



зосереджуватись на навчанні.

Література:

1. About Node.js – [Електронний ресурс] – Режим доступу:

<https://nodejs.org/en/about>

2. Express API reference – [Електронний ресурс] – Режим доступу:

<http://expressjs.com>

Стаття відправлена: 30.03.2017 р.

© Сакайлук І. М.

ЦИТ: ua117-074

DOI: 10.21893/2415-7538.2016-05-1-074

УДК 004.2: 616.71.036

Безверхняя О.С., Куцяк А.А., Коваленко Н.Н.

**АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СПИРОМЕТРИИ ПРИ ОБСТРУКТИВНЫХ И
РЕСТРИКТИВНЫХ НАРУШЕНИЯХ ФУНКЦИИ ЛЕГКИХ ДЛЯ
ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

НТУУ "Киевский политехнический институт",

г. Киев, просп. Победы 37, 03056

МННЦ информационных технологий и систем,

г. Киев, просп. Глушкова 40, 03680

Bezverkhnya O.S., Kutsyak O.A., Kovalenko M.M.

**THE ANALYSIS OF SPIROMETRY INDICATORS IN OBSTRUCTIVE AND
RESTRICTIVE LUNG FUNCTION DISORDERS TO DECISION-MAKING
SUPPORT**

NTUU "Kyiv Polytechnic Institute",

Kyiv, ave. Peremohy 37, 03056

IRTC for Information Technologies and Systems

Kyiv, ave. Glushkov, 03680

Аннотация. В работе проведен анализ показателей спирометрии при обструктивных и рестриктивных нарушениях функции внешнего дыхания. Разработан алгоритм спирометрии, в котором показаны направления интерпретации показателей функции внешнего дыхания. Показано поведение показателей спирометрии при нарушениях функции внешнего дыхания. Предложены решающие правила определения состояния функции внешнего дыхания на базе разработанного алгоритма, что позволяет использовать в системах спирометрии поддержки принятия решений врачом при определении нормы и патологии функции внешнего дыхания.

Ключевые слова: показатели спирометрии, рестриктивные и обструктивные нарушения, функция внешнего дыхания, алгоритм интерпретации, решающие правила

Abstract. The paper deals with spirometry indicators analysis at obstructive and restrictive respiratory function disorders. The spirometry algorithm, which shows the directions of respiratory function indicators interpretation is developed. The



behavior of spirometry indicators for respiration function disorder is shown. The decision rules for respiratory function state determining on the basis of the designed algorithm, which allows the use of physician decision support in spirometry systems in determining of respiratory function's norm and disorders, are proposed.

Key words: spirometry indicators, restrictive and obstructive disorders, respiratory function, interpretation algorithm, decision making

Вступление

На сегодняшний день заболевания органов дыхания остаются одной из наиболее распространенных патологий в структуре заболеваний населения Украины [1]. За последнее время показатели заболевания и смертности ухудшаются. Регулярное динамическое наблюдение позволяет определить нарушение функции дыхания на доклинической стадии, оценить течение заболевания, эффективность и обоснованность терапии, лечебно-реабилитационных мер и прогноза заболевания, провести экспертизу трудоспособности. Интерпретация результатов – серьезная задача компьютерной спирометрии, при решении которой существует вероятность получения неадекватного диагностического заключения с возможными негативными последствиями. Из-за отсутствия унифицированных критериев интерпретации и использования рекомендаций, которые принципиально отличаются друг от друга, не обеспечивается совместимость диагностических выводов. Этим объясняется актуальность создания методически обоснованных алгоритмов с необходимым набором информативных показателей, обеспечивающих достоверную интерпретацию результатов тестов.

Основной текст

Объектом исследования являются нарушения функции легких. Предмет работы – показатели при обструктивных и рестриктивных нарушениях функции легких и их интерпретация. Целью работы является разработка алгоритма спирометрии и решающих правил для интерпретации показателей функции легких при обструктивных и рестриктивных нарушениях для поддержки принятия решений врачом.

Исследования проводились на базе госпиталя МВД в г. Киеве, в отделе функциональной диагностики. Использовался спирометр CUSTO VIT фирмы CUSTO MED GmbH, ФРГ. CUSTO VIT – спирометр открытого типа, в котором объемы и потоки измеряются пневматометром. Для каждого пациента проводились тесты: измерение жизненной емкости легких (VC) и измерения форсированной жизненной емкости легких (FVC) [2].

В предыдущей работе [2] проанализированы статистические данные показателей спирометрии, на основе которых в настоящей работе предложен алгоритм их интерпретации, а также решающие правила, построенные методом алгебры предикатов, учитывающие показатели при изменении состояния функции легких.

Результаты и обсуждение

Основными диагностическими тестами спирометрии является определение структуры жизненной емкости легких (ЖЕЛ) и исследования форсированного выдоха, который определяется показателями форсированной жизненной



емкости легких (ФЖЕЛ), объема форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1) и мгновенными и средними объемными скоростями форсированного выдоха на разных уровнях ФЖЕЛ.

Объективную оценку нарушений функции внешнего дыхания можно получить, используя динамическую спирометрию, которая оценивает отношение "поток–объем", т.е. зависимость объемной скорости потока воздуха во время вдоха и выдоха от величины объема легких. Современные компьютерные спирометрические системы позволяют автоматически анализировать не только спирометрические показатели, но и отношение поток–объем. Хотя сама петля "поток–объем" содержит такую же информацию, что и простая спирограмма, наглядность отношения между объемной скоростью потока воздуха и объемом легких позволяет более детально изучить функциональные характеристики воздухоносных путей [2]. Петля (рис. 1) состоит из двух частей – экспираторной и инспираторной.

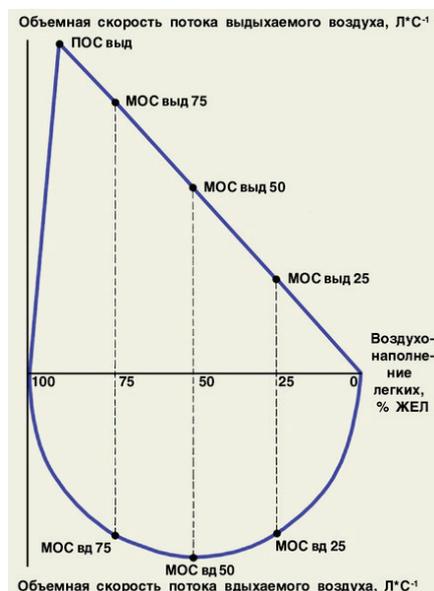


Рис. 1. Петля "поток–объем" в норме

Формы инспираторной и экспираторной частей петли у здорового человека существенно отличаются между собой: максимальная объемная скорость во время вдоха достигается приблизительно на уровне 50% ЖЕЛ (МОС50%), тогда как во время форсированного выдоха пиковый экспираторный поток (ПОС) возникает очень рано.

Вместе с основными показателями классической спирометрии (ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ1, индекс Тиффно, ДО, ХОД, ЧД, РОвд, РОвыд, Евд и др.) при компьютерной обработке петли автоматически вычисляются пиковые, мгновенные и средние показатели объемной скорости потока на уровнях 25%, 50%, 75%, а также 25...75% от общей ФЖЕЛ: ПОС, МОС25%, МОС50%, МОС75%, СОС25-75% и т.п..

Оценка изменений скоростных спирометрических показателей осуществляется степенью их отклонения от должных величин (табл. 1). Как



правило, за нижний предел нормы принимается значение показателя потока, составляющая 60% от должного уровня.

Таблица 1

Показатели спирометрии при норме и типах нарушений ВФЛ

МОС50, %	ИТ, %	ОФВ1, %	ФЖЕЛ, %	ЖЕЛ, %	Пол / Показатель
Норма					
86,7	94,1	94	90,9	96,1	Женщины
90,6	95,1	97	90,7	102,7	Мужчины
Рестрикция					
-	-	-	69,8	73	Женщины
-	-	-	73,1	72,8	Мужчины
Обструкция					
64,3	-	86,1	91,9	-	Женщины
63,8	-	82,2	80,7	-	Мужчины

Типичный современный алгоритм интерпретации результатов спирометрии форсированного выдоха принимает во внимание и рассматривает его объемные показатели, а именно: форсированную жизненную емкость легких (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1), соотношение ОФВ1/ФЖЕЛ.

Сначала с нормой (N) сравнивается ФЖЕЛ. В случае, когда ФЖЕЛ $> 0,85N$ рассматривается показатель ОФВ1. Если и он находится в диапазоне нормы, ИТ, определяется как отношение ОФВ1/ФЖЕЛ не может быть ниже нормы, поэтому делается вывод об отсутствии нарушений ВФЛ. В случае, когда ФЖЕЛ – норма, а ОФВ1 – меньше нормы, ИТ также будет меньше нормы – можем говорить о наличии обструкции. Если же показатель ФЖЕЛ меньше нормы, то ОФВ1 уже не может быть в норме, и разветвления будет при ИТ. Когда он больше $0,85N$ имеется рестрикция. В случае несоответствия ИТ норме, диагностируется обструкция. Однако известно, что при нахождении ОФВ1/ФЖЕЛ на нижней границе нормы показатели мгновенных больших скоростей (МОС) на уровне выдоха 25%, 50% и 75% ФЖЕЛ (МОС25, МОС50 и МОС75) могут указывать на наличие обструкции, и этот факт надо учитывать при интерпретации результатов спирометрии. Величина МОС25 характеризует нарушение проходимости верхних воздушных путей (трахеи и крупных бронхов). Величина МОС50 характеризует нарушение проходимости средних бронхов и крупных бронхиол. Величина МОС75 характеризует нарушение проходимости малых бронхиол.

Этот алгоритм наглядно показан на рис. 2.

Согласно алгоритму интерпретации можно сформировать решающие правила для определения состояния функции легких на основе определенных информативных показателей (ФЖЕЛ, ОФВ1, ИТ, МОС25, МОС50, МОС75) функции легких. В [2] акцентируется внимание на показателях ОФВ1 и МОС50 как наиболее информативных показателях при обструкции функции легких.

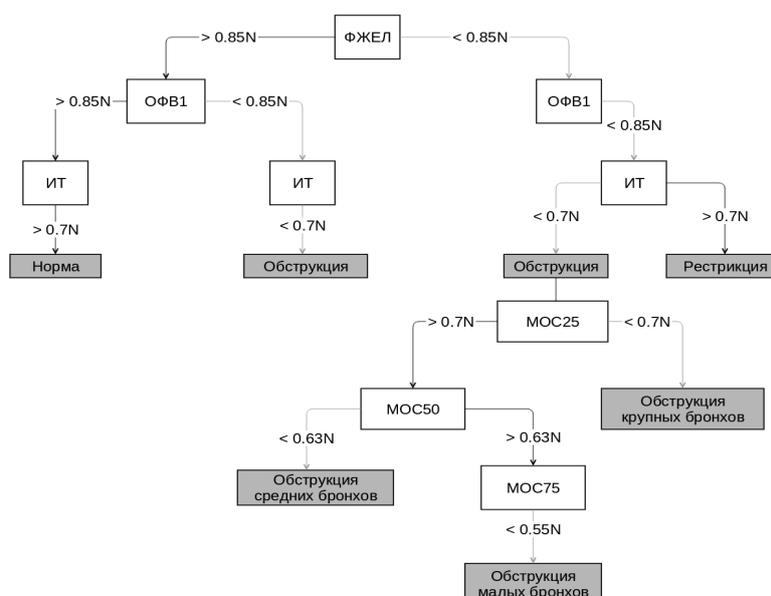


Рис. 2. Алгоритм интерпретации результатов спирометрии форсированного выдоха

Учитывая анатомо-физиологическую структуру системы внешнего дыхания и решающие правила, можно говорить, что для определения нормы и нарушений функции внешнего дыхания существенными показателями спирометрии являются ФЖЕЛ, ОФВ1 и индекс Тиффно (ИТ). Также показатель ИТ информативен при определении рестрикции. В случае рестрикции показатели ФЖЕЛ и ЖЕЛ пропорционально снижаются и приблизительно одинаковы (70%) [2].

Величина ОФВ1 характеризуют сопротивление дыхательных путей, т.е. их проходимость на уровне крупных бронхов, величины объемных скоростей МОС25, МОС50, МОС75 – проходимость средних, малых бронхов и бронхиол соответственно. Снижение величин МОС50 и МОС75 относительно норм является ранним признаком начальных обструктивных нарушений [5, 6, 7].

Снижение МОС50 является более показательным при определении обструкции, чем снижение ОФВ1, поскольку является более существенным согласно результатам исследования. Анализ изменения МОС50 позволяет определять нарушения на начальных стадиях [2].

Учитывая структуру алгоритма, используя метод алгебры предикатов, введем решающие правила для определения нормы и нарушений функции легких.

Для этого введем обозначения показателей спирометрии. Показатель ФЖЕЛ обозначим как x_1 , который примет значение: $x_1 = x_{10}$ при $x_1 < 0.85N$, где N - показатель нормы, и $x_1 = x_{11}$ при $x_1 > 0.85N$. Таким образом, показатель x_1 принимает два значения: $x_1 = \{x_{10}, x_{11}\}$.

Аналогично соответственно обозначаются показатели ОФВ1, ИТ, МОС25, МОС50, МОС75 как x_2, x_3, x_4, x_5 и x_6 .

Показатель ОФВ1 (x_2) принимает два значения: $x_2 = \{x_{20}, x_{21}\}$, где $x_2 = x_{20}$



при $x_2 < 0.85N$ и $x_2 = x_{21}$ при $x_2 > 0.85N$. Показатель ИТ (x_3): $x_3 = \{x_{30}, x_{31}\}$, где $x_3 = x_{30}$ при $x_3 < 0.7N$ и $x_3 = x_{31}$ при $x_3 > 0.7N$. Показатель МОС25 (x_4): $x_4 = \{x_{40}, x_{41}\}$, где $x_4 = x_{40}$ при $x_4 < 0.7N$ и $x_4 = x_{41}$ при $x_4 > 0.7N$. Показатель МОС50 (x_5): $x_5 = \{x_{50}, x_{51}\}$, где $x_5 = x_{50}$ при $x_5 < 0.63N$ и $x_5 = x_{51}$ при $x_5 > 0.63N$. Показатель МОС75 (x_6) принимает одно значение: $x_6 = x_{60}$ при $x_6 < 0.55N$.

Таким образом, получили исходные условия (критерии) для построения решающих правил для интерпретации показателей функции легких. Решающие правила строятся по трем пунктам: норма, обструкция, рестрикция. Кроме того, обструкция распределена по трем направлениям: обструкция крупных бронхов, обструкция средних бронхов и обструкция малых бронхов.

Исходя из критериев, получены решающие для нормы и нарушений функции внешнего дыхания:

- для нормы (S_1): $S_1 = x_{11} \wedge x_{21} \wedge x_{31}$;
- для рестрикции (S_2): $S_2 = x_{10} \wedge x_{20} \wedge x_{31}$;
- для обструкции (S_3): $S_3 = x_{10} \wedge x_{20} \wedge x_{30}$;
- для обструкции крупных бронхов (S_{31}): $S_{31} = S_3 \wedge x_{40}$;
- для обструкции средних бронхов (S_{32}): $S_{32} = S_3 \wedge x_{41} \wedge x_{50}$;
- для обструкции малых бронхов (S_{33}): $S_{33} = S_3 \wedge x_{41} \wedge x_{51} \wedge x_{60}$.

Предложенные решающие правила отображают структуру алгоритма в логическом представлении и могут быть использованы в спирометрических системах для поддержки принятия решений врачом при определении нормы и нарушений функции внешнего дыхания, учитывая информативные показатели спирометрии.

Заключение и выводы

Учитывая полученные результаты, можно утверждать, что использование в алгоритме интерпретации результатов спирометрических тестов скоростных показателей форсированного выдоха позволило определить наличие обструктивных нарушений функции легких и их локализацию относительно бронхиального тракта пациента.

При определении нормы и обструкции функции легких существенными показателями спирометрии являются ОФВ1, ИТ, МОС25. Также показатель ИТ является информативным при определении рестрикции функции легких.

Показатели МОС50 и МОС75 являются существенными при определении обструкции средних и малых бронхов.

Предложенные решающие правила показывают логику алгоритма определения нормы и нарушений функции легких, и могут быть использованы в системах спирометрии для поддержки принятия решений врачом при определении нормы и патологии функции внешнего дыхания.

Литература:

1. Пашкевич Л.П. Структура заболеваемости и распространенности



болезней дыхательной системы в Украине / Л.П. Пашкевич // Физическое воспитание студентов. – 2013. – № 4. – С. 68-72.

2. Коваленко Н.Н. Спирометрические показатели при рестриктивных и обструктивных нарушениях функции легких / Н.Н. Коваленко, В.А. Лопата, О.С. Безверхняя, А.А. Куцяк // Научный взгляд в будущее. – Одесса, 2016. – Выпуск 2(2). – Том 4. Технические науки. – с. 35-41.

3. Перельман Ю.М. Спирографическая диагностика нарушений вентиляционной функции легких: пособие для врачей, изд. 2-Е, доп. / А.Г. Приходько, Ю.М. Перельман. – Благовещенск: Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания, 2009. – 32 с.

4. Pierce, Rob. Spirometry: The measurement and interpretation of ventilator function in clinical practice // McGraw-Hill Australia, 2007

5. Аристов, А.А. Технические методы диагностических исследований: Практикум. / А.А. Аристов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 148 с.

6. Бреслав И.С. Физиология дыхания / Бреслав И.С., Исаев Г.Г. – СПб.: Наука. – 1994. – 680 с.

7. Weibel, E.R. Morphometry of the Human Lung / E.R. Weibel – Berlin, Springer-Verlag, 1963. – 111 p.

8. Алгоритм интерпретации результатов спирометрического тестирования / В.А. Лопата, И.С. Мясный, Ю.С. Синекон, М.А.-А. Эль Шебах // Буков. мед. вісн. – 2011. – 15, № 3. – С. 213-217

Статья отправлена: 3.04.2017 г.

© Безверхняя О.С., Куцяк А.А., Коваленко Н.Н.

ЦИТ: ua117-089

DOI: 10.21893/2415-7538.2016-05-1-089

Мелкумян К.Ю., Петрухно І., Горovenko А.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МОДУЛЯ «ФОРМУВАННЯ РОБОЧИХ НАВЧАЛЬНИХ ПЛАНІВ» З УРАХУВАННЯМ ДИСЦИПЛІН ВІЛЬНОГО ВИБОРУ

Україна, м. Київ, Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Конструкторське бюро інформаційних систем

Petrukhno. I.R, Horovenko A.S, Melkumyan. K. U.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF WORK OF FORMATION OF WORKING PLANS WITH CONSIDERING OF DISCIPLINES OF FREE CHOICES

Анотація. У статті запропонований автоматизований підхід до формування робочих навчальних планів (РНП) вищого навчального закладу з урахуванням реалізації вільного вибору студентами частини дисциплін на базі автоматизованої системи організації навчального процесу – електронного кампусу НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського».

Ключові слова: автоматизована інформаційна система, дисципліни вільного вибору, РНП, алгоритм, Закон України «Про вищу освіту».

Abstract. In the article was suggested automated approach of formation of