является л/сек.*



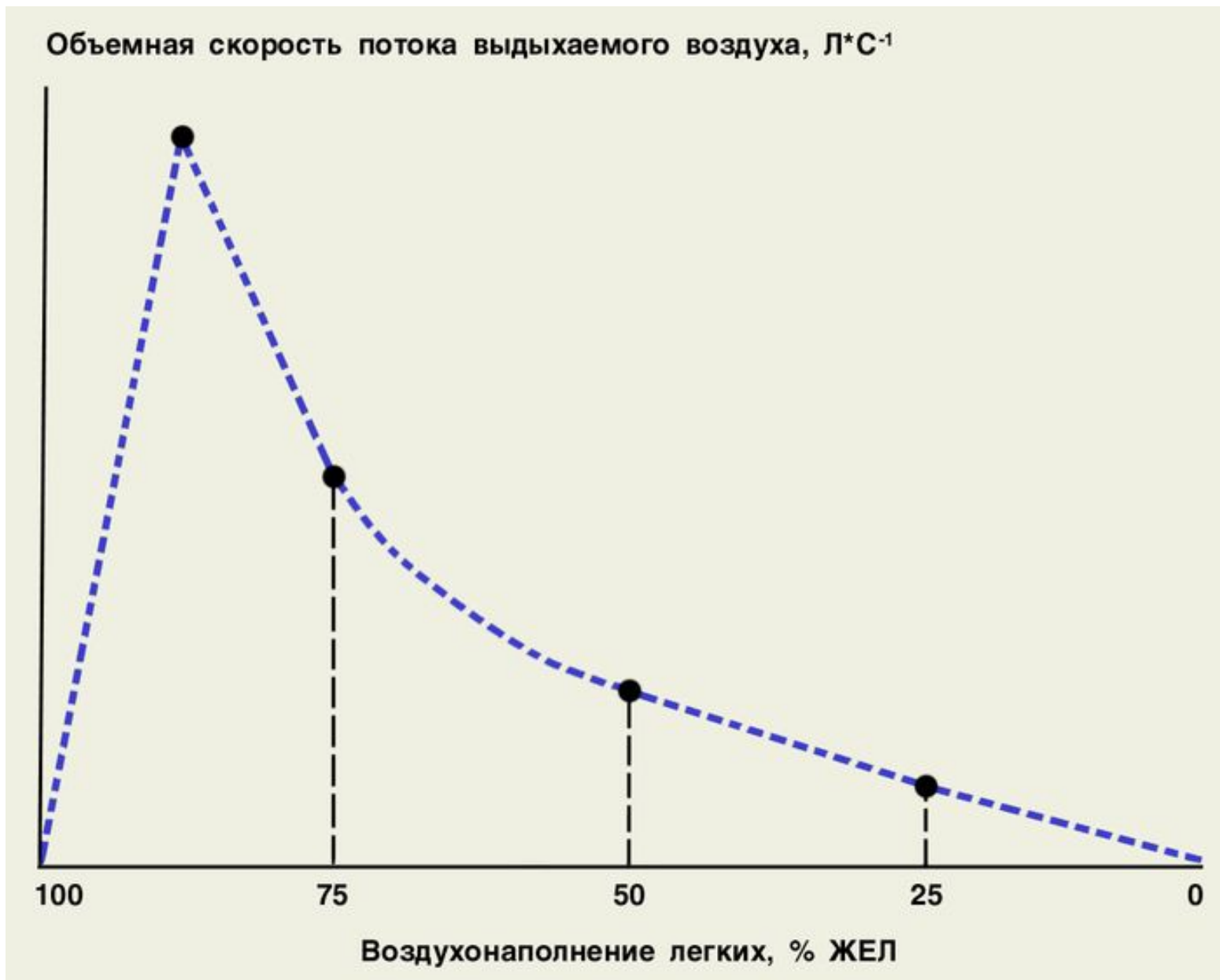
**Рис 2 А. Петля «поток — объем дыхательного цикла» в норме.**

**При рестриктивных заболеваниях уменьшается как максимальный расход, так и общее количество выдыхаемого воздуха. Однако если построить график зависимости расхода от абсолютного объема легких (включая остаточный объем, который нельзя измерить при одиночном выдохе), то окажется, что в последнюю фазу выдоха расход часто повышен за счет увеличения эластической тяги легких.**

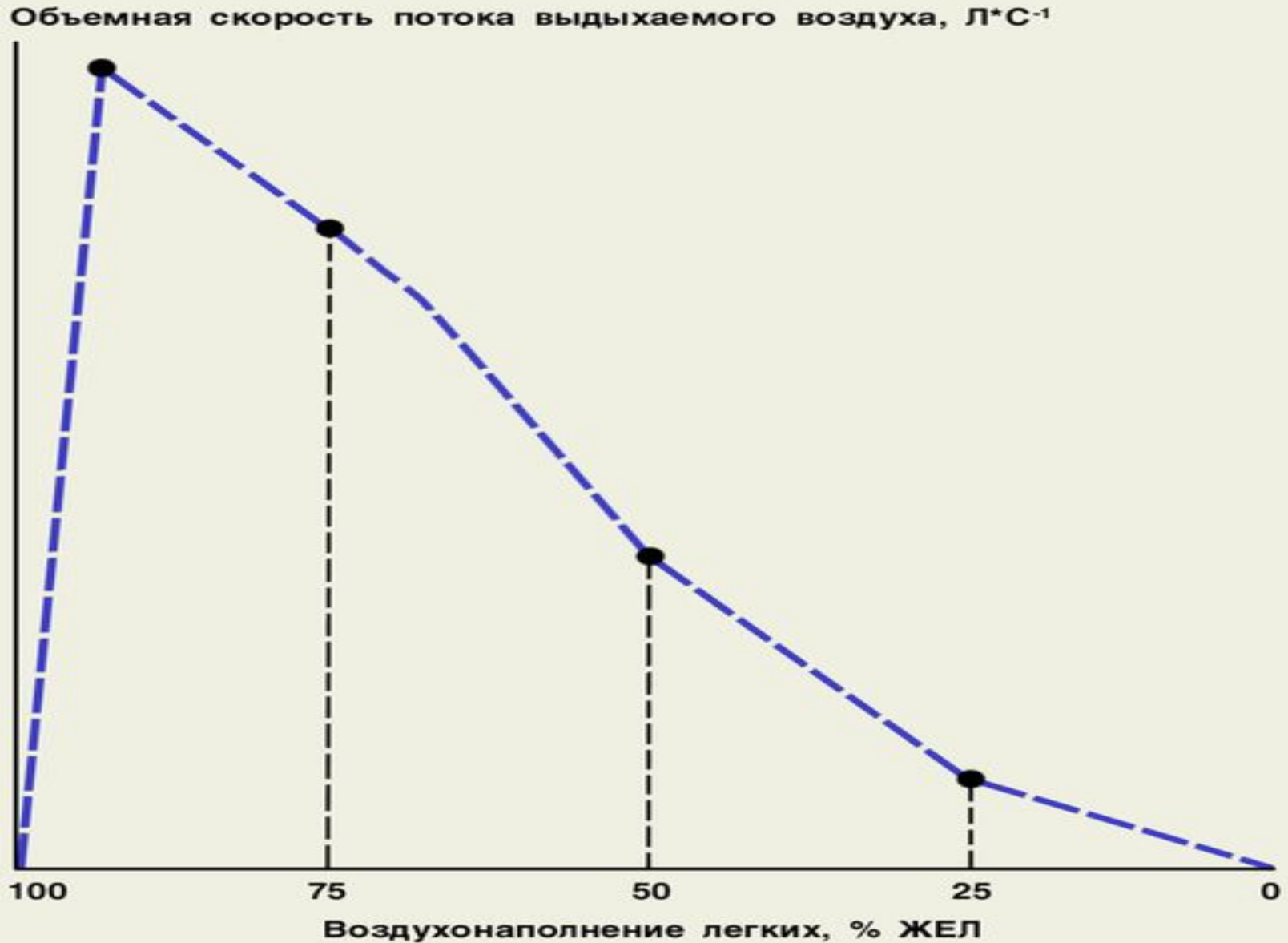
**Напротив, при обструктивных поражениях расход воздуха при данном объеме резко понижен, и после пика график часто имеет форму вогнутой дуги (рис.2,Б).**



**Рис. 2 Б. Кривая «поток — объем форсированного выдоха» при генерализованной бронхиальной обструкции.**

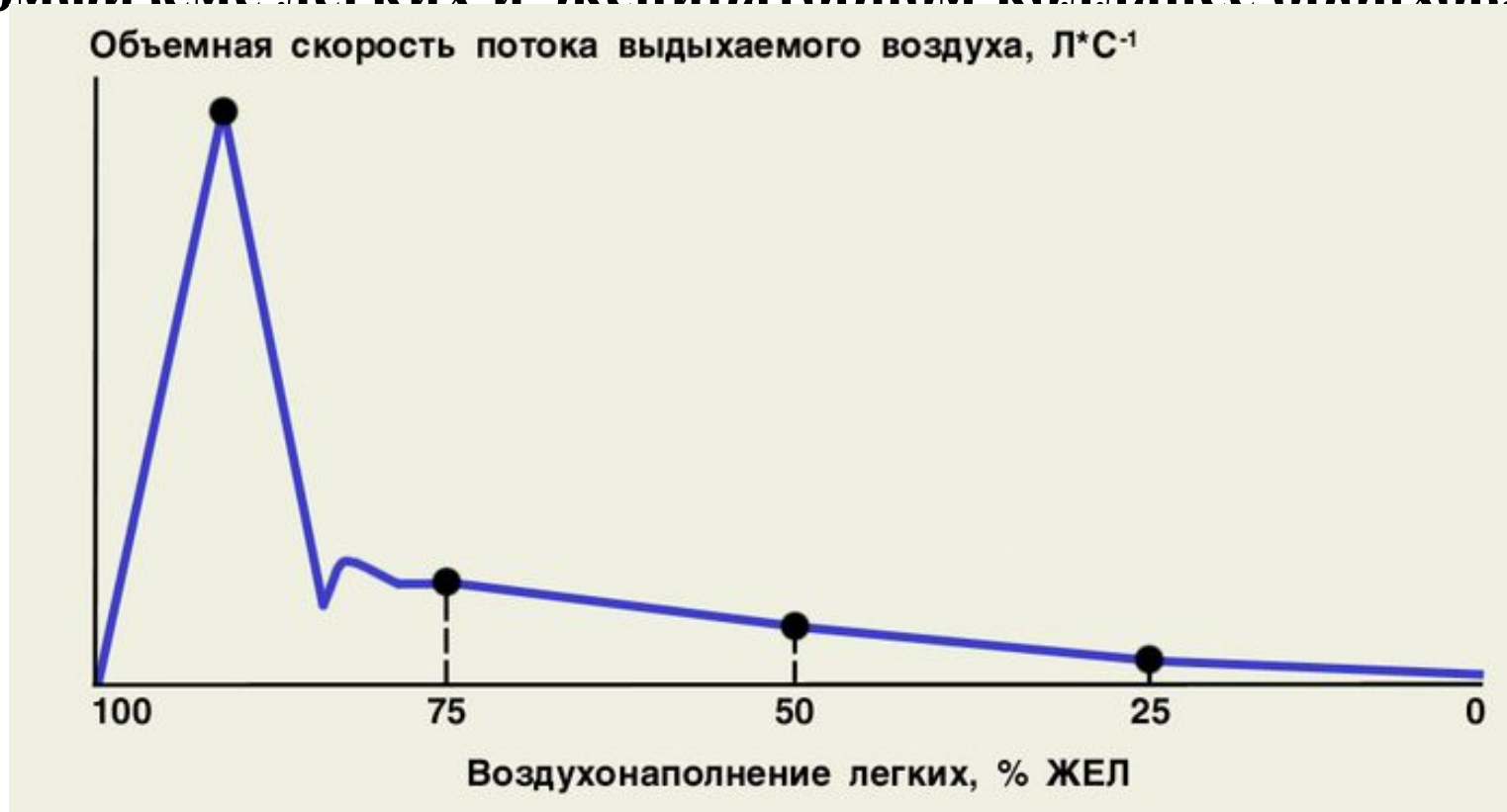


**Рис3 Кривая «поток — объем форсированного выдоха» при обструкции мелких бронхов.**



**При эмфиземе легких после выдыхания относительно небольшого количества воздуха объемная скорость воздушного потока ограничивается в результате сдавливания дыхательных путей выше участков спадения (рис.3).**

**Рис 3. Кривая «поток — объем форсированного выдоха» при эмфиземе легких и экспираторном коллапсе бронхов.**



**Различные участки кривой форсированного выдоха имеют самостоятельное диагностическое значение. Верхняя треть кривой ФЖЕЛ характеризует проходимость на уровне крупных бронхов, средняя часть - сегментарных бронхов, а конечная часть отражает проходимость мелких бронхов. При регистрации ФЖЕЛ рассчитывают объемную скорость выдоха первого литра ( $OS_{0,2-1,2}$  -  $FEF_{0,2-1,2}$ ). Первые 200 мл отбрасывают, так как они соответствуют воздуху из загубника и лицевого крана. Уменьшение  $OS_{0,2-1,2}$  свидетельствует о наличии экстраторакальной обструкции или увеличении сопротивления в трахее и верхних дыхательных путях.**

**Объем форсированного выдоха (ОФВ, или форсированный экспираторный поток - FEVt) - это объем газа, выдыхаемого за определенное время после начала маневра ФЖЕЛ. Объем форсированного выдоха (ОФВ1сек, ОФВ2 сек, ОФВ3 сек - FEV1 , FEV2, FEV3) - это рассчитываемый по кривой форсированного выдоха объем воздуха, выдыхаемый за одну, две, три секунды. Абсолютная величина форсированных легочных объемов изменяется как при обструктивных, так и при рестриктивных процессах.**

**В оценке бронхиальной проходимости имеет значение индекс Тиффно, представляющий собой отношение  $ОФВ_1$  к ЖЕЛ. В норме индекс Тиффно не менее 69%. Установлена прямая зависимость между степенью снижения индекса Тиффно и выраженностью бронхиальной обструкции.**

**Максимальная (пиковая) объемная скорость выдоха (МОСвыд, ПОС - РЕФ) - это максимальный (пиковый) поток во время маневра форсированной жизненной емкости легких, начинающегося из положения полного вдоха. У здоровых лиц индекс отражает калибр “центральных” дыхательных путей и силу, развиваемую экспираторными мышцами. Показатель РЕФ широко применяется при наблюдении за пациентами, степень обструкции у которых варьирует и определяется состоянием периферических дыхательных путей. Измеряется РЕФ с помощью пикфлоуметров - портативных, удобных и недорогих приборов, которые применяются не только в условиях поликлиник и больниц, но и дома. Их применение позволяет выявить обострение заболевания на ранних стадиях, т.к. изменения РЕФ возникают задолго до появления клинических симптомов. Это способствует своевременному профилактическому лечению, а также осуществлению контроля эффективности терапии бронхиальной астмы и хронического обструктивного бронхита.**

**Максимальная объемная скорость экспираторного потока при различных легочных объемах (МОС25%, МОС50%, МОС75%,) - это экспираторный поток, достигнутый на уровне обозначенного объема во время форсированного выдоха.**

**МОС25% характеризует, в основном, развиваемое пациентом усилие и сопротивление крупных дыхательных путей. МОС50 и МОС75 являются наиболее чувствительными к ранним нарушениям бронхиальной проходимости, отражая сопротивление мелких бронхов.**

**Максимальная объемная скорость вдоха (МОСвд - PIF) - это максимальное значение скоростного потока, достигаемое во время маневра ФЖЕЛ вдоха. Показатель может быть использован для дифференцировки экспираторного ограничения воздушного потока вследствие бронхиальной обструкции и низкой эластической отдачи при легочной эмфиземе; в последнем случае инспираторные потоки будут лишь незначительно снижены.**

**Моментная объемная скорость при вдохе 50% от ФЖЕЛвд (МОСвд50% - MIF50%) - это максимальный поток вдоха на уровне 50% форсированной емкости легких. Исследование инспираторных потоков представляется важным для разграничения обструкции внегрудных и внутригрудных дыхательных путей. Так, например, повышение показателей соотношений MEF50/MIF50 > 1,0 характерно для обструкции верхних дыхательных путей.**

**Средняя объемная скорость середины выдоха 25 - 75% от ФЖЕЛ (СОС25-75% - FEF25-75% ) - это средний форсированный экспираторный поток в средней части ФЖЕЛ (синоним - максимальный среднеэкспираторный поток - maximal mid expiratory flow - MMEF25-75%). Показатель высоко чувствителен для диагностики бронхиальной обструкции легкой степени, но интерпретация его затруднена, если показатели ЖЕЛ отклоняются от нормы. Показатель не следует применять для контроля изменений бронхиальной проходимости после ингаляций бронхолитиков. Уменьшение МОС 50%, СОС 25-75% при нормальном ОФВ1 указывает на нарушение проходимости в средних бронхах.**



**Средняя объемная скорость третьей четверти выдоха 75 - 85% от ФЖЕЛ (СОС 75-85%) - это средний поток во время выхода от 75% до 85% ФЖЕЛ (форсированный конечноэспираторный поток - forced late expiratory flow - FEF 75-85% ). Количественная оценка показателей средних объемных скоростей затруднена из-за отсутствия надежных нормативов и не находит широкого применения. Уменьшение МОС75%, СОС 75-85% при нормальном ОФВ1 свидетельствует о нарушении проходимости на уровне мелких бронхов.**

**Примечание: Максимальная вентиляция легких (МВЛ - MVV/1/мин/) - максимально возможный минутный объем легочной вентиляции при условии максимального увеличения глубины и частоты дыхания. Исследование осуществляется в течение 10 - 15 секунд. Отношение МВЛ за первые 5 секунд к МВЛ за последние 5 секунд становится менее 1,0 у больных хроническими обструктивными заболеваниями легких вследствие развития феномена “воздушной ловушки” (задержка воздуха в легких вследствие сужения просвета дыхательных путей при частом форсированном дыхании). Уровень МВЛ при физической нагрузке ниже, чем произвольная МВЛ, но может достигать ее при тяжелой бронхиальной обструкции.**

**Среди множества показателей, используемых для оценки легочной вентиляции, наиболее информативными являются ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ1, индекс Тиффно, МОСвыд, МОС25, МОС50, МОС75, СОС25-75, ООЛ, ОЕЛ.**

**Остальные индексы имеют вспомогательное значение, т.к. недостаточно информативны или трудно интерпретируемы.**

**Приведенные показатели и их интерпретация позволяют практически врачам правильно оценивать результаты исследования вентиляционной функции легких, дает возможность уточнить степень нарушения функции внешнего дыхания, определить уровень поражения бронхов, дать заключение о типе и выраженности вентиляционных нарушений. Исследование функции внешнего дыхания позволяет оценить динамику патологических процессов, прогноз и исход заболеваний, понять патофизиологические механизмы выявленных нарушений и выбрать оптимальное лечение.**