

Тема №7. Інгалюатори для домашнього використання. Особливості побудови та застосування

Дисципліна «Медична апаратура для індивідуального використання»

Спеціальність «Біомедична інженерія»


План лекції:

- ▶ Поняття інгаляції, призначення.
- ▶ Структура та призначення інгялятора.
- ▶ Показання та протипоказання до застосування.



-
- ▶ Інгаляційна терапія – це один з найдавніших методів лікування. У медицині стародавніх часів широко використовували аерозолі у вигляді парів різноманітних речовин та лікарських рослин, а також диму при спалюванні твердих речовин для лікування багатьох захворювань, але переважно органів дихання

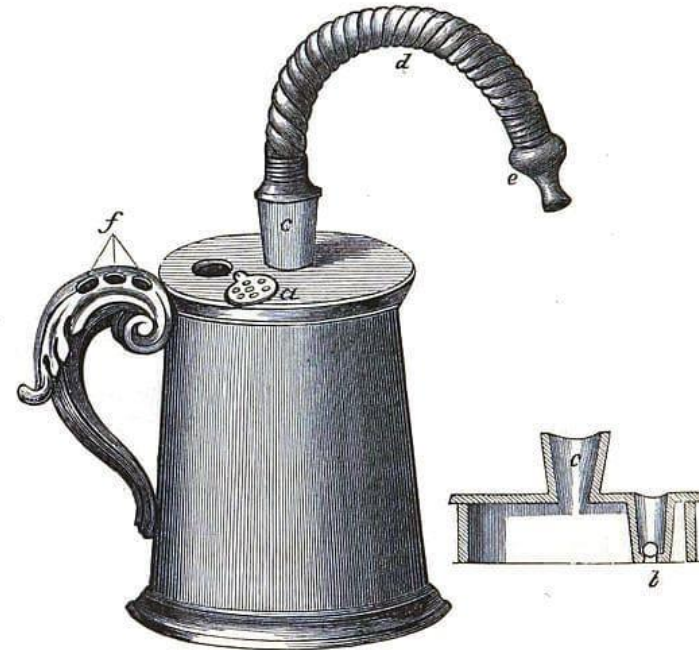


-
- ▶ Аерозолі – це дисперсні системи, що складаються з газового середовища, в якому містяться тверді або рідкі частинки. У природі існують природні аерозолі, такі як повітря приморських курортів, фітонциди і терпени, які виділяють рослини, тощо.
 - ▶ Небулайзер - це пристрій для генерації аерозолю, що містить дрібнодисперсні частки. Сьогодні в основі небулайзерної терапії покладена сучасна технологія, яка успішно застосовується в усьому світі та підвищує ефективність лікування багатьох захворювань
-
- 

Історія

- ▶ Розвиток сучасної інгаляційної терапії розпочався у середині ХІХ сторіччя із створення скляних інгаляторів — перших пристроїв, спроможних формувати штучні аерозолі. Удосконалення інгаляційної технології у наступні роки було пов'язано з експансією інжекторних інгаляторів. У 60—70-х рр. ХХ сторіччя інгаляційна терапія отримала новий потужний імпульс, пов'язаний із створенням індивідуальних дозованих інгаляторів та появою ультразвукових інгаляторів.






Mudge's Inhaler (from Mudge).

a, perforated plate to cover the orifice of exit for expired air ; *b*, cork valve ;
c, tube of orifice through which the air is inhaled ; *d*, flexible tubing ; *e*, mouth-
 piece ; *f*, orifices for entrance of air.



Небулайзерній терапії відводиться важливе місце в лікуванні та реабілітації хворих із бронхолегеневими захворюваннями на всіх етапах надання медичної допомоги. Вони можуть застосовуватися як 5 при стабільному перебігу хвороб органів дихання, так і при їх загостренні.

Небулайзери можуть бути стаціонарними, які використовуються в лікарнях, та індивідуальними для лікування окремих хворих. У зв'язку з доступністю і зручністю все частіше пацієнти у нашій країні застосовують індивідуальні небулайзери



Небулайзерами можуть називатися тільки ті апарати, які відповідають вимогам європейського стандарту небулайзерної терапії EN13544–1 [1, 18], а саме:

- ▶ •принаймні 50% частинок аерозолю повинні мати розмір менше 5 мкм;
 - ▶ •залишковий об'єм лікарської речовини після інгаляції не перевищує 1,0 мл;
 - ▶ •час інгаляції – не більше 15 хв при об'ємі розчину 5,0 мл;
 - ▶ •рекомендований потік – не більше 10 л/хв, тиск – 2–7 бар;
 - ▶ •продуктивність – не менше 0,2 мл/хв.
-
- ▶ Вибір типу небулайзера і правильна техніка його застосування має великий вплив на ефективність терапії.



Основні види небулайзерів:

- компресорний (струминний, пневматичний);
- ультразвуковий;
- меш (MESH, електронно-сітчастий, мембранний).



На сьогодні ширше клінічне застосування одержали струминні небулайзери, небулізаційна система в яких являє собою прилад, що складається з ємкості для лікарського засобу (ЛЗ) – небулайзерної камери, загубника (мундштук) або маски, носової канюлі, тонких силіконових трубок і джерела «робочого» газу – компресора (пристрій, що виробляє потік повітря).



Принцип роботи компресорного небулайзера

- ▶ Робота заснована на ефекті Бернуллі (рис. 1). Використовується енергія стиснутого газу (повітря або кисню), що під великим тиском з вбудованого компресора надходить через вузький отвір – дифузор у небулайзерну камеру. На виході з цього отвору тиск падає, і швидкість газу значно зростає, що призводить до надходження в цю ділянку через вузькі канали рідини з небулайзерної камери. Рідина при зустрічі з повітряним потоком розбивається на дрібні частинки розміром від 15 до 500 мкм (утворюючи «первинний» аерозоль).



Конструкція небулайзера

Принципова схема небулайзерної камери

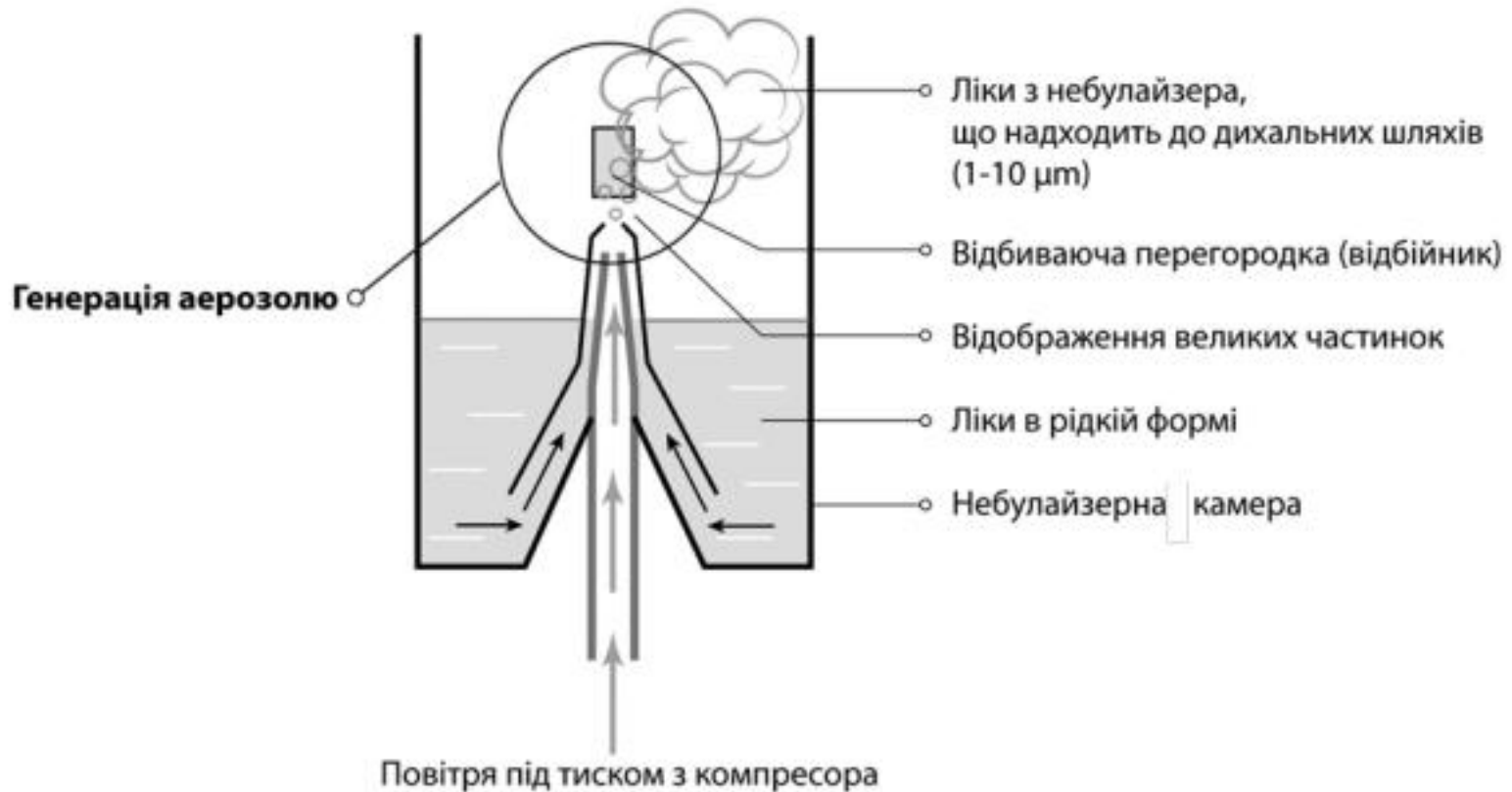
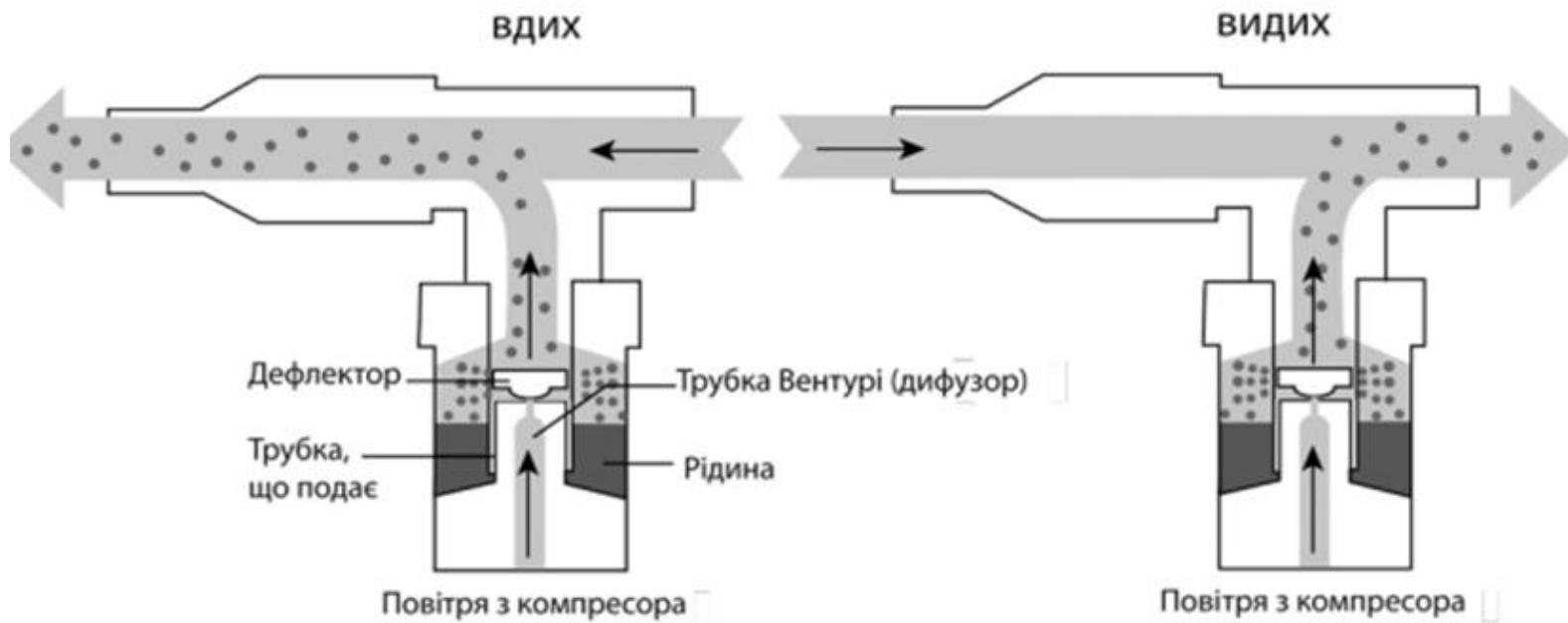



Рис. 1. Схема отримання аерозолі



Надалі ці частинки стикаються з дефлектором, в результаті чого утворюється «вторинний» аерозоль – ультрадрібні частинки розмірами переважно від 0,5 до 10 мкм, які й інгалюються, а більшість частинок первинного аерозолю осаджується на внутрішніх стінках камери небулайзера і знову бере участь у процесі утворення аерозолю



-
- ▶ Загубник допомагає спрямувати високу дозу ЛЗ в нижні дихальні шляхи (НДШ), оскільки інгаляції через рот значно ефективніші, ніж інгаляції через ніс при лікуванні захворювань НДШ. При щоденному застосуванні препарату через маску втрачається значна кількість ЛЗ і підвищується ризик локальних небажаних реакцій. Наприклад, ЛЗ іпратропію бромід може спричинити подразнення очей у разі інгаляції через маску
-
- 

- ▶ Можливо також використання лицьової маски та проведення назальної інгаляції за допомогою носової канюлі. Маска переважно застосовується у дітей віком до 5 років і пацієнтів, які не можуть користуватися загубником.
- ▶ У дітей старше 6 років вже можуть бути використані сухопорошкові інгалятори, але лише у тому випадку, якщо дитина добре навчена техніці інгаляції і може правильно виконати дихальний маневр.
- ▶ При захворюваннях носа, носоглотки вдих та видих необхідно робити через ніс (назальна інгаляція). При цьому рекомендується застосовувати спеціальні носові насадки (назальна канюля).




Основні види компресорних (струминних) небулайзерів


1) Конвекційні небулайзери виробляють аерозоль з постійною швидкістю як у фазі вдиху, так і видиху; ЛЗ потрапляє в дихальні шляхи тільки під час вдиху, а під час видиху вона надходить у навколишнє середовище. Основний недолік даного типу небулайзерів полягає в тому, що генерація аерозолю проходить у фазу вдиху та видиху, тому значна частина ЛЗ потрапляє в атмосферу, що збільшує вартість лікування.



- ▶ 2) Небулайзер, який працює в постійному режимі та керується вручну. Він відрізняється тим, що пацієнт має змогу під час видиху припинити вихід аерозолю, тим самим зменшуючи його вихід в атмосферу. Пристрої з клавішею вдиху, керованою вручну, не застосовують у дітей, літніх і тяжких хворих.
- ▶ 3) Небулайзери, що активуються вдихом, постійно виробляють аерозоль; однак вивільнення аерозолю посилюється під час вдиху і послаблюється під час видиху; це досягається завдяки наявності додаткового спеціального клапана в ділянці утворення аерозолю (у деяких моделях завдяки спеціальній конструкції створено так званий віртуальний клапан). В цих моделях значно зменшуються втрати аерозолю під час видиху і збільшується надходження ЛЗ у легені під час вдиху.



-
- ▶ 4) Синхронізовані з диханням (дозиметричні) небулайзери генерують аерозоль тільки у фазу вдиху завдяки спеціальному клапану, роботою якого керує електронний датчик. Тим самим досягається практично 100% використання діючої речовини. Недоліком цього пристрою є тривалість однієї інгаляції та значна вартість приладу.
-
- 

-
- ▶ Основною перевагою компресорних (струминних) небулайзерів є те, що вони дають змогу проводити інгаляції практично всіх рідин, мають невеликий залишковий об'єм (кількість розчину, що залишається на дні камери наприкінці інгаляції та не може бути перетворена в аерозоль), легко чистяться та стерилізуються
-
- 


-
- ▶ Основними недоліками більшості компресорних небулайзерів є значний розмір і сильний шум під час роботи [8], хоча сьогодні на ринку України представлені також бюджетні, компактні за розмірами та переносні моделі компресорних небулайзерів, які можна заряджати в машині і зручно брати з собою у подорожі
 - ▶ Серед компресорних небулайзерів є великий вибір бюджетних моделей, але треба мати на увазі, що ускладнення технічних характеристик приладу суттєво збільшують його вартість і доступність для населення.



Ультразвуковий небулайзер

- ▶ В ультразвукових (УЗ) небулайзерах аерозоль створюється за допомогою УЗ-коливань, що генеруються п'єзоелементом (рис. 2). Основні переваги УЗ-небулайзерів – компактні та майже безшумні в роботі.



-
- ▶ Основний недоліки – мають обмежене клінічне використання, бо не можуть створювати аерозоль з в'язких рідин та мають більший залити об'єм рідини. Під впливом ультразвуку, у тому числі і через нагрівання ЛЗ, руйнуються деякі речовини, які мають великі молекули (наприклад, антибіотики, кортикоїди).
 - ▶ УЗ-небулайзери не можна обробляти за допомогою термічних методів дезінфекціїшкочивий
-
- 

МESH-небулайзери

- ▶ Принцип роботи полягає в тому, що ультразвук не подрібнює препарат, а проштовхує його через дуже дрібну сітку (рис. 3), так звана МESHтехнологія (МESH – кількість отворів, зроблених на довжині одного дюйму – 2,5 см).
- ▶ Використання МESH-технології має суттєве значення у формуванні монодисперсного аерозолю з певними розмірами частинок, які не руйнуються ультразвуком.



-
- ▶ Основні переваги – компактний, безшумний. Одна з додаткових переваг даного типу небулайзерів полягає в тому, що він ефективно працює практично в будь-яких положеннях відносно горизонту та має дуже малий ($\approx 0,1$ мл) залишковий об'єм
 - ▶ Основний недолік – висока вартість пристрою.



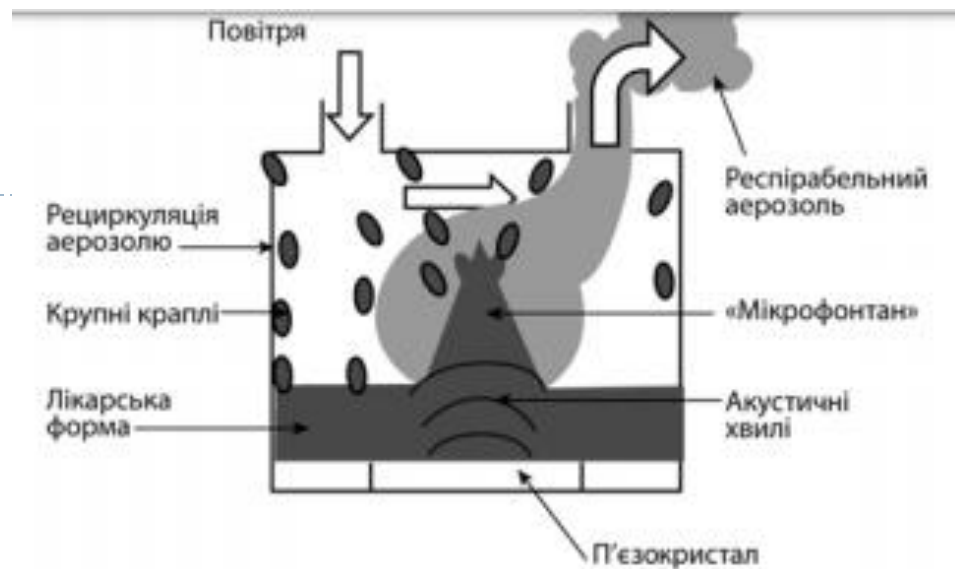


Рис. 2. Пристрій УЗ-небулайзера

Пристрій небулайзера з «активною» вібрацією мембрани

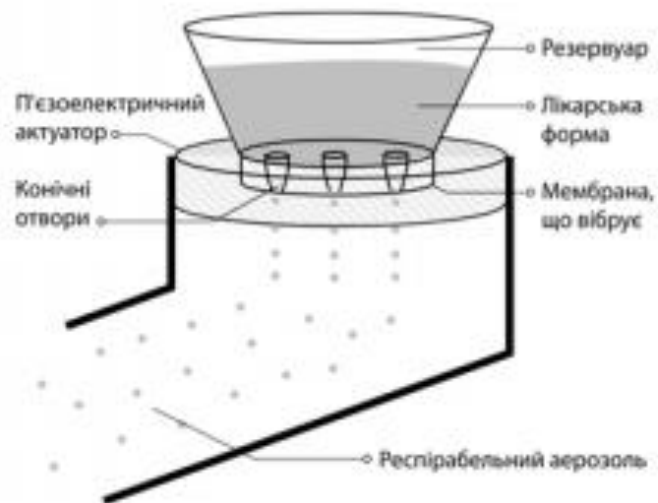


Рис. 3. Схема роботи МESH-небулайзера