

# MEDICAL SCIENCES

## СПРОМЕТРІЯ: КЛІНІЧНА ТРАКТОВКА ТА КРИТЕРІЇ ДІАГНОСТИКИ ЗАХВОРЮВАНЬ ОРГАНІВ ДИХАННЯ

**Афанасюк О.І.**

*к.мед.н., доцент кафедри внутрішньої медицини №3 Вінницького національного медичного університету імені М.І. Пирогова, Україна  
Scopus Author ID: 57208736355*

**Барська О.В.**

*к.мед.н., доцент кафедри внутрішньої медицини №3 Вінницького національного медичного університету імені М.І. Пирогова, Україна  
Scopus Author ID: 57189603824*

**Музика Н.О.**

*к.мед.н., доцент кафедри внутрішньої медицини №3 Вінницького національного медичного університету імені М.І. Пирогова, Україна  
Scopus Author ID: 57982100900*

**Денесюк О.П.**

*Завідуюча відділенням функціональної діагностики Вінницького обласного клінічного медичного реабілітаційного центру, Україна*

## SPIROMETRY: CLINICAL INTERPRETATION AND DIAGNOSTIC CRITERIA FOR RESPIRATORY DISEASES

**Afanasyuk O.,**

*Associate Professor of the Department of Internal Medicine No. 3 National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya  
Scopus Author ID: 57208736355*

**Barska O.,**

*Associate Professor of the Department of Internal Medicine No. 3 National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya  
Scopus Author ID: 57189603824*

**Muzyka N.,**

*Associate Professor of the Department of Internal Medicine No. 3 National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya  
Scopus Author ID: 57982100900*

**Denesjuk O.**

*Head of the Department of Functional Diagnostics of the Vinnytsia Regional Clinical Medical Rehabilitation Center, Ukraine*

### Анотація

Спірометрія є основною в оцінці загального стану дихальної системи, яка дозволяє вимірювати вплив захворювання на функцію легень, оцінювати реакцію дихальних шляхів, контролювати перебіг захворювання або результат терапевтичних втручань, оцінювати передопераційний ризик і визначати прогноз для багатьох легеневих захворювань. Залежно від механізмів розвитку змін зовнішнього дихання виділяють обструктивні, рестриктивні та змішані типи вентиляційних порушень. Ми розробили власні висновки за даними результатів спірографічного дослідження, які дозволяють застосовувати, деталізувати і конкретизувати їх у практичній роботі лікарів функціональної діагностики.

### Abstract

Spirometry is fundamental in the assessment of the general state of the respiratory system, which allows measuring the impact of the disease on lung function, assessing the response of the airways, monitoring the course of the disease or the outcome of therapeutic interventions, assessing the preoperative risk and determining the prognosis for many lung diseases. Depending on the mechanisms of development of changes in external breathing, obstructive, restrictive and mixed types of ventilation disorders are distinguished. We developed our own conclusions based on the results of the spirographic study, which allow us to apply, detail and specify them in the practical work of doctors of functional diagnostics.

**Ключові слова:** спірографія, обструктивний, рестриктивний, змішаний тип вентиляційних порушень.

**Keywords:** spirometry, obstructive, restrictive, mixed type of ventilation disorders.

**Спірометрія** – це фізіологічний тест, що вимірює максимальний об'єм повітря, який людина може вдихнути та видихнути з максимальним зусиллям [4]. Спірометрія є основною в оцінці загального стану дихальної системи, і дозволяє вимірювати вплив захворювання на функцію легень, оцінювати реакцію дихальних шляхів, контролювати перебіг захворювання або результат терапевтичних

втручань, оцінювати передопераційний ризик і визначати прогноз для багатьох легеневих захворювань. Спірометрія є цінним інструментом, який надає клініцистам важливу інформацію, яка використовується разом з фізичними даними, симптомами та динамікою захворювання для встановлення діагнозу [1]. Загальні показання до спірометрії наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Показання до спірометрії [9]\*

<b>Діагностика:</b>
• для оцінки симптомів, ознак або уточнення отриманих результатів лабораторних досліджень
• щоб виміряти фізіологічний ефект захворювання або розладу
• обстеження осіб із ризиком легеневих захворювань
• для оцінки передопераційного ризику
• для оцінки прогнозу
<b>Моніторинг:</b>
• оцінити відповідь на терапевтичне втручання
• для спостереження за прогресуванням захворювання
• для спостереження за пацієнтами щодо загострень захворювання та одужання після їх загострень
• спостерігати за людьми на предмет несприятливих наслідків впливу шкідливих речовин
• стежити за побічними реакціями на препарати з відомою можливою легеневою токсичністю
<b>Оцінка інвалідності/порушення:</b>
• для оцінки пацієнтів у рамках програми реабілітації
• оцінити ризики як частину страхової оцінки
• для оцінки фізичних осіб з юридичних причин
<b>Інші</b>
• дослідження та клінічні випробування
• епідеміологічні обстеження
• виведення опорних рівнянь
• моніторинг перед працевлаштуванням та з'ясування функціонального стану легенів для професій із ризиком
• оцінити стан здоров'я пацієнта перед початком фізичних навантажень

Спірометрію слід припинити, якщо пацієнт відчуває біль під час маневру. Відносні протипоказання, приведені в табл. 2, не виключають проведення спірометрії, але їх слід враховувати при призначенні дослідження. Потенційні протипоказання повинні бути включені у форму запиту на спірометрію.

Таблиця 2

Відносні протипоказання до спірометрії [9]

<b>Внаслідок збільшення потреби міокарда в кисні або зміни артеріального тиску:</b>
• гострий інфаркт міокарда протягом 1 тиж
• системна гіпотензія або тяжка гіпертензія
• виражена передсердно-шлуночкова аритмія
• некомпенсована серцева недостатність
• неконтрольована легенева гіпертензія
• гостре легеневе серце
• клінічно нестабільна ТЕЛА
• синкопе в анамнезі, пов'язане з форсованим видихом/кашлем
<b>Внаслідок підвищення внутрішньочерепного/внутрішньоочного тиску:</b>
• церебральна аневризма
• операція на головному мозку протягом 4 тижнів
• недавній струс мозку з триваючими симптомами
• операція на оці протягом 1 тижня
<b>Внаслідок підвищення тиску в пазухах і середньому вусі:</b>
• операція на носових пазухах або середньому вусі або інфекція протягом 1 тижня
<b>Внаслідок підвищення внутрішньогрудного та внутрішньочеревного тиску:</b>
• наявність пневмотораксу
• торакальні операції протягом 4 тижнів
• операція на черевній порожнині протягом 4 тижнів
• вагітність на пізніх термінах
<b>Питання інфекційного контролю:</b>
• активна або підозрювана трансмісивна респіраторна або системна інфекція, включаючи туберкульоз
• стани, що сприяють передачі інфекцій, такі як кровохаркання, значні виділення або ураження порожнини рота або ротова кровотеча

Пацієнти повинні уникати діяльності, перерахованої в табл. 3 перед тестуванням, і ці вимоги повинні бути надані пацієнту під час призначення. Після прибуття всі ці пункти повинні бути перевірені, а будь-які відхилення від них повинні бути зафіксовані.

Таблиця 3

Дії, яких слід уникати перед дослідженням функції легень [9]

• Куріння та/або використання сигарет та/або водопровідної трубки протягом 1 години до тестування (щоб уникнути гострого бронхоконстрикції через вдихання диму)
• Вживання інтоксикантів протягом 8 годин до тестування (щоб уникнути проблем з координацією, розумінням і фізичними можливостями)
• Виконання інтенсивних фізичних вправ протягом 1 години перед тестуванням (щоб уникнути потенційного бронхоконстрикції, спричиненого фізичним навантаженням)
• Носіння одягу, який суттєво обмежує повне розширення грудної клітки та живота (щоб уникнути зовнішніх обмежень функції легень)

Оператор повинен продемонструвати відповідну техніку та дотримуватися процедури, описаної в табл. 4. Після визначення рівня нульового потоку пацієнту слід вставити мундштук і отримати інструкцію дихати нормально або легко. Оператор перевіряє, чи пацієнт займає правильну поставу, затискач для носа на місці, а губи щільно притиснуті до мундштука. Пацієнти, які не можуть

користуватися мундштуком, можуть використовувати маску для обличчя [7]. У деяких випадках, наприклад у пацієнтів із трахеостомією або резекцією носа, на розсуд оператора можуть бути застосовані неінвазивні коригування, такі як ущільнювальна маска для обличчя, трубні з'єднувачі або оклюзійні клапани, і це має бути записано в примітках оператора [8].

Таблиця 4

Процедури проведення маневрів жорсованої життєвої ємності легень [9]

<i>Мийте руки * (або використовуйте схвалений дезінфікуючий засіб для рук)</i>
<i>Підготуйте пацієнта</i>
Роздайте пацієнту дезінфікуючий засіб для рук
Підтвердьте ідентифікацію пацієнта, вік, стать при народженні, етнічну приналежність тощо.
Виміряйте вагу і зріст без взуття
Запитайте про використання ліків і будь-які відносні протипоказання, позначені в заявці; звернути увагу на респіраторні симптоми
<i>Інструктаж і демонстрація тесту</i>
Положення мундштука та затискача для носа
Правильна постава з трохи піднятою головою
Вдихайте швидко до повного наповнення
Витягніть з максимальним зусиллям до повного спорожнення
Надихайте з максимальним зусиллям до повного наповнення
Підтвердьте, що пацієнт розуміє інструкції та готовий їх виконувати
<i>Виконати маневр</i>
Нехай пацієнт прийме правильну позу
Прикріпіть затиск для носа
Вдихніть повністю та швидко з паузою $\leq 2$ с
Помістіть мундштук у рот і зімкніть губи навколо мундштука
Видихніть із максимальним зусиллям, доки повітря не припиниться, зберігаючи вертикальну позу
За потреби повторюйте інструкції, енергійно тренуючи
Повторіть щонайменше три маневри, зазвичай не більше восьми для дорослих
Перевірте повторюваність ОФВ <sub>1</sub> і ФЖЕЛ і за необхідності виконайте додаткові маневри
<i>* Додаткові кроки можуть вимагатися місцевими правилами контролю зараження. Використання одноразових рукавичок не усуває необхідності мити руки або дезінфікувати, але якщо використовуються рукавички, для кожного пацієнта потрібна нова пара</i>

Залежно від механізмів розвитку виділяють **обструктивні, рестриктивні та змішані типи вентиляційних порушень** (табл. 5). Для вирішення характеру і ступеня змін, які є у пацієнта, необхідно співставити його дані з належними величинами, межами норми і відхилення від неї. Належна величина – це показник, який найбільше вірогідний для здорової людини даного віку, статі, росту, ваги, і є для нього середньостатистичною нормою [2].

Зменшення ОФВ<sub>1</sub>, ПОС, МОШ25-75 при нормальній ЖЕЛ, свідчить про **обструктивний тип порушень**.

Зниження ЖЕЛ при відносно менших змінах швидкісних показників вказує на **рестриктивний тип** порушень

При поєднанні зниження швидкісних та об'ємних показників рекомендують визначати **змішаний тип** порушень з перевагою обструктивного, чи рестриктивного типу вентиляційної недостатності.

Для обструкції центральних дихальних шляхів характерне різке зниження ОШФ видиху. При цьому ПОШ та МОШ25 знижена більше, ніж МОШ50 і МОШ75. Обструкція периферичних дихальних шляхів характеризується незначним зменшенням МОШ25, ПОШ-норма, однак МОШ50-75 знижується особливо.

На основі отриманих результатів отриманих за допомогою спірографії, визначаємо:

- ступені вентиляційної недостатності (легка, помірна, значна, різка);

- типи вентиляційної недостатності (обструктивний, рестриктивний, змішаний з перевагою одного з перерахованих типів);

- рівень обструкції (на рівні великих бронхів, бронхів середнього чи/і дрібного калібру).

Приводимо ряд таблиць для використання в роботі лікаря функціональної діагностики табл. 5-7.

Таблиця 5

Ступені вентиляційної недостатності

Ступінь	Проба Тіффно	ОФВ <sub>1</sub>	Типи вентиляційної недостатності
I	60-70%	70-79%	Обструктивний тип
II	40-60%	50-69%	
III	<40%	<50%	
I	>70%	60-80%	Рестриктивний тип
II		60-50%	
III		49-30%	

Примітка. Змішаний тип вентиляційної недостатності визначається при поєднанні зниження швидкісних та об'ємних показників.

При проведенні **бронхолітичних проб** використовують різні препарати. Найбільш доказовим та рекомендованим є селективний бета-адреноміметик *фенотерол*, так як він є одним з найбільш сильних бронходилатуючих засобів. Фенотерол має мінімальні побічні явища, які можуть бути у вигляді тахікардії, тремора рук, головного болю, голшовокожухіння, відчуття тривоги (рідко). Ці симптоми не вимагають застосування медикаментів і проходять самостійно через декілька хвилин. Бронхолітичний ефект фенотерола настає через 5 хвилин після застосування, досягаючи максимуму через 15 хвилин і зберігається 6-8 годин [6].

Дорослий пацієнт отримує 0,4 мг фенотерола (2 стандартні дози). Особливу увагу необхідно приділяти правильності виконання інгаляції: дещо закинути голову назад та припідняти підборіддя, глибоко спокійно вдихнути, губами щільно охопити мундштук інгалятора і зробити глибокий повільний вдих через рот з наступною затримкою дихання не менше ніж на 10 сек на висоті субмаксимального видиху. Натискання інгалятора виконується на початку видиху. Далі вся процедура повторюється.

Контрольне функціональне дослідження проводиться до і через 5 хвилин після інгаляції. Розраховуються зміни показників між другою і першою спробою в абсолютному значенні і виражається у відсотках до належної величини [6].

Оцінка результатів проби проводиться на основі межі норми, розрахованої при обстеженні здо-

рових людей. Аналізуються усі показники. При достовірному збільшенні ОФВ<sub>1</sub> на 12% – проба вважається *позитивною*, і свідчить про *зворотню бронхообструкцію*. Однак, позитивна проба при вихідних нормальних показниках бронхіальної прохідності вказує на латентний (*«прихований»*) *бронхоспазм*. Тобто термін *«прихований»* означає, що у пацієнта є бронхоспастичний варіант обструкції, не виявлений при первинному дослідженні за допомогою реєстрації потік-об'єм. Зниження показників за нижню межу норми свідчить про парадоксальну реакцію на той чи інший препарат з погіршенням бронхіальної прохідності. Цей феномен іноді зустрічається у людей похилого віку при виражених обструктивних порушеннях (наприклад, у хворих з емфіземою легень). Виражене зниження всіх показників (ФЖЄЛ, МОШ25-75) свідчить про розвиток бронхоспазму з бета-адренергічним дисбалансом. Якщо показники не змінюються або зміни в межах норми, проба оцінюється як негативна, що вказує лише на відсутність реакції в даний момент на препарат, а не на незворотність обструкції взагалі (причиною може бути наявність мокротиння у дихальних шляхах, яка перешкоджає проникненню бронходилататора до рецепторів дихальних шляхів, або непереносимість препарату). Тобто при негативній пробі категоричне закінчення роботи не можна.

Ступінь зворотної бронхообструкції визначаємо за % збільшення ОФВ<sub>1</sub> після бронхолітика, дані представлені у табл. 6.

Таблиця 6

Ступені важкості зворотної бронхіальної обструкції

Значна ступінь зворотної бронхообструкції залежить від збільшення ОФВ <sub>1</sub> після бронхолітика на >25%
Помірна ступінь -15-25%
Незначна ступінь – 14-12%
Негативна реакція на бронхолітик – збільшення ОФВ <sub>1</sub> <12%.

З метою підбору ліків бронхолітичні проби проводяться з різними препаратами, всі дослідження виконуються в різні дні. У цих випадках допустима різниця  $ОФВ_1$  в різні дні не більше 10%,

при рівних умовах, перевагу має препарат з максимальним приростом показників.

У табл.7 представлено клінічну інтерпретацію типів легеневої недостатності за показниками спірографії.

Таблиця 7

Показник спірограми	Нормальна величина		Ступені легеневої недостатності, %		
	абсолютний, л	належний, %	I	II	III
ЖЄЛ, л	2,5-7,5	90-85	84-70	69-50	<50
ОФВ <sub>1</sub> , л за 1 сек	2-4	80-75	74-55	54-35	<35
МВЛ, л за 1 хв	70-170	85-75	74-60	59-40	<40
ХОД, л за 1 хв	6-8	90-100	101-150	151-200	>200
Індекс Тіффно	-	85-70	69-60	59-40	<40

Враховуючи усі наведені вище дані, можна прийти до висновків, що причинами зниження ЖЄЛ можуть бути наступними:

- різні форми порушення бронхіальної прохідності. Це найбільш часта причина зниження ФЖЄЛ і ЖЄЛ, всупереч думці, що ЖЄЛ знижується в першу чергу при рестриктивній патології. Необхідно пам'ятати, що в більшості випадків при порушенні бронхіальної прохідності повноцінний видих неможливий, особливо в форсованому режимі. Він закінчується передчасно в результаті зменшення резервного об'єму видиху, що в свою чергу веде до зменшення ФЖЄЛ. Вважають причиною цього – передчасне закриття дихальних шляхів, діаметр яких звужений (спазм гладкої мускулатури, набряково-запальні зміни, або експіраторний колапс). Збільшення залишкового об'єму легень в даному випадку часто супроводжується збільшенням бронхіального опору. Виникає перерозподіл об'ємів: збільшення залишкового об'єму за рахунок зменшення ЖЄЛ. Часто такий перерозподіл є зворотнім і об'єми повертаються до норми після відновлення порушеної прохідності бронхів, наприклад під дією бронходилататорів. Порушення бронхіальної прохідності, що не супроводжується зменшенням ЖЄЛ, зазвичай не різко виражені і свідчать про не великий стаж захворювання [6].

- Рестриктивний тип порушення вентиляції стоїть на другому місці частоті серед причин зниження ФЖЄЛ і ЖЄЛ. Класичний приклад рестриктивної патології – ідіопатичний фіброзуючий аль-

веоліт. При даній патології легенева тканина стає ригідною (мало розтягується і погано піддається сти-сканню), кількість функціонуючих альвеол зменшується, що в свою чергу веде до зменшення ФЖЄЛ і ЖЄЛ. МОШ по відношенню до змін об'ємних показників знижується в меншій мірі, експіраторне звуження бронхів не спостерігається. Аналогічну картину можна спостерігати при ригідності грудної клітки, обмеженні рухомості діафрагми, іноді після оперативних втручань на легенях (наприклад, пульмонектомія) [6].

Таким чином можна зробити висновки, що:

1. Зниження швидкісних показників (ОФВ<sub>1</sub>, ПОШ, МОШ25, МОШ50, МОШ75) при нормальній ЖЄЛ свідчить про *обструктивний варіант* порушення дихання.

2. Зниження ЖЄЛ при відносно менших змінах швидкісних показників вказує на *рестриктивний тип* порушення дихання.

3. При поєднанні зниження швидкісних показників і об'єму легень точно визначити варіант порушення (*змішаний*) без знання структури загальної ємності легень неможливо. Рекомендовано окремо вказувати ступінь обструкції та зниження ЖЄЛ [6].

За наявності співвідношення  $ОФВ_1/ФЖЄЛ < 0,7$ , оцінка тяжкості обмеження повітряного потоку в разі ХОЗЛ (вона може відрізнитися від тяжкості самого захворювання) базується на значенні  $ОФВ_1$  після застосування бронхолітика, постбронхолітичного  $ОФВ_1$  (% прогнозованого значення). В табл. 8 наведено ступені тяжкості ХОЗЛ залежно від спірометричних даних.

Таблиця 8

Спірометрична класифікація ХОЗЛ у залежності від ступеня тяжкості [3]	
Ступінь тяжкості	Ознаки ХОЗЛ
У пацієнтів із $ОФВ_1/ФЖЄЛ < 70\%$	
<i>GOLD 1, легкий</i>	$ОФВ_1 \geq 80\%$ від належного Переважно хронічний кашель, виділення мокротиння
<i>GOLD 2, помірний</i>	$50\% \leq ОФВ_1 < 80\%$ від належного Симптоми прогресують, з'являється задишка при фізичному навантаженні та під час загострень
<i>GOLD 3, тяжкий</i>	$30\% \leq ОФВ_1 < 50\%$ від належного Збільшення задишки, повторні загострення, що погіршують якість життя хворого
<i>GOLD 4, дуже тяжкий</i>	$ОФВ_1 < 30\%$ від належного Подальше прогресування симптомів, якість життя значно погіршується, загострення можуть загрожувати життю

**Приклади власних висновків за даними спірограми, які мають практичне значення для лікарів функціональної діагностики, оскільки недостатньо висвітлені в літературі.**

*Приклад 1. Функція зовнішнього дихання не змінена*

*а) проба з бронхолітиком негативна.*

*б) проба з бронхолітиком позитивна:*

*- ОФВ<sub>1</sub> >12%, що свідчить за незначну бронхообструкцію;*

*- ОФВ<sub>1</sub> >14% - свідчить про помірну бронхообструкцію;*

*- ОФВ<sub>1</sub> >25% -свідчить про значну приховану бронхообструкцію.*

*Приклад 2. Помірні зміни функції зовнішнього дихання.*

Порушення ФЗД по рестриктивному типу. Другий ступінь вентиляційної недостатності. Проба з бронхолітиком негативна.

*Приклад 3. Значні зміни функції зовнішнього дихання.*

Третій ступінь вентиляційної недостатності по обструктивному типу: обструкція на рівні бронхів різного калібру (МОШ25-50-75) або тільки на рівні бронхів середнього калібру (МОШ50)/ на рівні бронхів дрібного калібру (МОШ75). Проба з бронхолітиком позитивна. Ознаки значної зворотньої бронхообструкції ( ОФВ<sub>1</sub> >25%, помірної – 15-25%, незначної – до 14%).

*Приклад 4. Різкі зміни функції зовнішнього дихання.*

Змішаний тип вентиляційної недостатності з перевагою обструктивного типу.

Третя ступінь вентиляційної недостатності по обструктивному типу. Обструкція на рівні бронхів різного калібру. Ознаки колапсу бронхіол (по формі кривої).

Друга ступінь вентиляційної недостатності по рестриктивному типу. Проба з бронхолітиком слабо позитивна (ОФВ<sub>1</sub> =12% або 11,8%). Ознаки незначної зворотньої обструкції.

**Висновки**

Спірометрія є основною в оцінці загального стану дихальної системи, яка дозволяє вимірювати вплив захворювання на функцію легень, оцінювати реакцію дихальних шляхів, контролювати перебіг захворювання або результат терапевтичних втручань, оцінювати передопераційний ризик і визначати прогноз для багатьох легеневих захворювань. Спірометрія є цінним інструментом, що надає кліністам важливу інформацію, яка використовується разом з іншими результатами досліджень, симптомами та динамікою захворювання для встановлення діагнозу. Залежно від механізмів розвитку змін зовнішнього дихання виділяють обструктивні, рестриктивні та змішані типи вентиляційних порушень. Для вирішення характеру і ступенів змін, які є у пацієнта, необхідно співставити його

дані з належними величинами, межами норми і відхилення від неї. Ми розробили власні висновки за даними результатів спірографічного дослідження, які дозволяють застосовувати, деталізувати і конкретизувати їх у практичній роботі лікарів функціональної діагностики.

**Список літератури**

1. Денесюк ВІ Денесюк ОВ. Внутрішня медицина / За ред. В.М. Коваленка. К.: Моріон. 2019: 960.

2. Жарінов ОЙ, Іванів ЮА, Куць ВО. Функціональна діагностика: Підручник для лікарів-інтернів та лікарів – слухачів закладів (факультетів) післядипломної освіти МОЗ України. Київ: Четверта хвиля, 2018: 736.

3. Керівництво Глобальної стратегії діагностики, лікування та профілактики ХОЗЛ. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, GOLD, перегляд 2023 року <https://health-ua.com/article/72534-kervnitctvo-globalno-strateg--dagnostiki-lkuvannya-taproflaktiki-hozl>

4. Марушко ЮВ, Борисюк МВ. Спірографія. <https://health-ua.com/article/67272-sprometrya>

5. Перехрест бронхіальної астми та ХОЗЛ: тактика ведення хворих відповідно до нових світових тенденцій <https://health-ua.com/article/69587-perehrest-bronhalno-astmi-tahozl-taktika-vedennya-hvorih-vdpovdno-do-novih>

6. Функционально-диагностическое исследование в пульмонологии: методические рекомендации. Санкт-Петербург.

7. Banerjee SK, Davies M, Sharples L, Smith I. The role of facemask spirometry in motor neuron disease. Thorax. 2013;68:385–386. [PubMed] [Google Scholar].

8. Boerrigter BG, Bogaard HJ, Vonk-Noordegraaf A. Spirometry in chronic obstructive pulmonary disease: a hemodynamic roller coaster? Am J Respir Crit Care Med. 2012;186:e6–e7. [PubMed] [Google Scholar].

9. Graham BL, Steenbruggen I, Miller MR, Barjaktarevic IZ, Cooper BG, Hall GL, Hallstrand TS, Kaminsky DA, McCarthy K, McCormack MC, Oropez CE, Rosenfeld M, Stanojevic S, Swanney MP, Thompson BR. Standardization of Spirometry 2019 Update. An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. Am J Respir Crit Care Med. 2019 Oct 15;200(8):e70–e88. doi: 10.1164/rccm.201908-1590ST. PMID: 31613151; PMCID: PMC6794117. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31613151/>

10. Haynes JM, Kaminsky DA. The American Thoracic Society/European Respiratory Society acceptability criteria for spirometry: asking too much or not enough? Respir Care. 2015;60:e113–e114. [PubMed] [Google Scholar].