

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
“НАЦІОНАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ ФТИЗІАТРІЇ І ПУЛЬМОНОЛОГІЇ
ІМ. Ф. Г. ЯНОВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ”

УДК 616.24-007.272+616.248]-073.173(07)

ОСНОВИ СПІРОМЕТРІЇ ТА ЇЇ ОСОБЛИВОСТІ ПРИ
ХРОНІЧНОМУ ОБСТРУКТИВНОМУ ЗАХВОРЮВАННІ ЛЕГЕНЬ ТА БРОНХІАЛЬНИЙ
АСТМІ

(методичний посібник для лікарів)

Київ – 2023

Заклад-розробник:

Державна установа “Національний інститут фтизіатрії і пульмонології ім. Ф. Г. Яновського Національної академії медичних наук України”(НІФП НАМНУ)

Укладач:

Полянська Марина Олександрівна – завідувачка відділенням діагностики, терапії і клінічної фармакології захворювань легень НІФП НАМНУ, канд. мед. наук, старший науковий співробітник, (044) 275-05-68.

Редактор:

Фещенко Юрій Іванович – директор НІФП НАМНУ, академік НАМН України, д-р мед. наук, професор, (044) 275-04-02.

Рецензенти:

Дзюблик О. Я. – завідувач відділенням технологій лікування неспецифічних захворювань легень НІФП НАМНУ, д-р мед. наук, професор;

Зайков С. В. – професор кафедри фтизіатрії і пульмонології Національного університету охорони здоров’я України імені П. Л. Шупика, д-р мед. наук, професор.

Голова профільної проблемної комісії МОЗ та НАМН України – академік НАМН України, д-р мед. наук, професор Фещенко Ю. І.

Голова експертної комісії – д-р мед. наук, професор І. А. Калабуха

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

БА	–	бронхіальна астма,
ДО	–	дихальний об'єм,
Євд	–	ємність вдиху,
ЖЄЛ	–	життєва ємність легень,
ЗЄЛ	–	загальна ємність легень,
ЗОЛ	–	залишковий об'єм легень,
ІКС	–	інгаляційні кортикостероїди,
МОШ	–	миттєві об'ємні швидкості на різних рівнях ФЖЄЛ,
ОФВ1	–	об'єм форсованого видиху за першу секунду,
ПОШвид	–	пікова об'ємна швидкість видиху,
ПШВ	–	пікова швидкість видиху,
РОвд	–	резервний об'єм вдиху,
РОВид	–	резервний об'єм видиху,
ТДБА	–	тривалої дії бета-агоністи,
ФЖЄЛ	–	форсована життєва ємність легень,
ФЗД	–	функція зовнішнього дихання,
ХОЗЛ	–	хронічне обструктивне захворювання легень,
ERV	–	резервний об'єм видиху,
FEV1	–	об'єм форсованого видиху за першу секунду,
FVC	–	форсована життєва ємність легень,
GOLD	–	Global initiative for chronic obstructive lung diseases,
IC	–	ємність вдиху,
IRV	–	резервний об'єм вдиху,
MMEF	–	миттєві об'ємні швидкості на різних рівнях ФЖЄЛ,
PEF	–	пікова об'ємна швидкість видиху,
RV	–	залишковий об'єм легень,
TLC	–	загальна ємність легень,
VC	–	життєва ємність легень,
VT	–	дихальний об'єм.

ЗМІСТ

	С.
Вступ	5
1 Показання та протипоказання для проведення спірометрії	5
2 Показники спірометрії	7
3 Методика проведення спірометрії	8
4 Критерії прийнятності кривої та основні помилки спірометрії	12
5 Інтерпретація результатів спірометрії	17
5.1 Інтерпретація результатів спірометрії при хронічному обструктивному захворювання легень	21
5.2 Інтерпретація результатів спірометрії при астмі	23
6 Тест на зворотність бронхообструкції	25
7 Бронхопровокаційні тести	29
Резюме	31
Рекомендована література	31

ВСТУП

Спірометрія (спіро – дихання, метрія – вимірювання) є неінвазивним методом вимірювання повітряних потоків і об'ємів як функції часу з використанням форсованих маневрів. Він дозволяє оцінити об'єм повітря, що вдихається і видихається, а також швидкість його проходження по дихальних шляхах у спокійному і форсованому стані.

Це найбільш простий і доступний, високоінформативний з наявних на сьогоднішній день методів дослідження порушення прохідності дихальних шляхів. Він дозволяє виміряти основні обсяги, ємності та об'ємні швидкості потоку дихання, зміни яких є основними для постановки діагнозу хронічного обструктивного захворювання легень (ХОЗЛ), оцінки порушень та відповіді на терапію при бронхіальній астмі (БА).

Новизна рекомендацій полягає у тому, що при їх розробці були враховані всі прийняті за останні роки вітчизняні та міжнародні нормативні документи та рекомендації щодо стандартизації та інтерпретації методики спірометрії. Посібник містить наочні ілюстрації та пояснення для лікарів.

Посібник призначений для лікарів пульмонологів, алергологів, терапевтів, сімейних лікарів.

1 ПОКАЗАННЯ ТА ПРОТИПОКАЗАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ СПІРОМЕТРІЇ

Процедура спірометрії зазвичай безпечна, але, оскільки маневр форсованого видиху має проводитись на максимальному зусиллі, існує ряд обмежень та протипоказань для цього методу дослідження.

Показання для проведення спірометрії.

Діагностика:

- Об'єктивна оцінка симптомів, ознак, патологічних лабораторних тестів;
- Оцінка впливу захворювання на функцію легень;
- Виявлення осіб із ризиком захворювань легень;
- Оцінка передопераційного ризику;
- Оцінка прогнозу;
- Оцінка статусу здоров'я перед початком значних фізичних навантажень.

Моніторинг:

- Оцінка ефективності лікування;

- Опис, як захворювання впливає на функцію легень;
- Моніторинг осіб, які зазнали впливу шкідливих факторів;
- Моніторинг небажаних проявів ліків, які мають токсичний вплив на легені.

Оцінка непрацездатності та ступеня виразності порушень:

- Для реабілітаційних програм;
- Оцінка можливих ризиків при страхуванні;
- Оцінка здоров'я осіб у юридичній практиці.

Потреби охорони здоров'я:

- Епідеміологічні обстеження;
- Клінічні дослідження.

Протипоказаннями до проведення спірометрії є будь яка респіраторна інфекція (гострий період), туберкульоз через ризик розповсюдження інфекції. З причини ризику рецидиву на фоні форсованого зусилля протипоказаннями є кровохаркання за попередній місяць, пневмоторакс, нестабільні захворювання серцево-судинної системи, нещодавній (протягом 3 місяців) інфаркт міокарда або інсульт, неконтрольована гіпертензія, емболія легеневої артерії, будь-яка аневризма, недостатність венозних клапанів нижніх кінцівок із варикозним розширенням вен, трофічними порушеннями та тенденцією до підвищеного згортання крові, нещодавні (протягом попередніх 3 місяців) операції на очах, грудній клітці або черевній порожнині, відшарування сітківки. Іншими протипоказаннями є нудота, блювота через неможливість виконати дихальні маневри без ризику забруднення апаратури та порушення свідомості, деменція, через що пацієнт не в змозі зрозуміти та правильно виконати дослідження.

Можливими небажаними явищами при спірометрії є запаморочення, головний біль, почервоніння обличчя, непритомність, минуще нетримання сечі.

2 ПОКАЗНИКИ СПІРОМЕТРІЇ

При спірометрії визначаються основні об'єми, ємності та швидкості, які відображують функціональні порушення дихання. Для зручності пояснення представлені аббревіатури цих термінів українською мовою і відповідні їм аббревіатури англійською мовою (табл. 2.1, табл. 2.2).

Таблиця 2.1 – Об'єми, що визначаються при спокійному маневрі (маневр визначення життєвої ємності легень)

Об'єм, ємність – що він визначає, одиниці виміру	Укр.	Англ.
дихальний об'єм (обсяг повітря, який людина вдихає або видихає при звичайному спокійному диханні), л	ДО	VT
життєва ємність легень – кількість повітря, яке людина може максимально вдихнути від рівня максимально глибокого видиху при спокійному диханні (сума Евд.+РОвид.), л	ЖЄЛ	VC
резервний об'єм видиху (обсяг повітря, який людина може видихнути від рівня спокійного видиху до максимально глибокого видиху), л	РОвид.	ERV
резервний об'єм вдиху (обсяг повітря, який людина може вдихнути від рівня спокійного вдиху до максимально глибокого вдиху), л	РОвд.	IRV
ємність вдиху (кількість повітря, яке людина може вдихнути від рівня спокійного вдиху до рівня максимально глибокого вдиху), л	Євд.	IC

Таблиця 2.2 – Об'єми, що визначаються при форсованому маневрі (маневр визначення форсованої життєвої ємності легень)

Об'єм, ємність - що він визначає, одиниці виміру	Укр.	Англ.
Об'єм форсованого видиху за першу секунду, л/сек	ОФВ1	FEV1
Форсована життєва ємність легень – кількість повітря, яке людина може максимально вдихнути від рівня максимально глибокого видиху при форсованому диханні, л	ФЖЄЛ	FVC
миттєві об'ємні швидкості на різних рівнях ФЖЄЛ, на рівні великих, середніх та дрібних бронхів, л/сек	МОШ25, МОШ50, МОШ 75	MMEF25 MMEF50 MMEF75
Пікова об'ємна швидкість видиху (пікова швидкість видиху), л/сек	ПОШвид., ПШВ	PEF

На рисунку 2.1 графічно зображені об'єми та ємності легень: А – ті, що визначаються при спокійній спірометрії (показники маневру для визначення ЖЄЛ); Б, С – ті, що визначаються при форсованій спірометрії (показники маневру для визначення ФЖЄЛ). Однак,

при максимально глибокому видиху в легенях залишається ще один об'єм, який не визначається спірометрично – залишковий об'єм легень ЗОЛ (RV). При спірометрії також не можна визначити і загальну ємність легень ЗЄЛ (TLC), оскільки вона є сумою (ЖЄЛ + ЗОЛ).

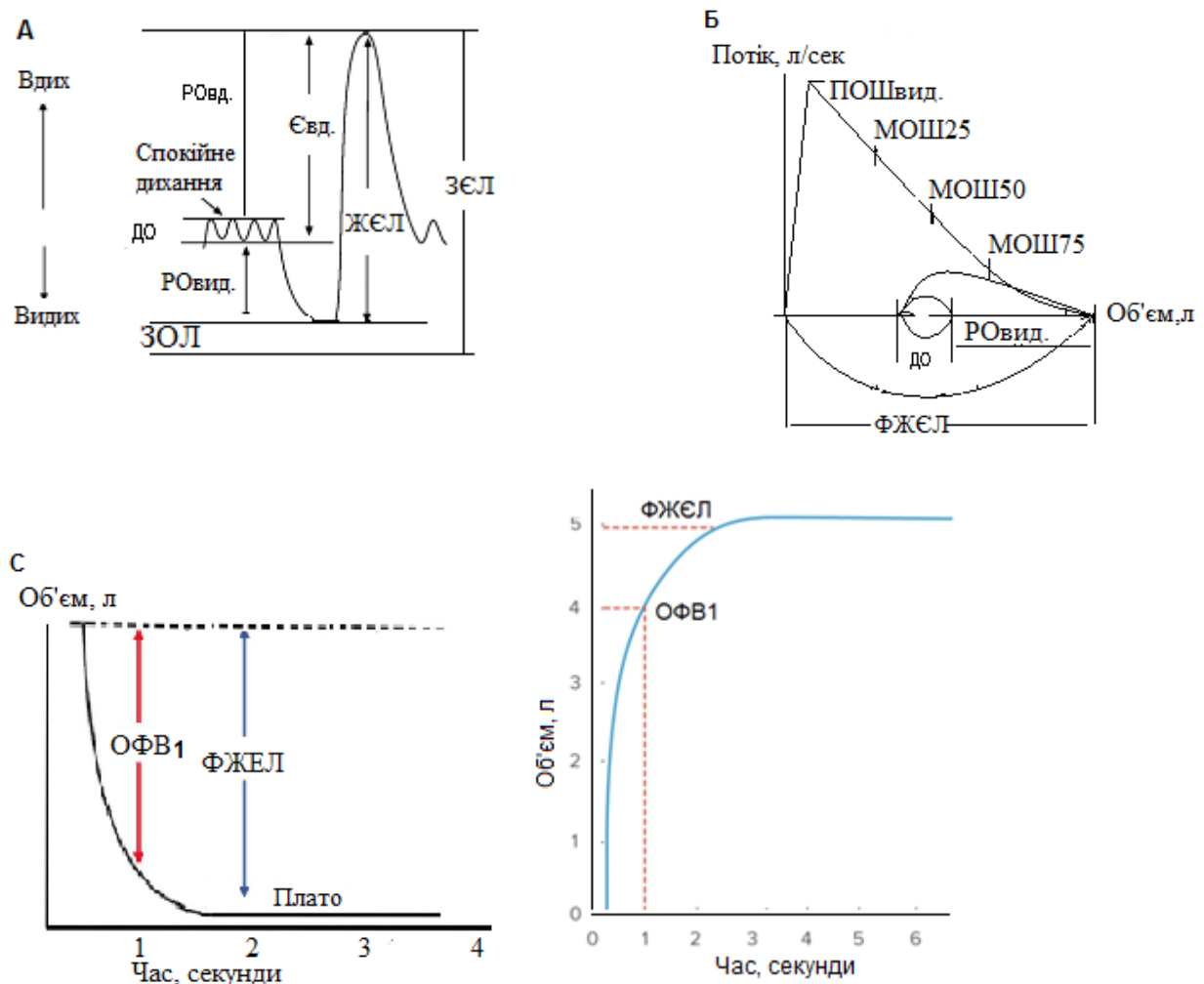


Рисунок 2.1 – Графічне зображення об'ємів та ємностей легень

3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ СПІРОМЕТРІЇ

Спірометричне дослідження методично просте у виконанні, але значною мірою залежить від вольового зусилля обстежуваного. Від коректності виконання дихальних маневрів залежить достовірність дослідження. Також потрібно, щоб на роздруківці було графічне зображення дослідження, а не тільки цифрове. Лікар, що оцінює результат, зможе тоді сам грамотно оцінити, чи правильно було виконане дослідження, чи придатне воно до аналізу.

Зазвичай, при правильному навчанні пацієнта, точному дотриманні інструкції нескладно отримати достовірні результати.

Перед проведенням дослідження необхідно заповнити паспортну частину із зазначенням паспортних даних (ПІБ), дати народження, статі, зросту хворого (вік, стать, зріст та расова приналежність – основні параметри, що визначають належні величини для кожного конкретного випадку). Належні значення вираховуються автоматично, вони були виділені за результатами масштабних досліджень тисяч здорових осіб з урахуванням саме цих параметрів, ці належні значення прийняті Європейським Респіраторним товариством та Європейським співтовариством дослідження респіраторного здоров'я, хоча в різних країнах можуть застосовуватись й інші належні значення (залежно від місцевих особливостей).

Рекомендується вказувати вагу, оскільки у людей з ожирінням показники функції зовнішнього дихання (ФЗД) можуть бути змінені, але не з причини захворювань дихальних шляхів, а через фізіологічні особливості, наприклад, високе стояння та ущільнення діафрагми.

Слід ознайомити пацієнта з технікою спірометрії, докладно описати, а при необхідності продемонструвати правильну техніку виконання дихальних маневрів.

Рекомендується проводити дослідження в ранковий час, до прийому бронхолітичних препаратів. Одяг повинен бути досить вільним, що не сковує руху грудної клітки; натще – не обов'язкова умова, допустимо легкий сніданок, але не рекомендується пити кофеїн-вміщуючі напої, курити протягом 2-х годин до початку дослідження.

Якщо пацієнт приймає бронхолітичні препарати, потрібно дотримуватись термінів їх виведення з організму перед дослідженням ФЗД. Для β 2-агоністів короткої дії (сальбутамол, беротек, комбіновані бронхолітики короткої дії в одному інгаляторі) – 6 годин, для тривалої дії β 2-агоністів (ТДБА) – сальметеролу, формотеролу та їх комбінацій з інгаляційними кортикостероїдами (ІКС) – 36 годин (так як тривалість їх дії – понад 24 години), для надтривалої дії бронхолітиків – 36 годин.

Положення пацієнта під час проведення дослідження – сидячи з прямою спиною, руки тримати на колінах, не слід класти ногу на ногу (рис. 3.1). Хребет випрямлений, положення голови має бути рівним без нахилу.



Рисунок 3.1 – Положення пацієнта під час проведення дослідження

Ніс затискається спеціальною клемою, потім потрібно щільно охопити губами загубник, не залишаючи щілин у кутах рота (дослідник повинен стежити за цим протягом усього дослідження – дихальний потік має надходити в замкнутий контур повністю, не допускаючи витоку поза ним) (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Положення загубника під час проведення дослідження

Найчастіше в клінічній практиці проводять спокійну спірометрію (дозволяє виміряти ЖЄЛ та ємність вдиху) та форсовану (вимір ФЖЄЛ, ОФВ1, ПОШвид., МОШ 25,50,75 %).

Маневр спокійної спірометрії (маневр для визначення ЖЄЛ): пацієнт дихає спокійно, рівномірно, рекомендована частота дихання – 18–20 за хвилину. Це необхідно для того, щоб апарат виставив ізолінію, від якої далі будуть вираховуватись показники. Зазвичай, достатньо кількох спокійних дихальних циклів (вдих – видих) для стабільного стану. Виконувати маневр для визначення ЖЄЛ можна як починаючи з максимально глибокого видиху, потім максимально глибокий вдих (показник, що отримують при цьому, іноді називається ЖЄЛвдиху), після чого продовжити спокійне дихання, так і навпаки, після звичайного видиху

зробити максимально глибокий вдих, потім максимально глибокий видих (ЖЄЛвидиху), суть показника цього не змінюється – це ЖЄЛ (рис 3.3).

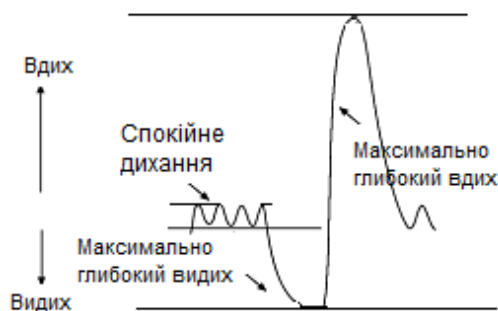


Рисунок 3.3 – Маневр спокійної спірометрії для визначення ЖЄЛ

Виконуючи маневр спокійної спірометрії для визначення ЖЄЛ, краще досягти невеликої фази плато в кінці маневру, що може бути гарантією того, що пацієнт вдихнув і видихнув дійсно на рівні максимальної амплітуди.

Під час спокійного маневру визначається також ємність вдиху – після спокійного рівномірного дихання (потрібно стежити за тим, щоб усі дихальні цикли були рівномірними, глибина спокійних видихів була на одній лінії, це дуже важливо для визначення Євд.), пацієнт спокійно видихає до рівня нормального звичайного видиху і максимально глибоко вдихає (цей маневр подібний до початку маневру визначення ЖЄЛвид.), далі він продовжує дихати зазвичай.

Процедура форсованої спірометрії залежить від типу спірографа. Якщо передбачається виконання повного маневру для визначення ФЖЄЛ (рис. 3.4), необхідно зробити декілька спокійних дихальних циклів, потім зробити максимально глибокий вдих і практично відразу (час на роздуми та підготовку до видиху у пацієнта до 1,5 секунд) максимально сильно видихнути, на межі своїх можливостей. Стандартна тривалість форсованого видиху – щонайменше 6 секунд чи досягнення фази плато протягом 1–2 секунд. Здорові особи дуже часто видихають всю ЖЄЛ протягом перших 3–4 секунд форсованого видиху. У цьому випадку фаза плато буде досягнута раніше 6 секунд. У хворих тяжким ХОЗЛ, тяжкою астмою форсований видих, як правило, утруднений, затягнутий, чим більш виражена бронхообструкція, тим довше до досягнення фази плато, у ряді випадків вона не досягається протягом 12, 15, 20 і більше секунд. У таких випадках не потрібно неодмінно досягати фази плато, цілком достатньо, щоб видих тривав близько 15 секунд, більше не варто, це виснажує

пацієнта. Після цього робиться звичайний (або форсований, якщо мета – оцінити обсяг форсованого вдиху) вдих.

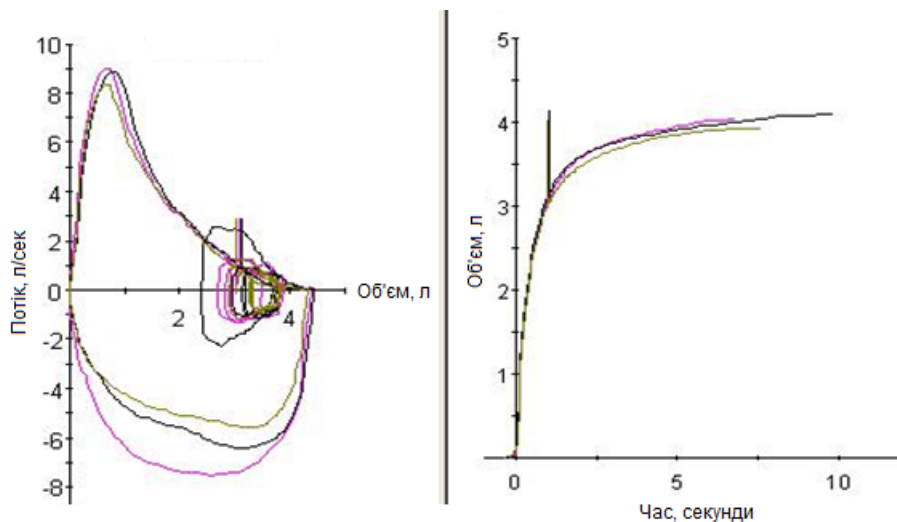


Рисунок 3.4 – Форсована спірометрія для визначення ФЖЄЛ (повний маневр)

Якщо спірограф оцінює лише форсований видих (рис. 3.5) необхідно: зробити максимально глибокий вдих (без апарата), охопити загубник губами і зробити максимально глибокий видих, до досягнення фази плато.

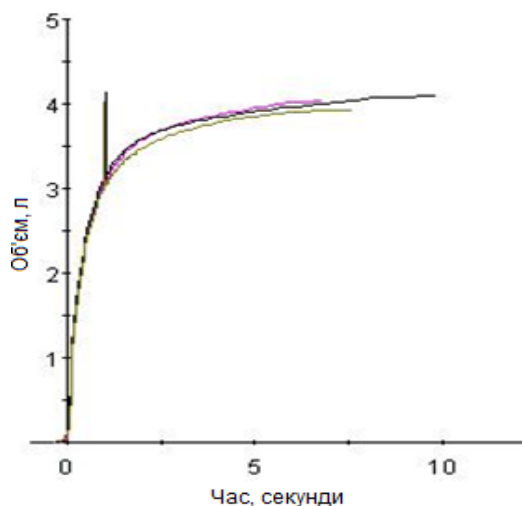


Рисунок 3.5 – Форсована спірометрія (лише форсований видих)

4 КРИТЕРІЇ ПРИЙНЯТНОСТІ КРИВОЇ ТА ОСНОВНІ ПОМИЛКИ СПІРОМЕТРІЇ

Виконавши дихальний маневр спочатку візуально оцінюють прийнятність кривої.

Критеріями прийнятності спірометрії є відсутність артефактів (порушень архітектури кривої видиху) – кашлю, змикання голосових зв'язок, передчасного завершення дихального маневру або його переривання, дихальний маневр проводиться не на максимальному рівні, є витік повітря, закупорка загубника, додаткові дихальні маневри; не повинно бути зворотної екстраполяції. Дуже частим артефактом під час проведення спірометрії є кашель (рис. 4.1).

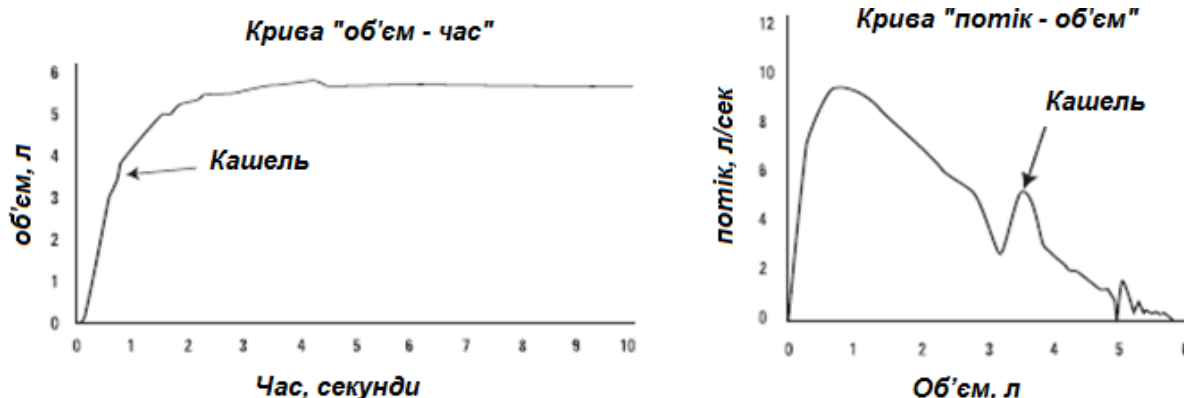


Рисунок 4.1 – Приклад неприйнятної кривої спірометрії (кашель)

Сильний кашльовий поштовх імітує високі швидкості на різних рівнях ФЖЄЛ. Кашля при проведенні маневрів слід уникати, але в окремих випадках пацієнт не може виконати форсований видих, не кашляючи, кашель може повторюватися зі спроби в спробу. Принципове значення кашель має протягом першої секунди видиху, така спроба зараховуватись однозначно не повинна; якщо кашлю не уникнути і він виникає після першої секунди, їм можна знехтувати, але це треба вказати в коментарі до дослідження. На кривих кашель виглядає як «провал».

Змикання голосової щілини: потік повітря, що видихається, тимчасово повністю переривається. Обидві криві раптово обриваються. Штучне плато досягається на кривих обсягу часу, з вигином у тому місці, де потік припинився (рис. 4.2).

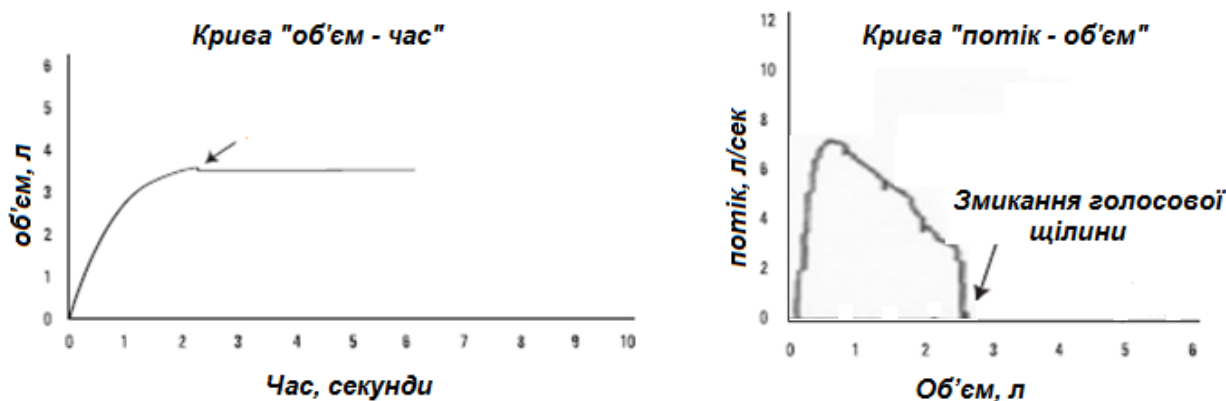


Рисунок 4.2 – Приклад неприйнятної кривої спірометрії (змикання голосової щілини)

Передчасне припинення видиху – це ситуація, в якій не досягнуто плато (крива часу), тривалість видиху менше 6 сек (рис. 4.3).

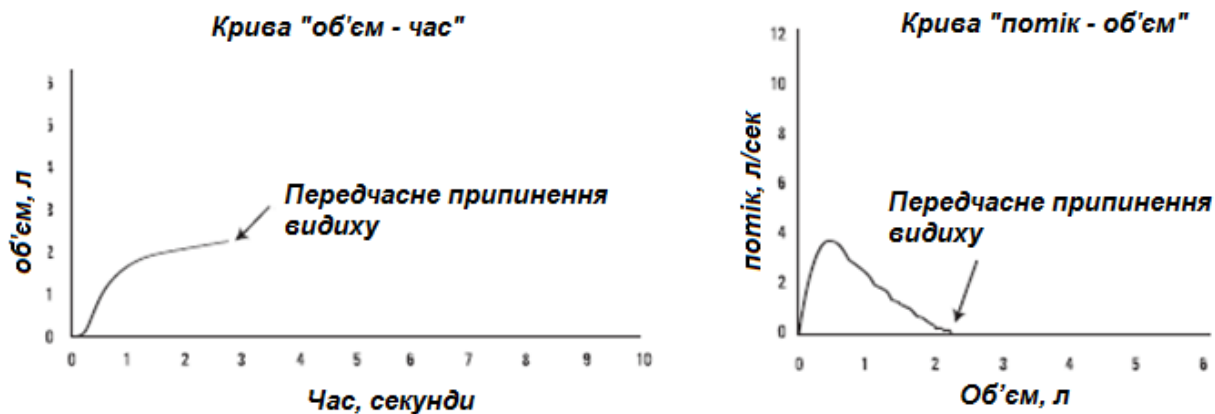


Рисунок 4.3 – Приклад неприйнятної кривої спірометрії (передчасне припинення видиху)

Варіабельне зусилля: пацієнт робить додаткові вдихи під час форсованого видиху (рис. 4.4).

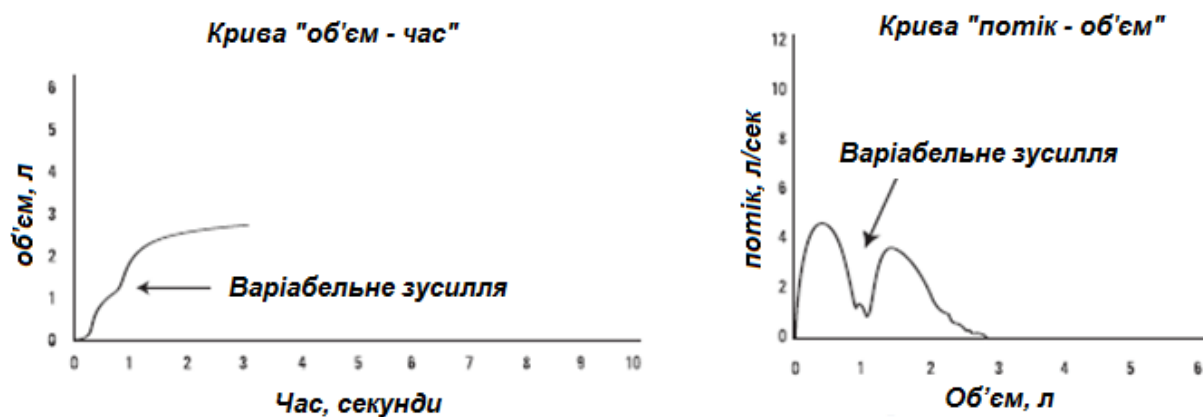


Рисунок 4.4 – Приклад неприйнятної кривої спірометрії (варіабельне зусилля)

Витік повітря через ніс (не надіта кліпса) або через рот (нешільно охоплений загубник) також є причиною неприйнятної спірометрії. Крива об'єм-час не виходячи на плато опускається до осі часу (рис. 4.5)

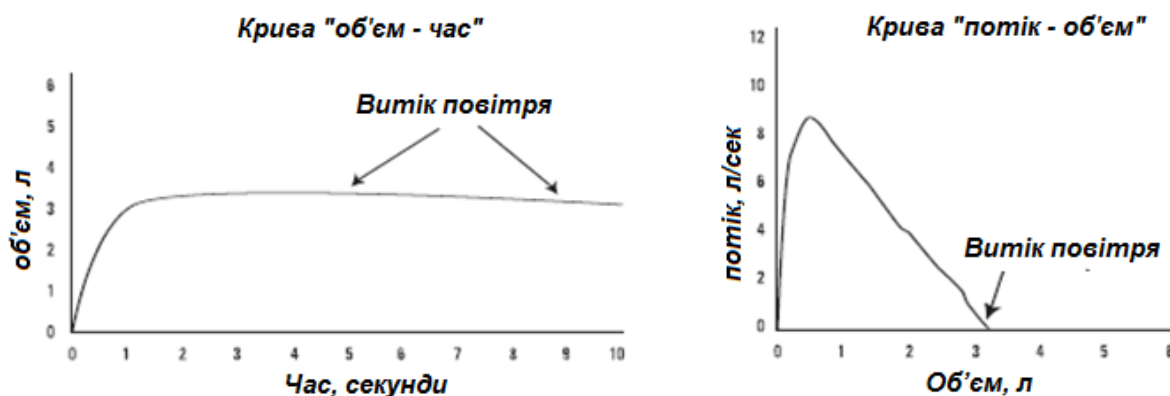


Рисунок 4.5 – Приклад неприйнятної кривої спірометрії (витік повітря)

Затримка на видиху, фальстарт, зворотна екстраполяція: пацієнт розпочав маневр форсованого видиху не відразу після глибокого вдиху, а із затримкою і не на максимальному зусиллі. Крива потік-час починається з пологого (замість гострого) підйому. Пік зміщується праворуч від вертикальної осі, в бік більшого об'єму (рис. 4.6).

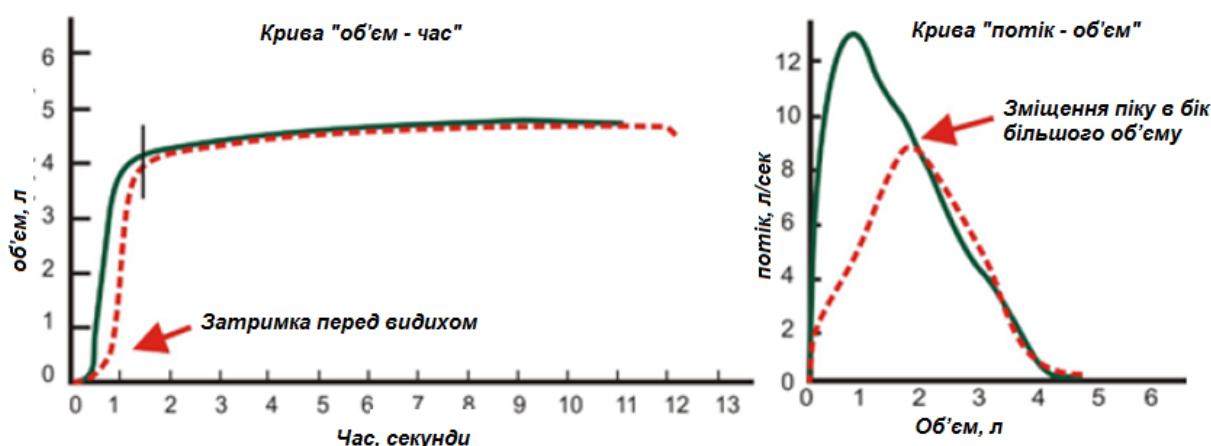


Рисунок 4.6 – Приклад неприйнятної кривої спірометрії (затримка на видиху)

Часткова закупорка загубника язиком досліджуваного, м'яким зубним протезом або сильним прикусом, що деформує форму мундштука. Закупорка мундштука може проявитись деформаціями кривих об'єм-потік та час-об'єм: крива потік-об'єм може мати зменшений піковий потік, а частини кривої сплюснені (праворуч). Крива об'єм-час може показувати деяке сплюснення після початкового підйому кривої (ліворуч). Конкретна форма кожної кривої залежить від того, коли і до якої міри був зменшений потік повітря – чим більший ступінь закупорки мундштука, тим плоскіша крива (рис. 4.7).

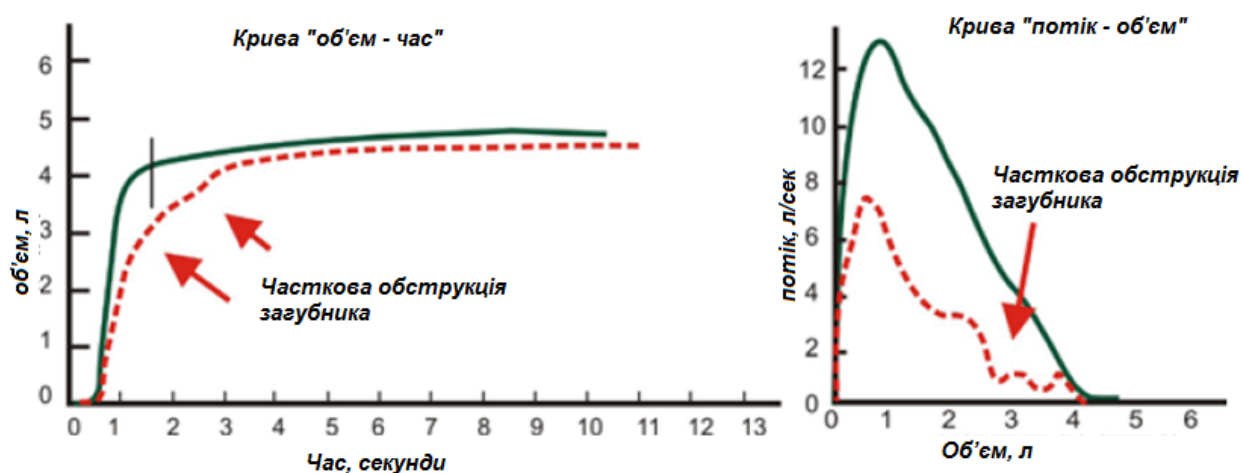


Рисунок 4.7 – Приклад неприйнятної кривої спірометрії (часткова закупорка загубника)

Приклад дослідження із прийнятними кривими наведено на рисунку 4.8. Криві в усіх спробах практично однакові, зроблені на максимальних зусиллях (інакше б помітно відрізнялись). Тривалість видиху мінімум 6 секунд, досягнуто фази плато.

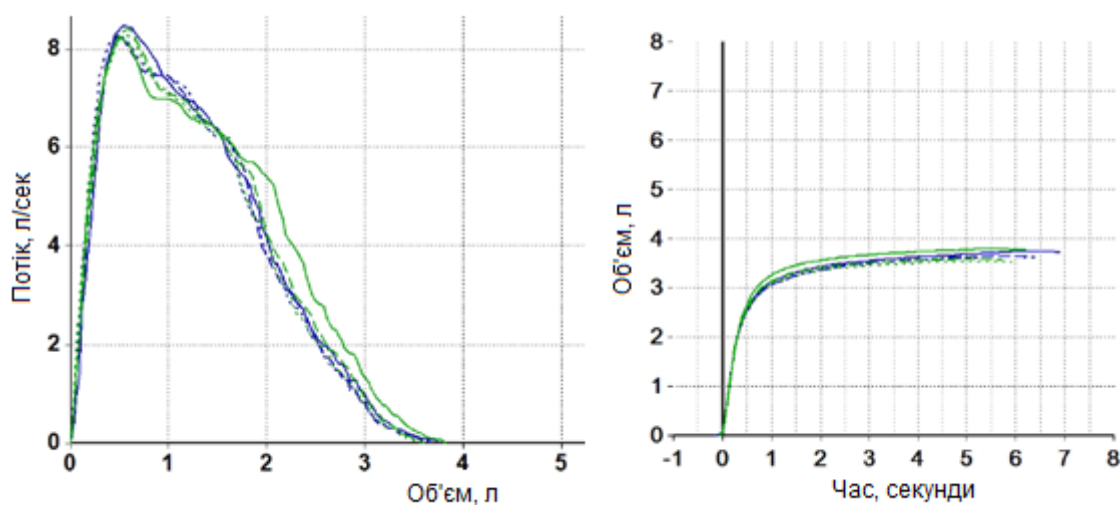


Рисунок 4.8 – Приклад дослідження із прийнятними кривими

Приклад дослідження з неприйнятними кривими наведено на рисунку 4.9. Криві в усіх спробах значно відрізняються – робились не на максимальних зусиллях.

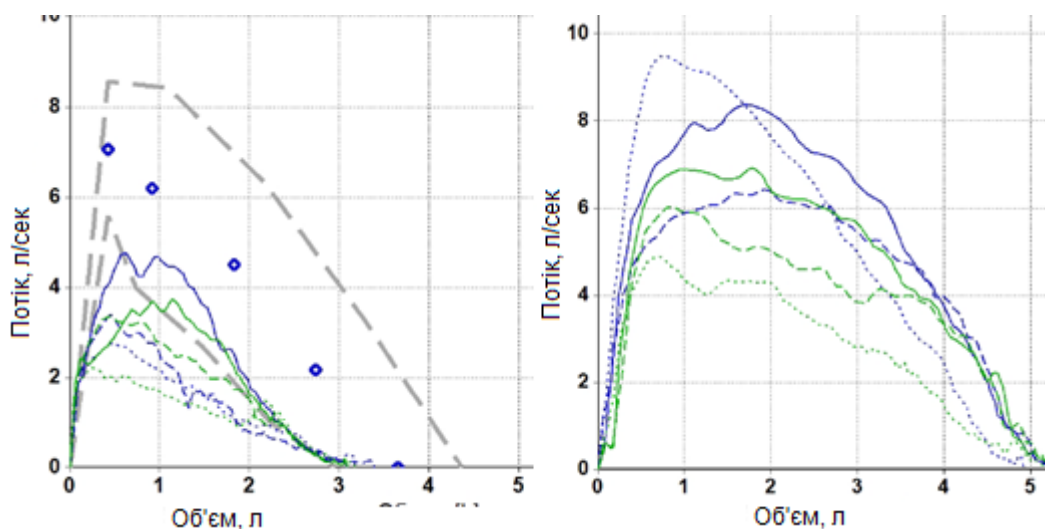


Рисунок 4.9 – Приклад дослідження з неприйнятними кривими

Необхідно отримати не менше 3-х прийнятних кривих (задовольняють критеріям прийнятності), після чого проаналізувати відтворюваність – найбільші значення ОФВ1 та ФЖЄЛ повинні відрізнятися від найближчих до них за величиною не більше ніж на 150 мл, причому найбільша та найближча до неї ОФВ1 та ФЖЄЛ не обов'язково повинні бути з однієї спроби.

Якщо при проведенні трьох спроб всі критерії дотримані, далі спроби можна не продовжувати, якщо ні – дослідження триває до отримання потрібної відтворюваності або до досягнення 8 спроб, або якщо пацієнт не може або не хоче продовжувати дослідження.

5 ІНТЕРПРЕТАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ СПІРОМЕТРІЇ

Спірометрія дозволяє виявити обструктивні (зменшені швидкісні показники), рестриктивні (зменшена ЖЄЛ) та змішані порушення (зменшені ЖЄЛ та швидкісні показники) ФЗД (рис. 5.1).

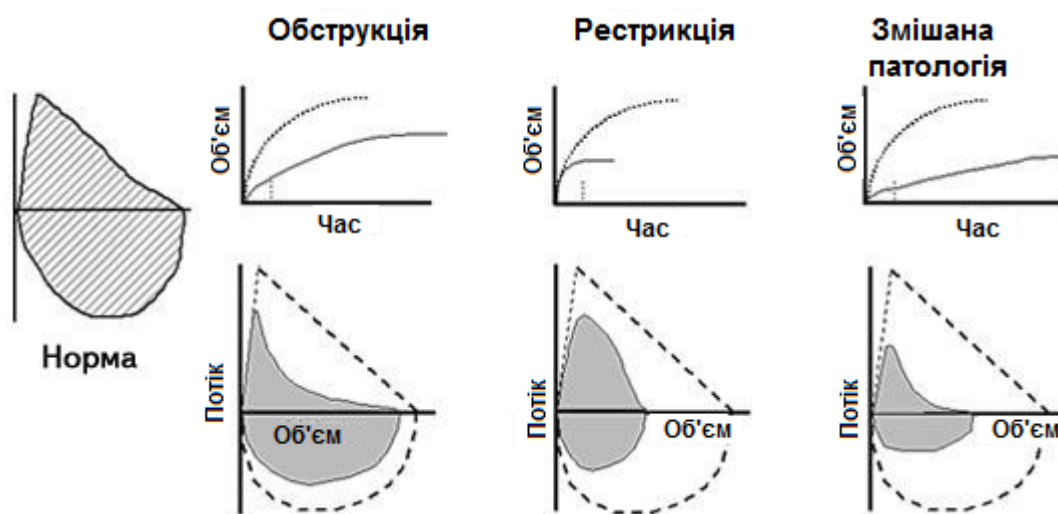


Рисунок 5.1– Види порушень ФЗД

Таблиця 5.1 – Захворювання, що супроводжуються рестриктивними порушеннями

Захворювання легень	Позалегенева патологія/стани
Фіброзуючі захворювання легень Пневмоконіози Масивний плеврит набряк легень Пухлини паренхіми легень Лобектомія або пульмонектомія	Деформація грудної клітки: – Кіфоз, сколіоз; – Анкілозуючий спондиліт; – Перелом ребер. Ожиріння Вагітність Нервово-м'язові порушення Фіброторакс

Спірометрія може виявити також варіабельну позаторакальну (А) та внутрішньоторакальну (Б) обструкцію дихальних шляхів, фіксовану обструкцію верхніх дихальних шляхів (С) (рис. 5.2).

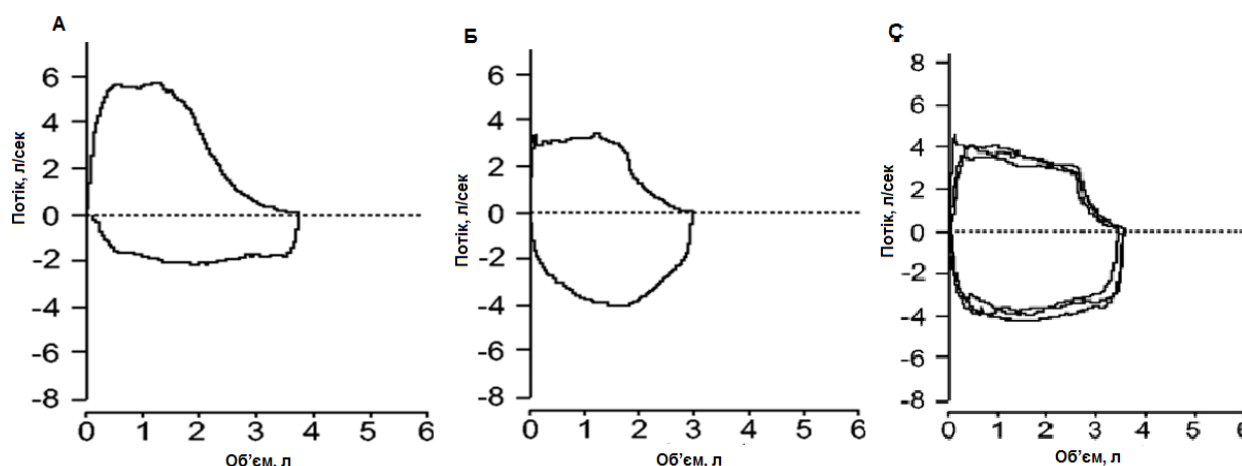


Рисунок 5.2 – Варіабельна позаторакальна та внутрішньоторакальна обструкція дихальних шляхів

Межі нормальних значень ОФВ1, ФЖЄЛ, їх співвідношення наведено у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Межі нормальних значень ОФВ1, ФЖЄЛ

Показник	Нормальні значення (95,0 % конфіденційний інтервал, %)
ОФВ1	80,0–120,0
ФЖЄЛ	80,0–120,0
ОФВ1/ФЖЄЛ	У межах 5,0 % від належного

В таблиці 5.3 представлена градація порушень ОФВ1 за Американським Торакальним товариством (American Thoracic Society)

Таблиця 5.3 – Градація порушень ОФВ1

% від повинних	Ступінь порушень ОФВ1
$\geq 80,0$ %	Норма
70,0–79,0 %	Легкі
60,0–69,0 %	Помірні
50,0–59,0 %	Помірно-тяжкі
35,0–49,0 %	Тяжкі
$\leq 35,0$ %	Дуже тяжкі

Можливі причини зменшення ЖЄЛ та ФЖЄЛ перераховані в табл. 5.4

Таблиця 5.4 – Можливі причини зменшення ЖЄЛ та ФЖЄЛ

Причини зменшення ЖЄЛ	Причини зменшення ФЖЄЛ
Втрата еластичності легеневої тканини: – Рак легень; – Набряк легень; – Пневмонія; – Патологія судин легень; – Резекція тканини легені; – Об'ємні утворення; – Зміни у легеневій тканині. Бронхообструктивні захворювання Пригнічення дихання або нейром'язова патологія Плеврит Пневмоторакс Кила стравохідного отвору діафрагми Збільшення розмірів серця Обмеження руху діафрагми: – Вагітність; – Рідина у черевній порожнині; – Пухлини. Обмеження руху грудної стінки: – Склеродермія; – Кіфосколиоз; – Больовий синдром.	Надлишкове відділення слизу (закупорка слизом) Звуження бронхів БА Бронхоектази Муковісцидоз Обструкція трахеї та великих бронхів Рестриктивні захворювання та стани: – Легеневий фіброз (пил \токсини\препарати\радіація); – Патологія судин легень (пневмонія /легенева гіпертензія, ...); – Зменшення внутрішньогрудного простору (пухлини, плеврит); – Нейром'язова патологія (міастенія, ...); – Деформація грудної клітки (сколіоз, ...); – Ожиріння, вагітність.
У здорових ЖЄЛ = ФЖЄЛ (± 150 мл) При бронхообструктивних захворюваннях часто ФЖЄЛ < ЖЄЛ	

Зменшення ОФВ1 може бути при обструктивному, рестриктивному патерні, при низькому зусиллі (табл. 5.5).

Таблиця 5.5 – Причини зменшення ОФВ1

У разі обструктивних захворювань:	При рестриктивних захворюваннях:
– Звуження ДП при форсованому видиху (емфізема); – Гіперсекреція слизу; – Бронхоспазм; – Запалення (астма/бронхіт); – Обструкція великих бронхів (пухлини, стороннє тіло).	– Фіброз; – Набряк; – Зменшення внутрішньогрудного простору; – Нейром'язова патологія; – Деформація грудної клітки; – Ожиріння.

Порушення ФЗД (зменшення співвідношення $\text{ОФВ1/ФЖЄЛ} < 0,7$ (70,0 %)) становлять основу діагнозу ХОЗЛ. З часом показники функції легень в нормі зменшуються, а при ХОЗЛ темпи падіння значно пришвидшуються. На малюнку зображено, як виглядає нормальна крива форсованого видиху у здорових осіб в різному віці та при різних ступенях вираженості бронхообструкції при ХОЗЛ (рис. 5.3).

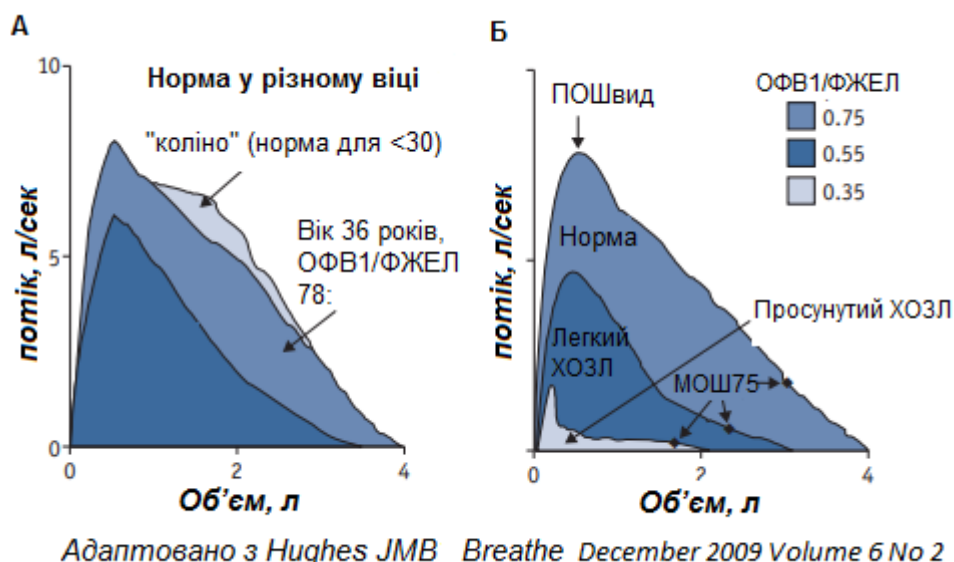


Рисунок 5.3 – Крива форсованого видиху у здорових осіб в різному віці та при різних ступенях вираженості бронхообструкції

5.1 Інтерпретація результатів спірометрії при хронічному обструктивному захворювання легень

При постановці діагнозу ХОЗЛ одиночне дослідження ФЗД при легких та помірних вентиляційних порушеннях може давати хибно-позитивний або хибно-негативний результат. Тривале (протягом 4–5 років) спірометричне спостереження показало, що співвідношення ОФВ1/ФЖЄЛ при легких та помірних порушеннях може перевищувати поріг в 0,7 (70,0 %) (малюнки А – при першому та другому дослідженні ОФВ1/ФЖЄЛ був нижче 0,7, при третьому – вище (не відповідає ХОЗЛ), потім знову нижче – відповідає. Діагноз ХОЗЛ ймовірний, потрібен клінічний та функціональний моніторинг та диференціальна діагностика з астмою, або перехрестом БА/ХОЗЛ). В – при нормальному співвідношенні на початку дослідження, на другому візиті падіння нижче 0,7, далі – стабільно вище цієї межі. Малоімовірний діагноз ХОЗЛ, потрібна клінічна переоцінка. С – не зважаючи на нормальне співвідношення на початку дослідження, з часом намітилась спочатку тенденція до його зменшення, з подальшим

падінням – прогресування функціональних порушень до критерію ХОЗЛ, ймовірний в подальшому діагноз ХОЗЛ. D – при початкових візитах відмічалось зменшення ОФВ1/ФЖЄЛ нижче 0,7 із подальшим стабільним зростанням вище цієї межі – ймовірно, був не ХОЗЛ. E – співвідношення стабільно вище 0,7 – не ХОЗЛ, F – співвідношення стабільно нижче 0,7 – типовий ХОЗЛ) (рис. 5.4).

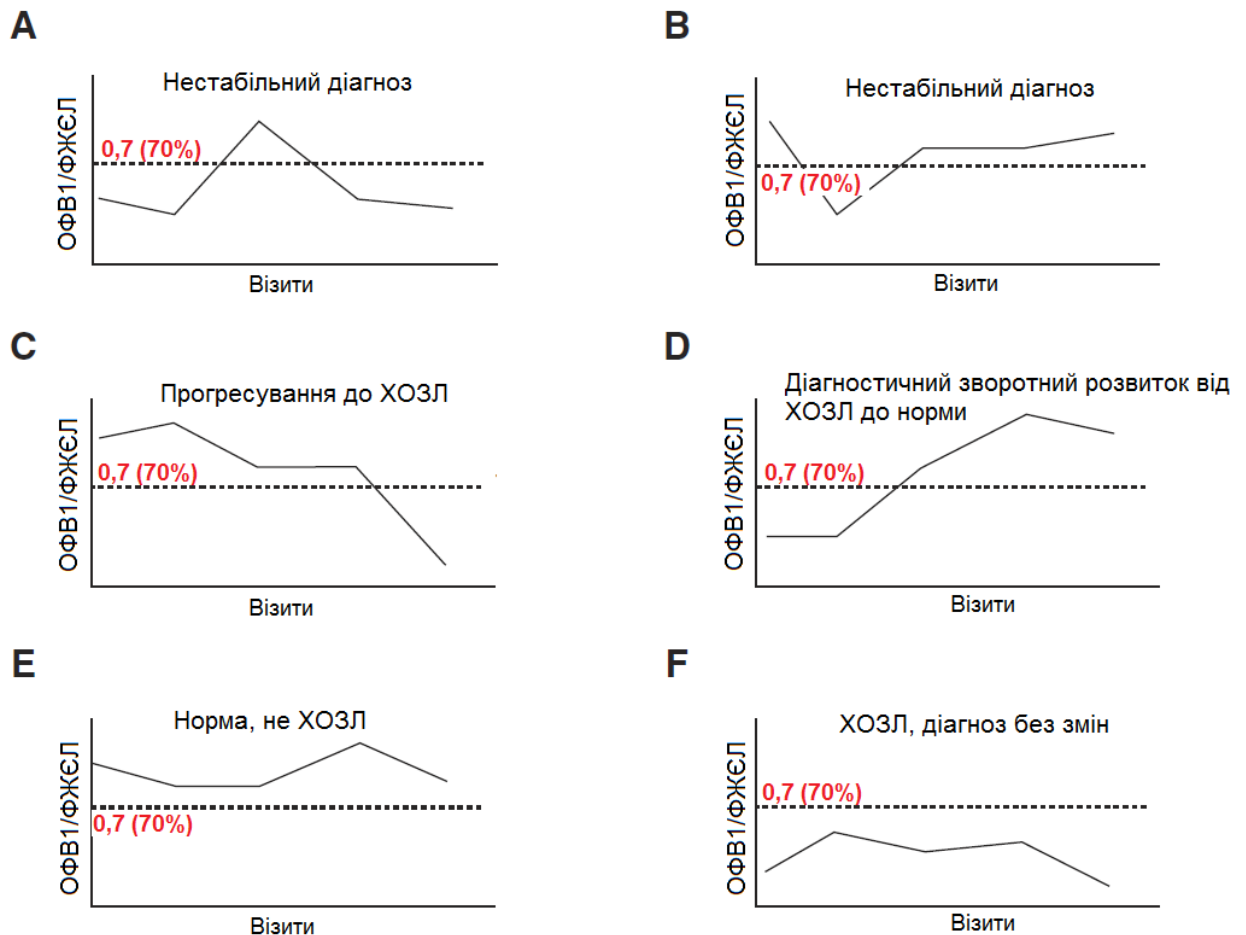


Рисунок 5.4 Дослідження ФЗД при постановці діагнозу ХОЗЛ

Тому варто пацієнтів з нестабільним співвідношенням ОФВ1/ФЖЄЛ при легких та помірних порушеннях спостерігати протягом часу для підтвердження або спростування діагнозу ХОЗЛ.

Якщо присутній основний функціональний критерій ХОЗЛ, ступінь тяжкості бронхообструкції визначають значення ОФВ1 (також після прийому бронхолітика). Відповідно до цього положення виділяють 4 ступеня ХОЗЛ, так звана спірометрична класифікація за Global initiative for chronic obstructive lung diseases (GOLD):

- GOLD 1 (легка бронхообструкція): $\text{ОФВ1} \geq 80,0 \%$ належного;
- GOLD 2 (помірна): $50,0 \% \leq \text{ОФВ1} < 80,0 \%$ належного;

- GOLD 3 (важка): $30,0 \% \leq \text{ОФВ1} < 50,0 \%$ належного;
- GOLD 4 (дуже тяжка): $\text{ОФВ1} < 30,0 \%$ належного.

Якщо в результаті проби з бронхолітиком показники спірометрії приходять у норму – це не ХОЗЛ.

Приклади, як виглядає тяжка бронхообструкція. На кривих потік-об'єм форсованого видиху в обох випадках значно зменшений ОФВ1, менше 1 літра. Але криві на дослідженнях А та Б мають різну архітектуру. Крива Б дуже типова для тяжкого просунутого ХОЗЛ, часто визначається така шпилеподібна форма при емфіземі легень (рис. 5.5).

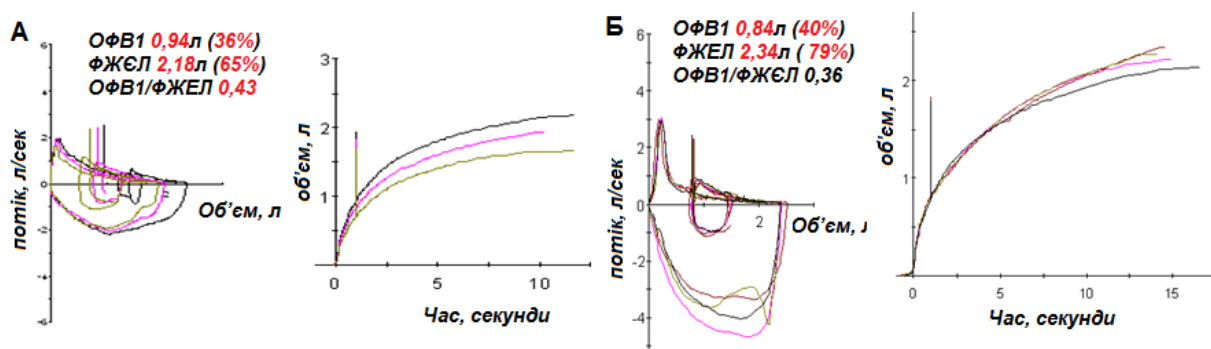


Рисунок 5.5 – Приклади, як виглядає тяжка бронхообструкція

5.2 Інтерпретація результатів спірометрії при астмі

При встановленні діагнозу астми спірометрія рекомендується як метод вимірювання обмеження прохідності дихальних шляхів та визначення його зворотності. При астмі не відмічається сильної кореляції між функцією легень та симптомами. Низький ОФВ1 є фактором ризику небажаних наслідків БА.

Функція легень має оцінюватись при постановці діагнозу астми або на початку терапії; через 3–6 місяців лікування із застосуванням базисної контролюючої терапії (для оцінки персонально кращого показника ОФВ1) та далі періодично для моніторингу стану пацієнта та корекції терапії.

Перед призначенням візитів, на яких планується спірометрія, необхідно попереджати пацієнта щодо строків вимивання бронхолітиків.

Астма характеризується варіабельністю бронхообструкції, яка змінюється з часом і в більшій мірі, ніж у здорових осіб. При астмі, ФЗД може варіювати від абсолютно нормальної до вираженої обструкції у одного пацієнта. Погано контрольована астма асоціюється з більшою варіабельністю ФЗД, ніж при добре контрольованій астмі.

В клінічній практиці при виявленні обструкції, варіабельність повітряного потоку зазвичай оцінюють за змінами ОФВ₁ або ПШВ. Варіабельністю вважається покращення та/або погіршення симптомів і функції легень. Надмірна варіабельність може бути визначена протягом одного дня (добова варіабельність), день у день, з візиту до візиту, або сезонно, або в тесті на зворотність бронхообструкції.

Інтерпретація ФЗД при астмі.

Низький % ОФВ₁:

- ризик загострень БА, незалежно від рівня симптомів, особливо при ОФВ₁ < 60,0 %;
- фактор ризику прискореного падіння функції легень, незалежно від рівня симптомів;
- при незначних симптомах – обмеження повсякденної активності, або неадекватне сприйняття обмеження прохідності дихальних шляхів (внаслідок нелікованого запалення дихальних шляхів).

«Нормальний», або майже нормальний ОФВ₁ у пацієнтів з частими респіраторними симптомами (особливо під час симптомів):

- розглянути альтернативну причину симптомів: серцеві захворювання, кашель по причині пост-назального затікання або гастро-езофагально-рефлюксу хворобу.

Зберігається стійка зворотність ОФВ₁:

- Висока зворотність ОФВ₁ в пробі з бронхолітиком (збільшення ОФВ₁ > 12,0 % та > 200 мл у хворих, які приймають контролюючу терапію, або тих, хто прийняв бета-агоністів короткої дії протягом 4-х годин перед обстеженням, або (ТДБА) протягом 12 годин (або 24-х – якщо тривалої дії холінолітики), припускає неконтрольовану БА.

Як інтерпретувати зміни ФЗД в клінічній практиці:

- При регулярному прийомі ІКС ОФВ₁ починає зростати протягом днів і виходить на плато приблизно до 2-го місяця терапії. Персонально кращий ОФВ₁ потрібно задокументувати, щоб в подальшому від нього відштовхуватись, це більш корисний показник для порівняння, ніж % ОФВ₁ від повинного.
- У деяких пацієнтів має місце більш швидке падіння ОФВ₁, ніж очікувалось, і може розвинути стійка (не повністю зворотна) бронхообструкція. В таких випадках можна провести дослідження з більш високими дозами ІКС/ТДБА та/або системними кортикостероїдами. Якщо ОФВ₁ не покращується, не треба продовжувати прийом підвищених доз цих препаратів.

- Мінімально значима клінічна різниця варіабельності (покращення або погіршення) ОФВ1 – 10,0 %.

6 ТЕСТ НА ЗВОРОТНІСТЬ БРОНХООБСТРУКЦІЇ

Зворотність – це швидке збільшення ОФВ1 (або ПШВ), що виявляється через кілька хвилин після інгаляції бронходилататора швидкої дії (наприклад, 400 мкг сальбутамолу) або більш повільне поліпшення функції легень, що розвивається через кілька днів або тижнів після призначення адекватної підтримуючої терапії, наприклад, ІКС.

Тест на зворотність бронхообструкції забезпечує найкращий результат ОФВ1 і ФЖЄЛ, допомагає (але не є диференціально діагностично значущим) у діагностиці ХОЗЛ та БА, повинен інтерпретуватися разом із клінічними проявами, проводиться у клінічно стабільний період, потребує дотримання термінів вимивання бронхолітиків перед дослідженням.

Порядок проведення тесту на зворотність бронхообструкції:

- Вимірюється вихідний ОФВ1;
- Пацієнт вдихає бронхолітик (зазвичай, 400 мкг (4 вдихи сальбутамолу – для досягнення максимальної бронходилатації);
- через 15–30–45 хвилин повторюється дослідження ФЗД;
- При збільшенні ОФВ1 на $\geq 12,0$ % та $\geq 200,0$ мл – проба з бронхолітиком є позитивною;
- При ОФВ1 $< 1,0$ л тест втрачає достовірність.

Ступінь зворотності ОФВ1 (збільшення показника після прийому бронходилататора, яке перевищує варіабельність показника у здорових осіб) у 12,0 % та 200,0 мл від вихідного значення сумісна з діагнозом БА. Однак, у багатьох пацієнтів з астмою, зокрема тих, хто приймає базисну контролюючу терапію, зворотність бронхообструкції може не визначатись при кожному вимірюванні (при адекватно призначеній протизапальній терапії при досягненні доброго контролю захворювання значно зменшується бронхіальна гіперреактивність). Або, навпаки, при відсутності контролю, при тахіфілаксії β_2 рецепторів внаслідок тривалого зловживання β_2 агоністами, або при недотриманні термінів вимивання бронхолітиків – збільшення ОФВ1 може не відбутись, що зменшує чутливість цього методу. Рекомендуються повторні дослідження на подальших візитах, або після дотримання термінів вимивання бронходилататорів.

Зворотність бронхообструкції обчислюється за формулою:

$$\frac{\text{ОФВ1(абс.) після проби} - \text{ОФВ1(абс.) до проби}}{\text{ОФВ1(абс.) до проби}} \quad (6.1)$$

NB!!! Не можна просто відняти від більшого відсотка менший і отримати відсоток зворотності. Приклад наведено на рисунку 6.1.



Рисунок 6.1 – Приклад тесту на зворотність бронхообструкції

ОФВ1 (FEV1) до бронхолітика 1,01 л, після – 1,69 л. Зворотність ОФВ1: $(1,69 - 1,01)/1,01 \cdot 100 = 67,0 \%$, 680,0 мл (висока зворотність, більше на користь астми).

На цьому прикладі наочно видно, як після проби з бронхолітиком збільшились всі показники бронхіальної прохідності: ПОШвид (PEF) з 2,99 л/сек (56,7 %) зріс до 5,67 л/сек (109,2 %), прохідність на рівні дрібних бронхів (МОШ75/25, МОШ 50, МОШ 25) зросли практично втричі. Співвідношення ОФВ1/ФЖЕЛ зросло з 59,78 % до 70,35 % (це вказує на відсутність на даний момент у цього пацієнта фіксованої бронхообструкції, таке дослідження не підтверджує діагноз ХОЗЛ). Така динаміка в пробі з бронхолітиком в повній мірі характерна для астми.

Приклад описання спірограми: помірні вентиляційні порушення за обструктивним типом. ОФВ1 57,4 %. Проба з бронхолітиком позитивна.

Інший приклад визначення зворотності бронхообструкції. На початку дослідження у пацієнта визначались значні порушення за змішаним типом: є ознаки рестрикції (ЖЕЛ 63,9 %, ФЖЕЛ 54,4 % – така різниця (майже в літр) свідчить про значні обструктивні зміни (в нормі різниця ЖЕЛ та ФЖЕЛ в межах 150,0 мл). ОФВ1/ФЖЕЛ 44,48 %. Значно знижені і показники прохідності на рівні середніх та дрібних бронхів (в межах 10–7 %). Після прийому бронхолітика ФЖЕЛ збільшилась на 420,0 мл, ОФВ1 – на 450,0 мл (52 %), значно покращилась ПОШвид (на 1,85 л), однак, ОФВ1/ФЖЕЛ залишився практично на вихідному рівні та

показники на рівні дрібних бронхів мали лише незначну тенденцію до покращення. Це приклад фіксованої, але зворотної бронхообструкції, можливо, перехрест БА та ХОЗЛ (рис. 6.2).

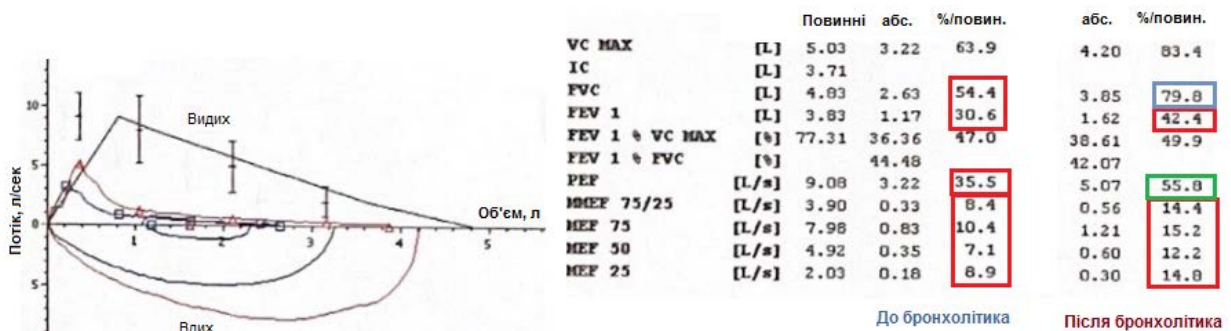


Рисунок 6.2 – Приклад фіксованої, але зворотної бронхообструкції

Хоча основні показники для визначення наявності та вираженості бронхообструкції, які лежать в основі діагнозу та визначення ступеню тяжкості бронхообструкції – це ОФВ1 та співвідношення ОФВ1/ФЖЕЛ, миттєві об'ємні швидкості на різних рівнях видиху ФЖЕЛ (МОШ75, 50, 25 (MEF75, 50, 25), та інтегральний показник МОШ75/25 (MEF75/25, який відображує прохідність на рівні дрібних бронхів) також заслуговують на увагу.

Приклад описання спірограми: Значні вентиляційні порушення за обструктивним типом. ОФВ1 30,6 %. Проба з 400 мкг (наприклад) сальбутамолу позитивна. Визначаються ознаки фіксованої бронхообструкції (ОФВ1/ФЖЕЛ після бронхолітика 42,07).

Приклад спірометричної кривої з нормальними показниками на всіх рівнях бронхіального дерева (рис. 6.3). На рисунку представлена крива потік-об'єм здорової людини, без бронхообструктивних порушень з ОФВ1 112,9 % від повинних, ФЖЕЛ 117,9 %, ОФВ1/ФЖЕЛ 81,23 % (0,82). Прогідність на всіх рівнях бронхіального дерева (МОШ75,50,25 (MEF75,50,25), МОШ75/25 (MEF75/25) в нормі.

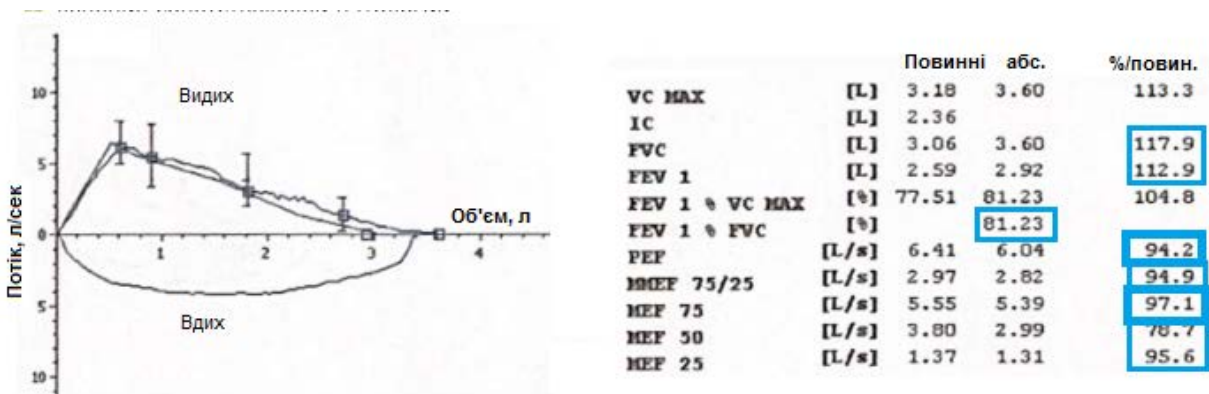


Рисунок 6.3 – Приклад спірометричної кривої з нормальними показниками

Приклад описання такої спірограми: вентиляційна функція легень не порушена. ОФВ1 112,9 %, ФЖЕЛ 117,9 %. ОФВ1/ФЖЕЛ 81,23.

При бронхообструктивних захворюваннях зменшення цих показників вказує на наявність бронхообструкції.

Окрім кількісних параметрів, певне діагностичне значення має вигляд кривої спірометрії. На цьому прикладі (рис 6.4) на фоні нормальних ФЖЕЛ (FVC) – 113,2 % від повинних та ОФВ1 (FEV1) 96,6 % від повинних, ОФВ1/ФЖЕЛ 70,35 % (або 0,75), візуально визначається вгнута крива видиху, МОШ75/25 – 36,9 %, МОШ50 (умовно, середні бронхи) 42 %, МОШ25 (дрібні бронхи) – 33,1 %. Такий пацієнт потребує подальшого нагляду, особливо при наявності симптомів (задишки, кашлю, скованості грудної клітки, тощо).

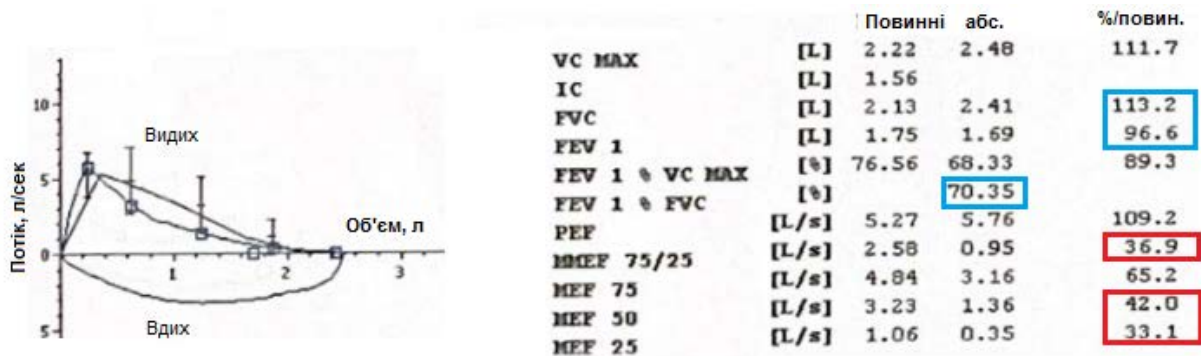


Рисунок 6.4 – Візуальна оцінка кривої видиху

Приклад описання цієї спірограми (формально): вентиляційна функція легень не порушена. ОФВ1 96,6 %, ФЖЕЛ 113,2 %, ОФВ1/ФЖЕЛ 70,35 %. Але можливо запропонувати клінічне та функціональне спостереження за цим пацієнтом.

Ще один приклад (рис. 6.5) значної бронхообструкції із вираженими порушеннями прохідності на всіх рівнях, але особливо на рівні дрібних бронхів (МОШ75/25 8,4 % від повинних, МОШ50 – 7,1 %, МОШ25 – 8,9 %).

Приклад описання: дуже виражені вентиляційні порушення за обструктивним типом (ОФВ1 30,6 %). ЖЕЛ 63,9 %, ФЖЕЛ 54,4 %.

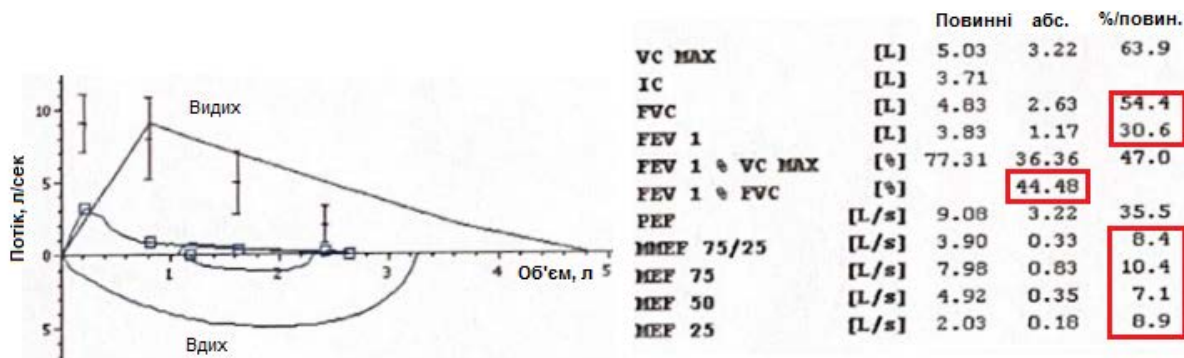


Рисунок 6.5 – Приклад значної бронхообструкції із вираженими порушеннями прохідності на всіх рівнях

7 БРОНХОПРОВОКАЦІЙНІ ТЕСТИ

У пацієнтів із наявними симптомами астми, але нормальними показниками ФЗД, оцінка бронхіальної чутливості за результатами прямих бронхопровокаційних тестів (із застосуванням метахоліну або гістаміну) або непрямих (наприклад, із інгаляційним манітолом або фізичним навантаженням) може допомогти в постановці діагнозу БА.

Результат тесту зазвичай виражається у концентрації (або дозі) провокативного чинника, яка викликала падіння ОФВ1 на 15,0 або 20,0 % (рис. 7.1). Нещодавні рекомендації щодо бронхопровокаційних тестів в якості критерію позитивного результату тесту з фізичним навантаженням рекомендують падіння ОФВ1 на 10,0 %, в той час наголошуючи, що падіння на 15,0 % більш специфічне.

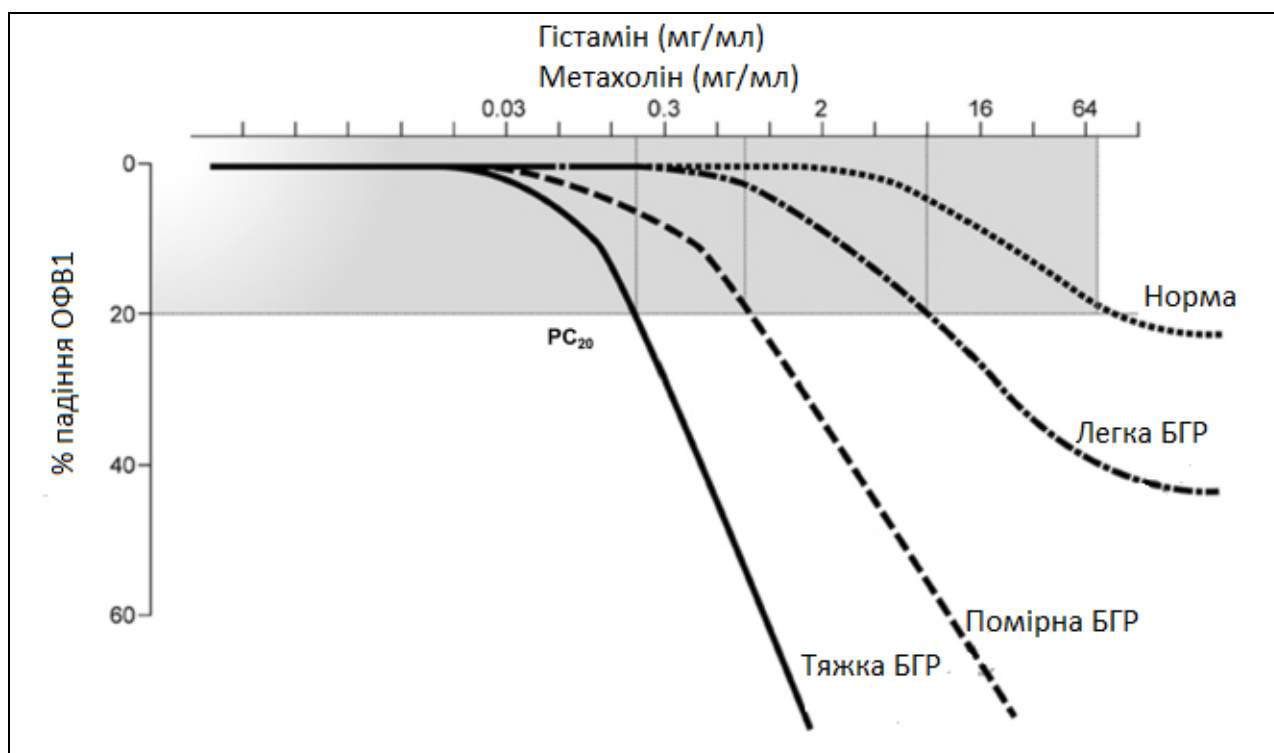


Рисунок 7.1 – Вимірювання бронхіальної гіперреактивності

Ці тести чутливі для діагностики астми, але обмежено специфічні; гіперчутливість дихальних шляхів описана у хворих з алергічним ринітом, при муковісцидозі, бронхоектазах, ХОЗЛ. Отже, негативний тест може бути корисним для виключення діагнозу БА у пацієнтів, хто не отримує терапію інгаляційними кортикостероїдами (ІКС), але позитивний результат не завжди означає, що у пацієнта астма.

На графіку – відповідь на інгаляцію мета холіну або гістаміну у здорових осіб і у хворих БА, в кого визначена легка, помірна або тяжка БГР. Пацієнти з БА мають як підвищену чутливість до провокаційного агенту (що виражається падінням ОФВ₁ при низьких концентраціях агенту), та підвищена максимальна відповідь на інгаляцію агенту у вигляді бронхоспазму (більш значне падіння ОФВ₁ при заданій концентрації) в порівнянні із здоровими особами. Для астми також характерно відсутність плато на кривій відповідь-доза, яке визначається у здорових. При прямій провокації відповідь на провокаційний агент зазвичай виражається в концентрації або дозі провокативного агенту, яка викликає зменшення ОФВ₁ на 20,0 % (PC₂₀ або PD₂₀ відповідно)

РЕЗЮМЕ

Методичний посібник присвячений практичним завданням – поширенню знань та покращенню ефективності застосування спірометрії при веденні хворих на бронхообструктивні захворювання легень. Викладені всі прийняті за останні роки вітчизняні та міжнародні нормативні документи та рекомендації щодо стандартизації та інтерпретації методики спірометрії. Дотримання наведених принципів та підходів до інтерпретації методики спірометрії дозволить покращити ефективність діагностики та відстеження результатів лікування хворих, що дозволить своєчасно виявляти та призначати оптимальну терапію пацієнтам з БА та ХОЗЛ.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Global strategy for asthma management and prevention, 2022. URL : <https://ginasthma.org/gina-reports/> (дата звернення: 30.01.2023).
2. Адаптована клінічна настанова, заснована на доказах. Бронхіальна астма / Ю. І. Феценко та ін. Київ : Національна академія медичних наук України, 2020. 128 с.
3. Global initiative for chronic obstructive lung diseases (GOLD). Global strategy for prevention, diagnosis and management of COPD: 2022 Report. URL : <https://goldcopd.org/2022-gold-reports-2/> (дата звернення: 30.01.2023).
4. Standardization of Spirometry 2019 Update. An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement / B. L. Graham et al. // Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2019. Vol. 200, № 8. P. e70–e88. DOI: 10.1164/rccm.201908-1590ST.
5. Spirometry for health care providers (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease). URL : http://www.goldcopd.org/uploads/users/files/GOLD_Spirometry_2010.pdf (дата звернення: 30.01.2023).
6. Aaron S. D., Tan W. C., Bourbeau J., Sin D. D., Loves R. H., MacNeil J., Whitmore G. A.; Canadian Respiratory Research Network. Diagnostic Instability and Reversals of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Diagnosis in Individuals with Mild to Moderate Airflow Obstruction // Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2017. Vol. 196, Issue 3. P. 306–314. DOI: 10.1164/rccm.201612-2531OC.