Лекция 5. Кривая поток-объем форсированного выдоха, основные показатели

Удобным и очень наглядным является представление кривой форсированного выдоха в координатах поток-объем. Кривая получается при непосредственном измерении потоков в спирометрах открытого типа или путем дифференцирования объемных показателей по времени при использовании первичных объемных показателей, например, в спирометрах закрытого типа. Проводится маневр ФЖЕЛ, записывается кривая в координатах поток-время, рассмотренная в гл. 4, а также в координатах поток-объем. Эти две кривые представлены на рис. 14.

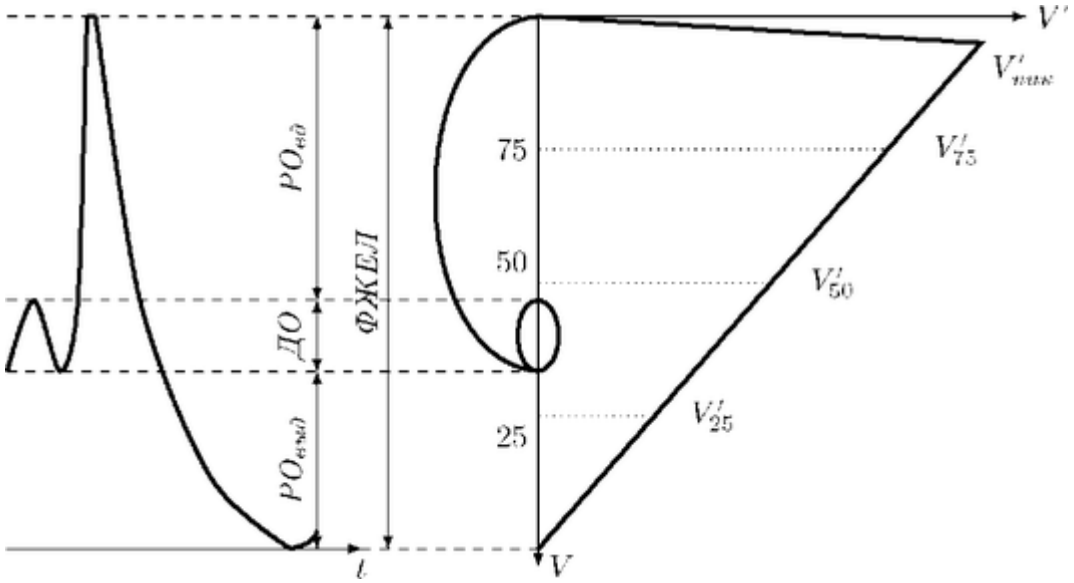

Рис. 14. Схема спирограммы *ФЖЕЛ* в координатах поток-время (слева) и соответствующая ей пневмотахограмма в координатах поток-объем (справа) t - ось времени, V - ось объема, *V'* - ось потока.

$V'_{Пик}$- пиковая скорость форсированного выдоха, V'_{75}, V'_{50}, V'_{25}- потоки на уровне остающегося в легких объема *ФЖЕЛ*, соответственно 75, 50 и 25%. *ФЖЕЛ* делится на 4 равные части, перпендикуляры (точечные линии) из полученных точек до кривой поток-объем отмечают значения соответствующей объемной скорости.

Для удобства отображения кривая поток-объем обычно поворачивается на 90° против часовой стрелки так, что ось потока становится осью ординат (вертикальной), а объема - абсцисс (горизонтальной).

Всегда представляются показатели $ОФВ_1$и $СОС_{25-75}$, рассчитываемые из кривой объем-время и рассмотренные нами ранее. Часто последовательность представления потоковых показателей меняют на противоположную: после

пиковой скорости дается обозначение $МОС_{25}$, далее $МОС_{50}$и в конце форсированного выдоха- МОС75, тем самым отражая скорость в момент выдоха соответствующей части *ФЖЕЛ.*

Пиковая объемная скорость *(ПОС*) - максимальная скорость форсированного выдоха. Этот показатель определяется пикфлуометрами и достаточно широко используется для динамического наблюдения и самоконтроля у больных ХОБЛ и БА.

Иногда рассчитываются и другие показатели кривой поток-объем: время достижения пика скорости ($Т_{ПОС}$), время форсированного выдоха, площадь под кривой, τ - постоянная времени форсированного выдоха и ряд других.

В норме кривая поток-объем имеет практически треугольную форму. Время достижения пиковой скорости достигается в первые 0,1 с, далее происходит плавное снижение потока. Продолжительность форсированного выдоха должна быть не менее 6 с у взрослых и не менее 3 с у детей.

На рис. 15 схематично представлены разные варианты кривых поток-объем в норме, при начальных и выраженных обструктивных нарушениях, а также при рестрикции. При рестрикции можно отметить уменьшенную копию практически нормальной кривой поток-объем.

Следует обратить внимание на необходимость качественного выполнения маневра ФЖЕЛ, о чем было сказано в гл. 4. Ошибки выполнения маневра и соответствующие изменения формы кривой поток-объем будут рассмотрены далее.

Существовавшее ранее представление о том, что скорость в начале форсированного выдоха определяется проходимостью проксимальных отделов дыхательных путей, а скорость в конце форсированного выдоха - проходимостью дистальных бронхов, не получило достоверного подтверждения. Поэтому уровень бронхиальной проходимости на основании данных кривой поток-объем в настоящий момент не определяют.

Однако, если рассмотреть эволюцию ХОБЛ, которая начинается с дистальных участков бронхиального дерева и с респираторной зоны, то мы увидим, что на более ранней стадии ХОБЛ отмечается снижение показателей второй половины кривой поток-объем, а при далеко зашедшей ХОБЛ снижаются все потоковые показатели, нередко формируется кривая типа «зуб акулы», характерная для эмфиземы легких и генерализованной обструкции бронхов на всех уровнях.

Важно обращать внимание на значение показателя $РО_{выд}$. Нередко малое его значение отражает преждевременное завершение маневра *ФЖЕЛ.* В таком случае проба бракуется и не анализируется. Однако

при медленном плавном приближении нисходящей части кривой поток-объем к оси абсцисс малое значение $PO_{?ыд}$(3 на рис. 15) отражает феномен экспираторного закрытия мелких бронхов и служит подтверждением обструктивного синдрома. При выраженной бронхиальной обструкции скорость движения воздуха при форсированном выдохе может быть меньше скорости при спокойном выдохе.

При динамическом наблюдении за показателями форсированного выдоха всегда следует сопоставлять скоростные показатели с объемными: *ФЖЕЛ* и $PO_{выд}$. Нередко улучшение бронхиальной проходимости сказывается на увеличении $PO_{выд}$и увеличения за счет этого *ФЖЕЛ*. При этом при формальном расчете потоковые показатели, особенно в конце форсированного выдоха, принимают меньшие значения, что, однако, ни в коей мере не свидетельствует об ухудшении бронхиальной проходимости. Именно поэтому оценка бронходилатационного теста строится обычно на анализе динамики *ОФВ*\ и *ФЖЕЛ*, но не скоростных показателей.

Иногда на нисходящей части кривой возможны колебания, связанные с вибрацией задней стенки трахеи при высокой скорости выдоха. Это нередко наблюдается у молодых людей. Кроме того, возможны различные варианты формы кривой поток-объем у здоровых лиц. На рис. 16 представлены эти варианты.

Выпуклые варианты (2, 3, 4) чаще встречаются у молодых лиц, а вогнутые- в более старшем и пожилом возрасте. У мужчин чаще встречаются вогнутые, а у женщин - выпуклые формы. Видимо, это связано с особенностями механических свойств грудной клетки и легких, которые изменяются с возрастом за счет повышения воздушности легочной паренхимы.

Представление спирометрических показателей в координатах поток-объем является очень наглядным и используется практически во всех современных спироанализаторах.

Тому способствуют следующие причины:

1. Наглядность формы кривой поток-объем при различных вентиляционных нарушениях.

2. Возможность выявления обструкции на относительно ранней стадии, когда клинические проявления еще отсутствуют.

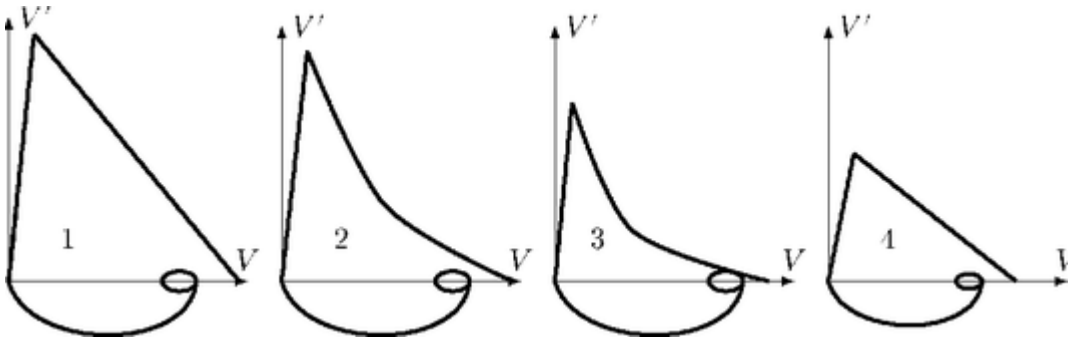

Рис. 15. Схема вариантов кривой поток-объем в норме (1), при начальных (2) и выраженных (3) обструктивных нарушениях, при рестрикции (4)

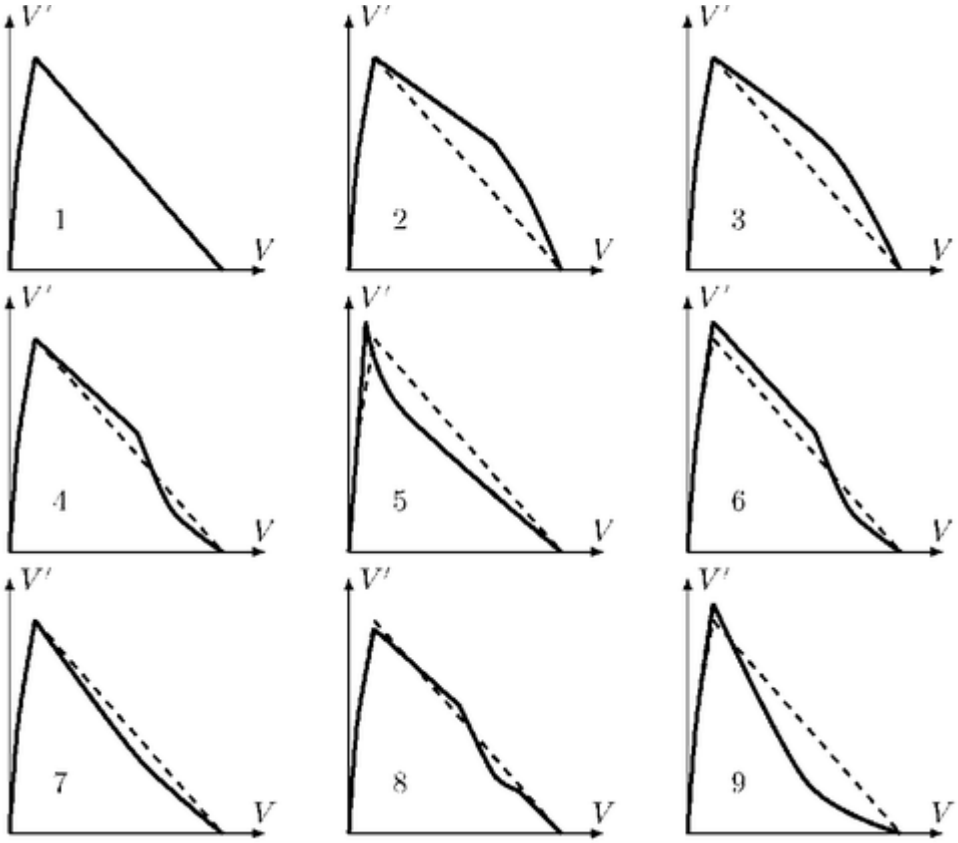

Рис. 16. Варианты формы кривой поток-объем форсированного выдоха у здоровых некурящих лиц (по В.К.Кузнецова, Е.С. Аганезова, 1996)

3. Удобство и наглядность представления результатов при проведении бронходилатационных и бронхоконстрикторных проб.