

УДК 615.471.036:616

Ю.С. Синекон, канд. техн. наук, В.А. Лопата, канд. техн. наук, М.Г. Гаганидзе, Эль Шебах М.А.-А.

## Анализ и построение алгоритма интерпретации результатов спирометрического тестирования

Проанализирован алгоритм интерпретации результатов спирометрического тестирования. На основе анализа алгоритм модифицирован включением в его структуру скоростных параметров спирометрии.

Algorithm of interpretation of spirometric testing results is analyzed. On base of this analysis the algorithm is modified by including in its structure the flow rate parameters of spirometry.

### Введение

Современная функциональная диагностика лёгких характеризуется интенсивным применением спирометрических тестов, основная задача которых – обеспечение информативности и достоверности диагностических заключений о состоянии вентиляционной функции лёгких (ВФЛ).

Основной методикой спирометрии в течение многих лет остается проба форсированного дыхания, информативные параметры которой приведены в таблице 1. Оптимальное использование всей номенклатуры этих параметров при интерпретации результатов тестирования представляет собой актуальную проблему современной компьютерной спирометрии. Решение этой проблемы тесно связано с разработкой адекватных алгоритмов в составе пакета прикладного программного обеспечения (ППО) спирометрии [1-4].

Мы подвергли критическому анализу алгоритм интерпретации результатов спирометрии (рис. 1), рекомендуемый [5] и используемый в пакете ППО спирометра MAC-1 [6]. Результаты анализа представлены в основной части статьи.

### Основная часть

На рис. 1 цифрами 1-4 отмечены ветви алгоритма MAC-1, ведущие, с нашей точки зрения, к ошибочным результатам. Свою точку зрения мы аргументируем следующим образом:

1. Ветвь ОФВ 1 → норма → ЖЕЛ → норма → ИТ → норма → МОС, СОС 25-75 → нарушение → обструкция.

В этой ветви нет идентификации мгновенной объёмной скорости МОС – неясно, о какой из трёх возможных идёт речь: МОС 25, МОС 50 или МОС 75. Поскольку МОС 50 по своему смыслу подобна СОС 25-75 [7], то принимаем её к рассмотрению.

Известно, что величина СОС 25-75 рассчитывается по формуле

$$СОС_{25-75} = \frac{0,75ЖЕЛ - 0,25ЖЕЛ}{t_{75} - t_{25}} = \frac{0,5ЖЕЛ}{t_{75} - t_{25}},$$

где  $t_{25}, t_{75}$  – соответственно интервалы времени, в течение которых выдыхаются 25% и 75% ЖЕЛ.

В норме величина ОФВ 1 составляет не менее 0,8 ЖЕЛ [8]. Следовательно, если стартовый критерий ветви ОФВ 1 принят равным норме, то величина СОС 25-75 не может быть снижена относительно нормы. Это направление ветви в алгоритме ошибочно.

2. Ветвь ОФВ 1 → норма → ЖЕЛ → нарушение → ИТ → меньше нормы пациента → смешанный тип.

Поскольку индекс Тиффно определяется отношением  $ИТ = \frac{ОФВ 1}{ЖЕЛ}$ , то при условии нормальной

величины ОФВ 1 и снижении величины ЖЕЛ, условие ИТ → меньше нормы пациента не выполняется. Это направление ветви в алгоритме ошибочно.

3. Ветвь ОФВ 1 → нарушение → ИТ → норма → ЖЕЛ → норма → обструкция.

Если ОФВ 1 снижен, а ИТ в норме, то ЖЕЛ, по определению ИТ, не может быть в пределах нормы, но снижена. Такое сочетание результатов спирометрии диагностируется как рестрикция [9].

4. Ветвь ОФВ 1 → нарушение → ИТ → норма → ЖЕЛ → нарушение → ИТ → больше либо равен норме пациента / меньше нормы пациента ИТ → рестрикция / смешанный тип.

В этой ветви присутствует системная ошибка: после того, как ИТ приравнивается норме, через шаг предлагается рассматривать варианты, когда индекс больше или меньше нормы.

Как видно, рассматриваемый алгоритм использует в качестве стартового критерия величину ОФВ 1, а в качестве индикативных – ИТ и ЖЕЛ. С помощью этих критериев рекомендуется диагностировать состояния обструкции, рестрикции и нарушения ВФЛ смешанного типа.

Нами предлагается модифицированный алгоритм, который в качестве индикативных критериев включает в свой состав параметры объёмной скорости форсированного дыхания – МОС 25, МОС 50, МОС 75, СОС 25-75 и СОС 75-85 (рис. 2). Предложенный алгоритм предоставляет возможность более детальной диагностики со-

стояния ВФЛ, в частности – определения локализации обструктивных нарушений.

На схеме алгоритма соответствие параметра норме обозначено сплошными стрелками, а

его снижение относительно нормы – пунктирными стрелками. Локализация обструктивных нарушений обозначена как МБ (мелкие бронхи), СП (средние бронхи) и КП (крупные бронхи).

Таблица 1. Параметры форсированного дыхания

Параметр дыхания	Обозначение
Жизненная емкость легких	ЖЕЛ
Объем форсированного выдоха за первую секунду	ОФВ1
Индекс Тиффно (ОФВ1 / ФЖЕЛ)	ИТ
Мгновенная объемная скорость форсированного выдоха на уровне 25% ФЖЕЛ	МОС 25
Мгновенная объемная скорость форсированного выдоха на уровне 50% ФЖЕЛ	МОС 50
Мгновенная объемная скорость форсированного выдоха на уровне 75% ФЖЕЛ	МОС 75
Средняя объемная скорость форсированного выдоха на уровне от 25% до 75% ФЖЕЛ	СОС 25-75
Средняя объемная скорость форсированного выдоха на уровне от 75% до 85% ФЖЕЛ	СОС 75-85

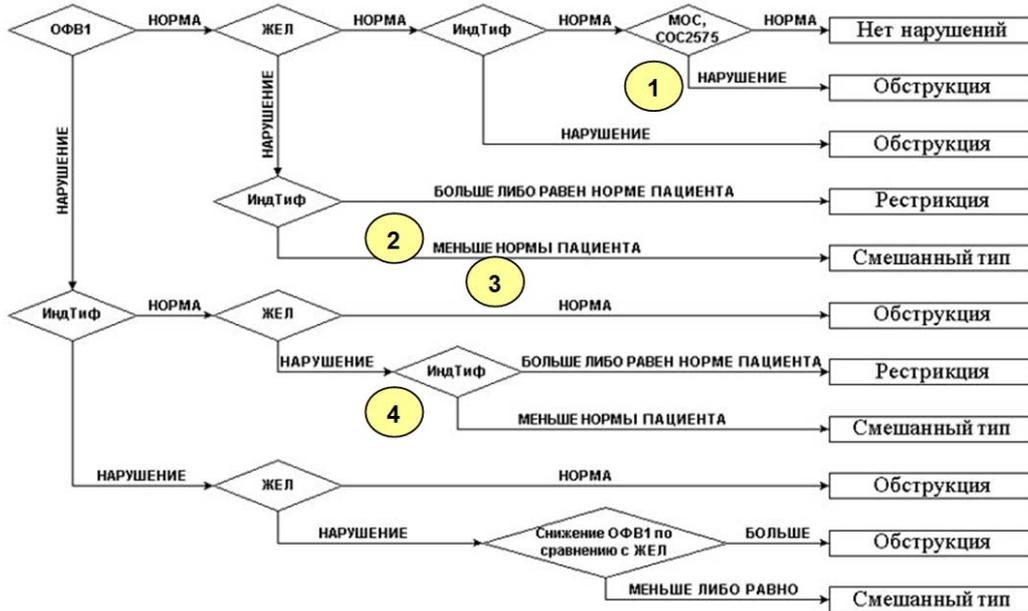


Рис. 1. Структура алгоритма интерпретации результатов спирометра МАС-1

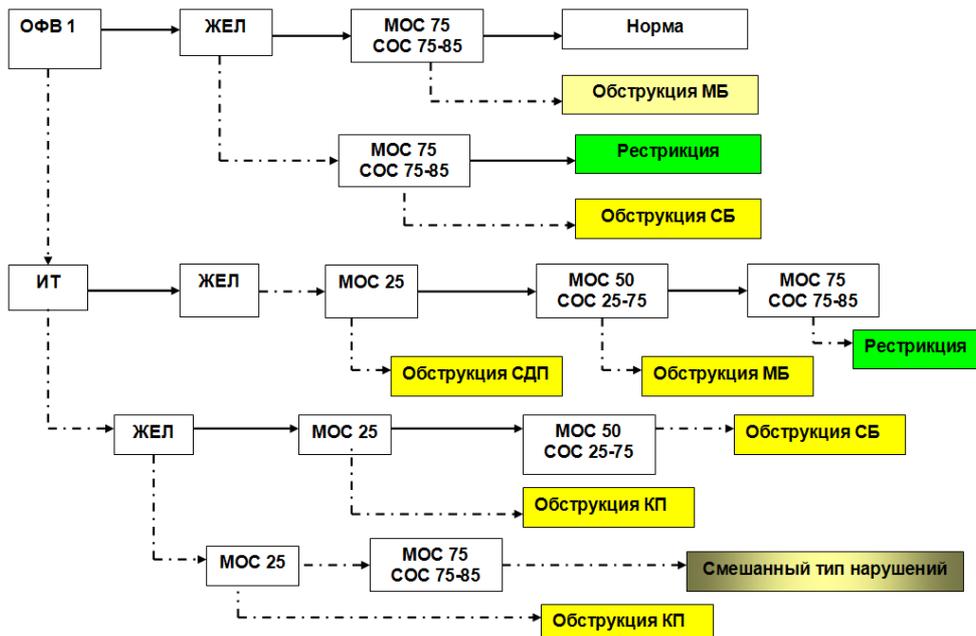


Рис. 2. Предлагаемый алгоритм интерпретации результатов спирометрии

### Выводы

1. Основным элементом пакета ППО спирометрии является алгоритм интерпретации результатов тестирования.

2. Алгоритм интерпретации должен включать в рассмотрение не только объёмные, но и скоростные параметры пробы форсированного дыхания.

3. Алгоритмы, построенные по такому принципу, предоставляют возможность определять не только характер нарушений ВФЛ, но и их локализацию в отделах трахео-бронхиального дерева лёгких.

### Литература

1. *Glady C.A., Aaron S.D., Lunau M. et al.* A spirometry-based algorithm to direct lung function testing in the pulmonary function laboratory. – *Chest*, 2003, v. 123, № 6, p. 1939-1946
2. *Barreiro T.J., Perillo I.* Fn approach to interpreting spirometry. - *American family physician*, 2004, v. 69, № 5, p. 1107-1114
3. *Lopata V.* Specific aspects of spirometry software. – *Pneumologia i alergologia Polska*, 2006, v. 74, № 3, p. 337
4. *Синекоп Ю.С., Лопата В.А., Попов А.А., Эль Шебах М.-А.А., Писаренко Т.В.* Критерии и оценка качества программного обеспечения спирометрии.- *Электроника и связь*, 2009, № 4-5. Темат. выпуск «Электроника и нанотехнологии», ч. 2, с. 206-208.
5. *Турина О.И., Лаптева И.М., Калечиц О.М., Маничев И.А., Щербицкий В.Г.* Организация работы по исследованию функционального состояния легких методами спирографии и пневмотахографии и применение этих методов в клинической практике. – Минск, 2002
6. [www.unitechprom.by.com/mas-1](http://www.unitechprom.by.com/mas-1)
7. *Bar-Yishay E., Amirav I., Goldberg S.* Comparison of Maximal Midexpiratory Flow Rate and Forced Expiratory Flow at 50% of Vital Capacity in Children.- *Chest*, 2003, v. 123, p. 731-735
8. *Roca J., Burgos F., Sunyer J. et al.* References values for forced spirometry.- *Eur. Respir. J.*, 1998, v. 11, № 4, p. 1354–1362
9. *Уэст Дж.* Патофизиология органов дыхания. - М.: БИНОМ, 2008. - 232 с.