

УДК 615.835.5–085.004.14

**Д.В. Добрянський<sup>1</sup>, Г.Л. Гуменюк<sup>2</sup>, П.Ф. Дудка<sup>1</sup>, Р.І. Ільницький<sup>1</sup>, І.П. Тарченко<sup>1</sup>, Н.М. Кузьменко<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця,<sup>2</sup> Національна медична академія післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика

# Небулайзерна терапія: практичні аспекти

**Ключові слова:** небулайзер, небула, небулайзерна терапія, пульмонологія.

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 (від лат. *nebulosus* – туман, хмарина) – це пристрій для генерації аерозолу, що містить дрібнодисперсні частки. Сьогодні в основі небулайзерної терапії покладена сучасна технологія, яка успішно застосовується в усьому світі та підвищує ефективність лікування багатьох захворювань [3, 14, 15].

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 [2, 6, 13].

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

- принаймні 50% частинок аерозолу 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 оснований 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). 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 аерозолу осаджується на внутрішніх стінках камери небулайзера і знову бере участь у процесі утворення аерозолу [8, 18].

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 [8].

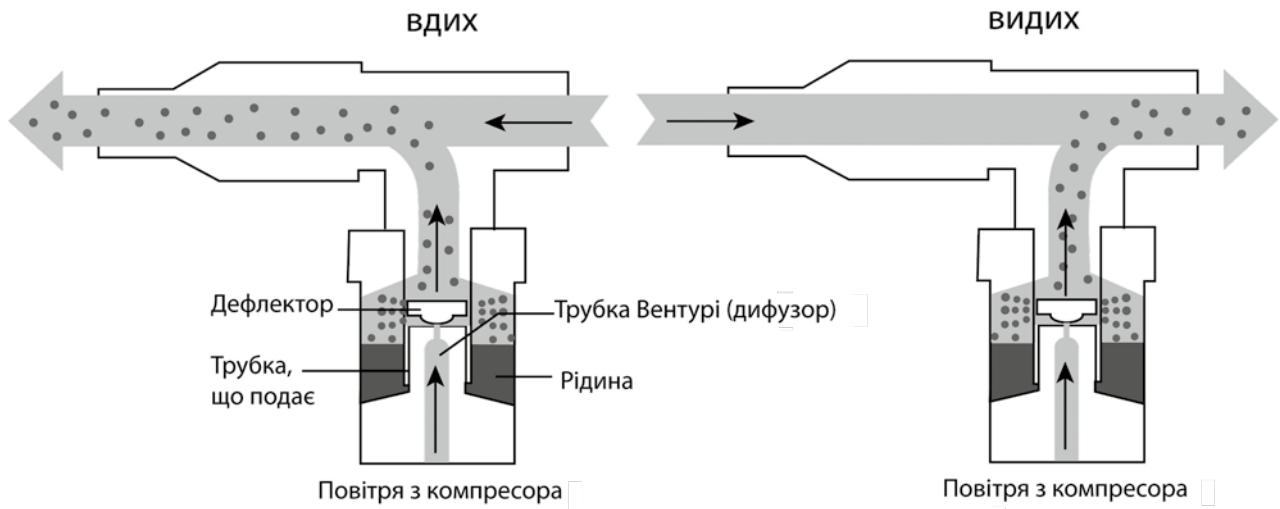
Можливо також використання лицьової маски та проведення назальної інгаляції за допомогою носової канюлі. Маска переважно застосовується у дітей віком до 5 років і пацієнтів, які не можуть користуватися загубником.

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) небулайзрів**

1) Конвекційні небулайзери виробляють аерозоль з постійною швидкістю як у фазі вдиху, так і видиху; ЛЗ потрапляє в дихальні шляхи тільки під



**Конструкція небулайзера**

**Принципова схема небулайзерної камери**

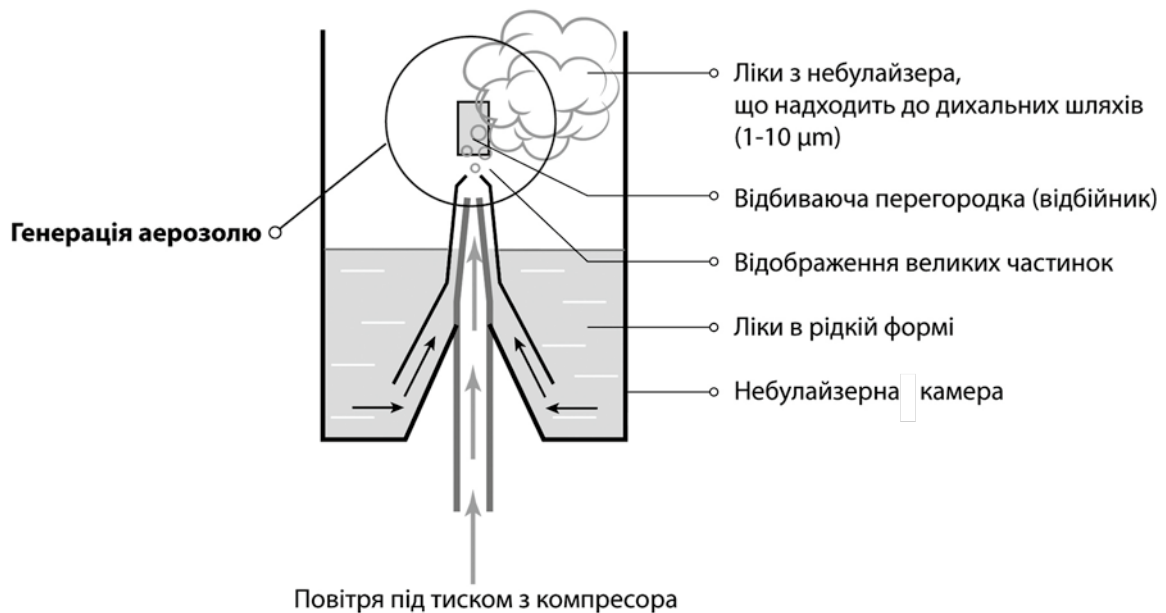


Рис. 1. Схема отримання аерозолю

час вдиху, а під час видиху вона надходить у навколишнє середовище. Основний недолік даного типу небулайзерів полягає в тому, що генерація аерозолу 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 аерозолу, 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 аерозолу посилюється під час вдиху і послаблюється під час видиху; це досягається завдяки наявності додаткового спеціального клапана в ділянці утворення аерозолу (у деяких моделях завдяки спеціальній конструкції створено так званий віртуальний клапан). В цих моделях значно зменшуються втрати аерозолу 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 [8, 18].

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 [2].

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-коливаль, що генеруються п'єзоелементом (рис. 2).

Основні переваги УЗ-небулайзерів – компактні та майже безшумні в роботі.

Основні недоліки – мають обмежене клінічне використання, бо не можуть створювати аерозоль з в'язких рідин та мають більший залишковий

об'єм рідини. Під впливом ультразвуку, у тому числі і через нагрівання ЛЗ, руйнуються деякі речовини, які мають великі молекули (наприклад, антибіотики, кортикостероїди) [5, 8, 18].

УЗ-небулайзери не можна обробляти за допомогою термічних методів дезінфекції.

### МESH-небулайзери

Принцип роботи полягає в тому, що ультразвук подрібнює препарат, а проштовхує його через дуже дрібну сітку (рис. 3), так звана МESH-технологія (МESH – кількість отворів, зроблених на довжині одного дюйму – 2,5 см).

Використання МESH-технології має суттєве значення у формуванні монодисперсного аерозолу 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 [5, 9].

Основний недолік – висока вартість пристрою.

### Переваги небулайзерної терапії

- При пероральному застосуванні ЛЗ під час проходження через травний тракт і печінку зазнає активного метаболізму і до місця своєї дії препарат

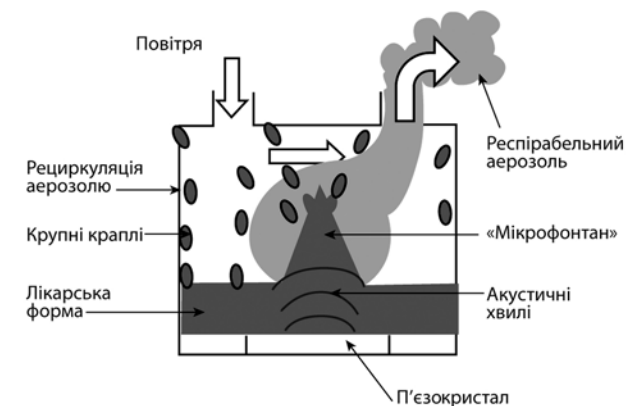


Рис. 2. Пристрій УЗ-небулайзера

### Пристрій небулайзера з «активною» вібрацією мембрани

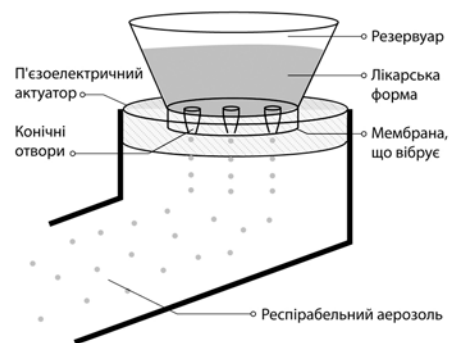


Рис. 3. Схема роботи МESH-небулайзера

надходить уже в зміненому вигляді, меншій концентрації і діяти починає пізніше.

- Інгаляційна доставка ліків дає можливість створити високу концентрацію безпосередньо у місці ураження і дає змогу знизити до мінімуму системні впливи (у тому числі мінімізувати системні побічні ефекти), що особливо важливо для лікування захворювань органів дихання, які мають тривалий або хронічний перебіг (муковісцидоз, хронічний бронхіт, бронхіальна астма (БА), хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ)).

- Терапевтична концентрація медикаментів у крові після інгаляції підтримується довше, ніж при внутрішньом'язовому їх введенні.

- Безболісний спосіб введення ліків.

- Забезпечує швидку дію ЛЗ.

- Дає можливість застосовувати кілька ЛЗ одночасно.

- Дає змогу зменшити системну дозу ЛЗ (кортикостероїдів, антибіотиків) або взагалі їх не застосовувати (наприклад, при загостренні БА чи ХОЗЛ).

- Можливість застосування на всіх етапах надання медичної допомоги (вдома, швидка допомога, поліклініка, стаціонар, відділення реанімації).

- Можливість зволоження ДШ одночасно з подачею ЛЗ.

- Можливість проведення інгаляцій та одночасної подачі кисню.

- Значне скорочення витрат на надання невідкладної медичної допомоги.

- Знижує ризик госпіталізації та зменшує кількість повторних візитів до лікаря.

### **Переваги небулайзерної терапії порівняно з використанням інших доставкових пристроїв**

- Велика легенева біодоступність. Досягнення максимальної фармацевтичної активності діючої речовини шляхом впливу на більшу площу поверхні ДШ і можливість потрапляння в слабо вентилявані відділи легень.

- Коли потрібне вдихання великих доз препарату (наприклад, загострення БА чи ХОЗЛ, коли внаслідок звуження бронхів, набряку слизової оболонки й наявності мокроты значно зменшується легенева біодоступність).

- Проста техніка інгаляції та зручність застосування – відсутність необхідності координації дихання з надходженням аерозолю.

- Можливість тривалої експозиції ЛЗ.

- Можливість досягнення оптимальної дисперсності аерозолю.

- Не містить пропелентів, що подразнюють ДШ.

- Незначне осідання препарату в ротовій і гортанній частинах глотки.

- Можливість використання, коли стан пацієнта або дієздатність обмежують або унеможливають призначення інших шляхів для введення препаратів (в післяопераційний період, у пацієнтів у неприємному стані; хворих, які перебувають на штучній

вентиляції легень; при тяжких станах (астматичний статус), у осіб похилого віку, дітей).

### **Абсолютні показання до проведення небулайзерної терапії**

1. ЛЗ випускається тільки у формі для небулізації і не може бути доставлене в ДШ за допомогою інших інгаляторів.

2. Необхідність доставки препарату в альвеоли (наприклад, пентамідин при пневмоцистній пневмонії у хворих на СНІД, препарати сурфактанту).

3. Значна тяжкість стану пацієнта (інспіраторний потік < 30 л/хв; зниження інспіраторної життєвої ємності < 10,5 мл/кг (наприклад, < 735 мл у хворого з масою тіла 70 кг); нездатність затримати дихання більше 4 с) і/або його нездатність використовувати інші інгалятори [5, 8].

### **Відносні показання до небулайзерної терапії**

1. Недостатня ефективність базисної терапії і необхідність введення високих доз препаратів, які чинять бронхолітичний ефект.

2. Планова терапія БА середнього ступеня тяжкості і тяжкого перебігу, ХОЗЛ середнього та тяжкого ступенів тяжкості, коли контроль над захворюванням за допомогою базисної терапії в стандартних дозах важко досягається.

3. Неможливість координації вдиху і натискання на балончик дозованого аерозольного інгалятора (ДАІ).

4. Як перший вибір для лікування середнього ступеня тяжкості і тяжкого загострення БА, тяжкого затяжного нападу, а також у разі розвитку астматичного статусу.

5. Як перший вибір у складі комплексної терапії загострення ХОЗЛ (середньотяжкого і тяжкого перебігу).

6. Значення об'єму форсованого видиху за 1-шу секунду ( $ОФV_1$ ) < 35% від належних величин у хворих з тяжкою хронічною бронхообструкцією.

7. Отримання вираженого клінічного ефекту і приросту  $ОФV_1$  на 12% через тиждень під час пробного курсу небулайзерної терапії в стаціонарних або амбулаторних умовах.

8. Необхідність зволоження ДШ одночасно з введенням ЛЗ.

9. Виникнення ознак подразнення ДШ при використанні звичайних інгаляторів (ДАІ або дозований порошок інгалятор (ДПІ)).

10. Перевага для пацієнтів (багато хворих під час загострення бажають використовувати терапію і техніку, відмінну від тієї, яку вони використовують удома).

11. Практична зручність (простий метод, який не потребує контролю лікаря) [5, 8, 18].

### **Протипоказання для проведення небулайзерної терапії**

- Легеневі кровотечі та кровохаркання.



- Травматичний і спонтанний пневмоторакс.
- Аритмія та тяжка серцева недостатність.
- Індивідуальна непереносимість розчинів для інгаляцій.

### Практичні рекомендації стосовно проведення небулайзерної терапії

1) Розчинник (розріджувач). Якщо потрібно додати розчинник і якщо не вказано інакше, слід використовувати тільки ізотонічний (0,9%) розчин натрію хлориду безпосередньо перед інгаляцією.

2) Об'єм наповнення. У більшості небулайзерів залишковий об'єм в камері становить від 0,5 до 1,0 мл. Збільшення об'єму наповнення при додаванні розріджувача дає змогу зменшити кількість невикористаного ЛЗ.

Для проведення небулайзерної терапії необхідно заповнити небулайзерну камеру ЛЗ, що зазначено виробником в інструкції із застосування небулайзера або з розрахунку:

- мінімальний об'єм – 2 мл;
- максимальний – 6 мл.

Для вимірювання необхідної кількості препарату бажано використовувати небулізовані форми ЛЗ (у тому числі фізіологічного розчину) або вимірювати за допомогою стерильного шприца та голки.

Об'єм наповнення впливає на вихід аерозолю, наприклад, при залишковому об'ємі 1 мл і об'ємі наповнення 2 мл може бути перетворено на аерозоль не більше ніж 50% препарату (бо 1 мл розчину залишиться в камері), а при тому самому залишковому об'ємі і об'ємі наповнення до 4 мл може бути доставлено в ДШ 75% препарату.

Однак необхідно враховувати, що при залишковому об'ємі 0,5 мл підвищення об'єму наповнення з 2,5 до 4 мл призводить до підвищення виходу препарату лише на 12%, а тривалість інгаляції підвищується на 70%. Що вище вихідний об'єм розчину, то більша частка препарату може бути інгальована. Однак при цьому час небулізації також збільшується, що може значно знизити комплаєнс хворих.

3) Розмір частинок ЛЗ. Відомо, що основний фактор, який визначає депозицію часток в ДШ, є їх розмір. Що менше розмір частинок в аерозолі,

то триваліше вони залишаються в потоці і глибше проникають у ДШ (рис. 4).

Частки діаметром 8–10 мкм осідають у порожнині рота і носа, від 5 до 8 мкм – у верхніх ДШ (ВДШ) і трахеї, від 3 до 5 мкм – у НДШ, від 1 до 3 мкм – у бронхіолах, від 0,5 до 2 мкм – в альвеолах. Частинки діаметром менше 0,5 мкм взагалі не осідають.

Для ефективної доставки ЛЗ в органи дихання розмір частинок у аерозолі має становити приблизно 5 мкм і менше, це так звані респірабельні частинки.

Однорідність дози, що доставляється, та кількість дрібнодисперсних часток у діапазоні швидкості потоку – це основні показники, які характеризують роботу небулайзера. Одним з головних параметрів небулайзера є значення серединного аеродинамічного діаметра маси – ММАД (визначається тим, що половина маси аерозолю міститься в частинках більшого діаметра, а половина – в частинках меншого діаметра) [5, 8].

«Респірабельна фракція» – це кількість респірабельних частинок в аерозолі, виражена в процентах. Кількість дрібнодисперсних часток (fine particle mass) характеризує ту кількість лікарської речовини в препараті для інгаляції, яка зазвичай потрапляє в НДШ і забезпечує ефективну терапію бронхолегеневих захворювань [8, 18]. Як правило, вона становить не менше ніж 50% від загальної аерозольної потужності пристрою.

До інших чинників, що впливають на ефективність небулайзерної терапії і вибір небулайзера, відносять: стійкість отриманого аерозолю, швидкість потоку при виході аерозолю з небулайзерної камери та надійність роботи.

Важливий параметр для проведення інгаляційної терапії – це часовий інтервал дозування (dosing interval) – рекомендований відрізок часу між прийомами доз ЛЗ, вказаний в інформації для споживачів і медичних працівників (інструкції для медичного застосування).

4) Осідання аерозолю. Осідання аерозолю відбувається під впливом двох фізіологічних явищ: інерційного удару та гравітації.

Шляхом інерційного удару осідають аерозолі з великим розміром часток у місцях звуження та біфуркацій ДШ унаслідок великої швидкості потоку. Бронхіальна обструкція за рахунок бронхоспазму, набряку або гіперсекреції мокротиння призводить до осідання аерозолю саме через інерційний удар, навіть якщо частка аерозолю має малий розмір. Тому саме у хворих з обструктивними захворюваннями легень необхідні спеціальні засоби доставки аерозолю у НДШ.

За допомогою гравітації аерозоль осідає у дистальних ДШ, де швидкість потоку повітря низька і потік переважно ламінарний. Тому повільний глибокий вдих збільшує масу аерозолю, що осідає дистально, а затримка дихання наприкінці вдиху підсилює цей ефект.

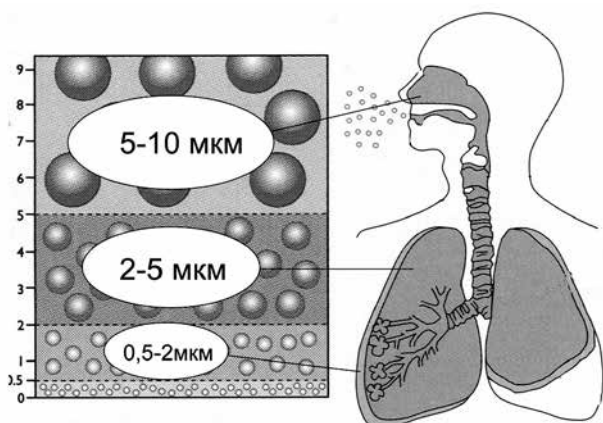


Рис. 4. Розподіл частинок у ДШ за розміром

5) Швидкість потоку. Швидкість потоку має становити 6–10 л/хв. Вона може бути стабільною або змінюватися, якщо на небулайзерах є регулятор інтенсивності подачі повітря. Підвищення потоку призводить до лінійного зниження розміру часток аерозолі, а також до підвищення виходу аерозолі і може скоротити термін інгаляції.

6) Час доставки ЛЗ. Тривалість доставки ЛЗ не має перевищувати 10 хв, інакше знижуватиметься комплаєнс.

7) Положення пацієнта. Пацієнт має почуватися зручно і сидіти прямо. Одяг не повинен стискати шию.

#### **Техніка проведення небулайзерної терапії**

Процедуру інгаляції проводять через 1–1,5 год після прийому їжі, фізичного навантаження. До і після інгаляції забороняється куріння. Перед інгаляцією не бажано застосовувати відхаркувальні засоби.

Розчини для інгаляції мають бути приготовлені з дотриманням правил антисептики. З метою запобігання забрудненню розчинів потрібно ретельно вимити руки.

В небулайзерну камеру налити препарат для інгаляції. Бажано використовувати ЛЗ, який випускається у спеціальній лікарській формі – небулах, що пов'язано перш за все зі зручністю для пацієнта, а також знижує ризик використання нестерильних ЛЗ, які застосовують у великих за об'ємом флаконах і які потребують спеціальних умов зберігання протягом короткого періоду часу.

З'єднайте трубками компресор і небулайзерну камеру та небулайзерну камеру з мундштуком.

Необхідну дозу ЛЗ за потреби розвести стерильним фізіологічним розчином, додаючи його за допомогою небул або стерильних голок та шприців в камеру небулайзера до кінцевого об'єму близько 4 мл (наповнення переважно має становити від 2 до 5 мл). Не слід використовувати з цією метою звичайну нестерильну воду, оскільки гіпотонічний розчин може спричинити бронхоспазм.

Розчин має бути комфортної (кімнатної) температури. Температура розчину під час інгаляції при використанні струминного небулайзера може знижуватися на 10 °С і більше, що може підвищити в'язкість розчину і зменшити вихід аерозолі. Для оптимізації умов небулізації деякі моделі небулайзерів використовують систему підігріву для підвищення температури розчину до температури тіла.

Під час проведення небулайзерної терапії рекомендуйте пацієнтові сісти прямо і розслабитись, необхідно затиснути мундштук зубами і щільно обхопити губами. При використанні маски переконайтеся, що вона правильно надягнута, щільно прилягає до обличчя, зручна і допомагає пацієнту постійно дихати через рот (не через ніс), коли це можливо. Важливо, щоб небулайзерна камера компресорного небулайзера постійно залишалася у вертикальному положенні.

Проводити інгаляцію потрібно в залежності від типу небулайзера згідно з інструкцією виробника. Збільшення потужності в тих моделях, де це передбачено, збільшує частку дрібнодисперсного аерозолі.

Під час інгаляції бажано дихати глибоко і повільно (при використанні масок дихати потрібно через рот), за можливості затримуючи дихання на 1–2 с перед кожним видихом, що неможливо у тяжких пацієнтів, яким рекомендують звичайне спокійне дихання. Повільний вдих із затримкою дихання наприкінці дає змогу часткам аерозолі досягти дистальних відділів ДШ. Що швидше пацієнт здійснює вдих, то більша частина аерозолі осідає у ротовій порожнині та ВДШ. Видихати бажано через ніс.

Пацієнт не повинен розмовляти, оскільки ефективність доставки ЛЗ в ДШ при цьому знижується.

Глибоке дихання може спричинити запаморочення, тому за необхідності рекомендується робити короткі перерви в терапії.

Вихід препарату наприкінці інгаляції концентрується, тому раннє припинення інгаляції, наприклад, в момент «розбрикування» (момент, коли процес утворення аерозолі стає переривчастим), може суттєво знизити доставку препарату. Тому необхідно продовжити інгаляцію, поки в небулайзерній камері залишається рідина (близько 5–10 хв), перед закінченням інгаляції рекомендується трохи струшувати небулайзерну камеру для більш повного використання ЛЗ.

Після інгаляції кортикостероїдів і антибіотиків необхідно помити обличчя і ретельно прополоскати рот і горло кип'яченою водою кімнатної температури.

#### **Рекомендації з безпеки**

Кожен пацієнт повинен мати індивідуальну небулайзерну камеру і загубник/маску, що пов'язано з ризиком мікробної контамінації патогенними мікроорганізмами, які не знищуються звичайними дезінфікуючими розчинами, при використанні чужих небулайзерних камер, загубників та масок. У зв'язку з цим при наданні госпітальної допомоги рекомендовано застосовувати одноразові комплекти для проведення інгаляційної терапії.

Пацієнтам, які отримують довгострокову небулайзерну терапію, слід замінювати небулайзерну камеру та загубник/маску кожні 3 міс.

У всіх моделях не можна допускати попадання рідини в компресор і накривати компресор під час роботи.

Після інгаляції треба ретельно промити всі деталі небулайзера чистою теплою водопровідною водою (можна занурити деталі на 5 хв у воду), висушити (часте промивання небулайзера необхідне для запобігання кристалізації препаратів і бактеріального забруднення пристрою). Якщо одним небулайзером користуються кілька людей, після кожного

використання потрібно проводити рекомендовані в інструкції очищення та дезінфекцію небулайзера з максимальною ретельністю.

Завжди необхідно звертати увагу на зазначені в інструкції виробника правила очищення і зберігання. Щоб запобігти пошкодженню генератора аерозолу, під час очищення небулайзерної камери не використовуйте мікрохвильову піч або посудомийну машину. Механічне очищення щіткою також може негативно вплинути на роботу пристрою.

Терміни служби небулайзерної камери різні у різних виробників (від 3 міс до 3 років).

Як правило, рекомендується зберігання небулайзера в розібраному вигляді для кращого збереження вузлів з'єднання.

Необхідно регулярно перевіряти складові частини небулайзера і замінювати в разі дефекту. Перевіряйте повітряний фільтр і своєчасно проводьте його заміну. Перевіряйте роботу компресора (з часом можливе зношування небулайзера, через що швидкість струменя повітря знижується і розмір часток зростає).

#### **Застосування небулайзерної терапії можливе для лікування гострих та хронічних захворювань органів дихання, таких як:**

- захворювання ВДШ: ГРВІ, риніти, фарингіти, тонзиліти, трахеїти, ларингіти;
- захворювання НДШ: гострий і хронічний бронхіт; БА; ХОЗЛ; муковісцидоз; пневмонія, особливо спричинена атипичними збудниками; алергічні пульмоніти; вірусний бронхіоліт у дітей; респіраторний дистрес-синдром; бронхоектатична хвороба; туберкульоз легень та бронхів.

Застосування небулайзерної терапії можливе при інших захворюваннях та процедурах (маніпуляціях). Інші захворювання, при яких інгаляційна терапія застосовується у комплексі заходів інтенсивної терапії:

- післяопераційна дихальна недостатність у хворих, що перебувають на штучній вентиляції легень;
- для проведення анестезії під час бронхоскопії;
- для отримання індукованої мокроты з метою її аналізу.

**Основні групи препаратів, які використовують в клінічній практиці: бронхолітики, муколітики, антибіотики, антисептики, протигрибкові та противірусні засоби, ферменти, гормони, антигістамінні засоби, біостимулятори та імуномодулятори.**

#### **Основні препарати:**

##### **Антибактеріальні та антисептичні засоби**

Для небулайзерної терапії у клінічній практиці можуть застосовувати за відповідних показань антибактеріальні засоби (амікацин, тобраміцин), у тому числі протитуберкульозні (ізоніазид), протигрибкові широкого спектра дії (амфотерицин В), а також антисептики (декасан) [7, 16, 17, 19].

**Бронходилататори**, що застосовують для небулайзерної терапії, представлені  $\beta_2$ -адреноміметиками

(сальбутамол, фенотерол, тербуталін), холінолітиками (іпратропію бромід) та комбінованими препаратами [4, 6, 12, 20].

**Муколітики та мукорегулятори** – препарати для розрідження мокротиння й покращання відхаркування (ацетилцистеїн, амброксол), муколітик (дорназа-альфа). Фізіологічний розчин (0,9% розчин натрію хлориду) та гіпертонічні розчини натрію хлориду, у тому числі з додаванням гіалуринової кислоти, які представлені на Українському ринку під назвою Лорде гіаль, збільшують слизовий компонент мокротиння (здійснюючи прямий муколітичний вплив), а також звожують слизову оболонку ДШ та сприяють репаративним процесам в ній [3, 21]. Схожий механізм дії має також препарат сода-буфер (розчин натрію гідрокарбонату 4,2%).

**Протизапальні препарати.** У небулайзерній терапії широко застосовують кортикостероїди (будесонід, флутиказон, бекламетазон, флунізолід) та нестероїдні протизапальні препарати (кромоглікат натрію).

Перелічені нижче препарати застосовують як з профілактичною метою, так і при лікуванні гострих респіраторних захворювань, рецидивної та хронічної бронхолегеневої патології:

- пентамідин при пневмоцистній пневмонії у хворих на СНІД;
- інгаляційний рибавірин, який призначають при вірусних бронхіолітах;
- препарати сурфактанту;
- протеолітичні ферменти;
- адреналін при гострому стенозуючому ларингіті;
- ілопрост для лікування легеневої гіпертензії.

Інгаляційна небулайзерна терапія також застосовується в паліативній медицині для зменшення рефрактерного кашлю (лідокаїн) та інкурабельної задишки (морфін, фентаніл).

Для лікування ГРВІ, особливо в ЛОР-практиці, популярні імуномодулятори (наприклад, препарати інтерферону), а також інгібітори протеолізу АКК (амінокапронова кислота), але необхідно звернути увагу, що розмір частинок для інгаляції має бути більше 6 мкм і вдихати ЛЗ потрібно через ніс за допомогою маски або назальної канюлі.

**При одночасному призначенні декількох препаратів бажано дотримуватися певної послідовності. Першим застосовується бронхолітичний засіб, через 10–15 хв – відхаркувальний, пізніше застосовують протизапальний або протимікробний.**

Одночасно застосовувати ЛЗ потрібно з обережністю через можливу хімічну та біологічну несумісність. Допустимо змішувати в одній інгаляції бронходилататори та муколітики.

#### **Що не можна інгалювати через небулайзер?**

• Масляні розчини категорично заборонені, оскільки підвищують ризик розвитку «масляних пневмонітів». Для інгаляції таких розчинів слід використовувати парові інгалятори, які не призначені для доставки ліків в дистальні відділи ДШ.

- Системні гормональні препарати (дексаметазон, гідрокортизон, преднізолон) – інгаляція технічно можлива, але дія не стане місцевою і залишиться системною.
- Суспензії (до них належать відвари трав) – частинки суспензії крупніші, ніж частинки аерозолю в небулайзері. Крім того, рослини самі можуть спричинити приступ бронхообструкції, особливо у хворих з підвищеною реактивністю ДШ.
- Частою помилкою є призначення інгаляцій розчину теофіліну (еуфілін), який не має топічної дії, тому проведення таких інгаляцій буде неефективним.
- Мінеральні води – у зв'язку з неможливістю дотриматись їх стерильності, а також наявністю у розчині сторонніх домішок (вуглекислого газу, солей важких металів та ін.).

### Список літератури

1. Сухий кашель: сучасний підхід до лікування / І.В. Баранова, І.А. Льюк, С.І. Лещенко, О.В. Солейко, К.П. Повостівенко, О.В. Долинна. Астма та алергія. 2018. № 1. С. 20–26.
2. Вплив інгаляції розчину антисептика декаметоксину на показники функції зовнішнього дихання у пацієнтів з інфекційним загостренням бронхіальної астми / М.І. Гумениук, С.І. Панчук, В.І. Ігнат'єва, О.В. Денисова. Астма та алергія. 2015. № 3. С. 23–27.
3. Кузьменко Н.М., Яременко О.В. Небулайзерна терапія у хворих на хронічне обструктивне захворювання легень. Астма та алергія. 2018. № 1. С. 40–47.
4. Лещенко С.І. Небулайзерна терапія – сучасна технологія лікування захворювань дихателних шляхів. Український пульмонологічний журнал. 2009. № 2. С. 13.
5. Небулайзерна терапія в клінічній практиці: методичні рекомендації. Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», факультет післядипломної освіти, кафедра курортології, медичної реабілітації та фізіотерапії. Ужгород, 2010. 40 с.
6. Перцева Т.А., Гашінова Е.Ю. Небулайзерна терапія при обостренні бронхіальної астми. Астма та алергія. 2010. № 1/2. С. 55–58.
7. Сухан В.С. Небулайзерна терапія як метод інгаляційної аерозольної терапії у лікуванні хворих на бронхіальну астму. Науковий Вісник Ужгородського Університету. 2015. Випуск 1 (51). С. 279–283.
8. Фещенко Ю.І., Яшина Л.А., Туманов А.Н. Применение небулайзеров в клинической практике (методическое пособие для врачей). К.: НИФП, 2006. 32 с.
9. Хронічне обструктивне захворювання легень: етіологія, патогенез, класифікація, діагностика, терапія / Ю.І. Фещенко, Л.О. Яшина, О.Я. Дзюблик, В.К. Гавришук та ін. Укр. пульмонолог. журнал. 2013. № 3. С. 7–12.
10. Balsamo R., Lanata L., Egan C.G. Mucoactive drugs. Eur Respir Rev. 2010. Vol. 19. P. 127–133.
11. European Respiratory Society Guidelines on the use of nebulizers / J.J. Boe, H. Dennis, B.R. O'Driscoll et al. European Respiratory Journal. 2001. Vol. 18. P. 228–242.
12. Drug delivery: principles and applications. Edited by B. Wang, L. Hu, T.J. Siahaan. USA: John Wiley & Sons, Inc., 2016. 59 p.
13. Dhand R. The role of nebulized therapy in the management of COPD: evidence and recommendations / R. Dhand, M. Dolovich, B. Chippis et al. International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. 2012. Vol. 9 (1). P. 58–72.
14. Global initiative for chronic obstructive lung disease, 2017: Pocket guide to COPD diagnosis, management and prevention. A Guide for Health Care Professionals 2017 Report. 2017. 42 p.
15. Global Initiative for asthma – Global Strategy for asthma management and prevention: updated 2017. Режим доступу: <http://www.ginasthma.org>
16. Gumeniuk M., Panchuk S. Decamethoxine efficiency in the treatment of infectious exacerbation of asthma. ERS: annual Congress. Munich, 2014. P. 315.
17. Inhalation Aerosols: Physical and Biological Basis for Therapy. Second Edition. Edited by A.J. Hickey. USA: Informa Healthcare, 2007. 504 p.
18. European Respiratory Society Guidelines on the use of nebulisers / J. Boe et al. Eur. Respir. J. 2001. Vol. 18. P. 228–242.
19. Esposito S. Inhaled Antibiotic Therapy for the Treatment of Upper Respiratory Tract Infections / S. Esposito, C. Rosazza, C.S. Sciarabba, N. Principi. J Aerosol Med Pulm Drug Deliv. 2017. Vol. 30 (1). P. 14–19.
20. Pulmonary Drug Delivery Advances and Challenges. Edited by A. Nokhodchi and G.P. Martin. John Wiley & Sons, Ltd., 2015. 323 p.
21. Nebulized hypertonic saline containing hyaluronic acid improves tolerability in patients with cystic fibrosis and lung disease compared with nebulized hypertonic saline alone: a prospective, randomized, double-blind, controlled study / M.L. Furnari et al. Ther Adv Respir Dis. 2012. Vol. 6. P. 315–322.

### Висновки

1. Небулайзерна терапія є сучасним засобом доставки препаратів у ДШ, ефективність і безпека застосування якого науково обґрунтована, в тому числі у осіб з тяжкою соматичною патологією, пацієнтів похилого віку та дітей.
2. У низці випадків застосування небулайзерів є єдиним способом, що забезпечує потрапляння ЛЗ безпосередньо в органи дихання.
3. Успішна інгаляційна терапія залежить не лише від вибору ЛЗ, а і від вибору способу доставки ЛЗ в ДШ та правильної техніки інгаляції.
4. Для небулайзерної терапії краще застосовувати препарати, які випускаються у небулах. Вони випускаються стерильними, готовими до застосування і зручні у використанні. Крім того, в разі їх застосування немає ризику інфікування пацієнта на відміну від великих багатодозових флаконів.

### References

1. Baranova IV, et al. Sukhyy kashel : suchasny pidkhdid do likuvannya (Dry cough: modern approach of treatment). Astma ta alerhiya. 2018;1:20–26.
2. Gumenyuk MI, et al. Vplyv inhalyatsiyi rozchynu antyseptyka dekametoksynu na pokaznyky funktsiyi zovnishn oho dykhannya u patsyentiv z infektsiyem zagostrennyam bronkhial noyi astmy (Influence of inhalation of antiseptic solution of decamethoxin on indicators of respiration in patients with infectious exacerbation of bronchial asthma). Astma ta alerhiya. 2015;3:23–27.
3. Kuzmenko NM, Yaremenko OB. Nebulayzerna terapiya u khvorykh na khronichne obstruktyvne zakhvoryuvannya lehen (Nebulized therapy in patients with chronic obstructive pulmonary disease). Astma ta alerhiya. 2018;1:40–47.
4. Leshchenko SI. Nebulayzernaya terapiya – sovremennaya tekhnologiya lecheniya zabolavany dykhatel nykh putey (Nebulized therapy – the modern technology of treatment of the respiratory tract diseases). Ukrayins kyy pul monolohichnyy zhurnal. 2009;2:13.
5. Nebulayzerna terapiya v klinichnyy praktitsi (Nebulized therapy in clinical practice): metodychni rekomendatsiyi. Derzhavnyy vyshchyy navchal nyy zaklad «Uzhhorods kyy natsional nyy universytet», fakul tet pislyadyplo mnoyi osvity, kafedra kurortolohiyi, medychnoyi reabilitatsiyi ta fizyoterapiyi. Uzhgorod. 2010. 40 p.
6. Perceva TA, Gashinova EYu. Nebulayzernaya terapiya pry obstrenny bronkhial noy astmy (Nebulized therapy in the exacerbation of bronchial asthma). Astma ta alerhiya. 2010;1/2:55–58.
7. Sukhan VS. Nebulayzerna terapiya yak metod inhalyatsiynoi aerezol terapiyi u likuvanni khvorykh na bronkhial nu astmu (Nebulized therapy as a method of inhalation aerosol therapy for treatment of patients with bronchial asthma). Naukovyy Visnyk Uzhhorods koho Universytetu. 2015;1(51):279–283.
8. Feshchenko Yul, Yashina LA, Tumanov AN. Prymenenye nebulayzerov v klynycheskoy praktitsi (metodycheskoe posobyе dlya vrachey) (The use of nebulizers in clinical practice). Kyiv: NIFP, 2006. 32 p.
9. Feshchenko Yul, et al. Khronichne obstruktyvne zakhvoryuvannya lehen : etiolohiya, patohenez, klasyfikatsiya, diahnozyka, terapiya (Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Etiology, Pathogenesis, Classification, Diagnosis, Therapy). Ukr. pul monol. zhurnal. 2013;3:7–12.
10. Balsamo R, Lanata L, Egan CG. Mucoactive drugs. Eur Respir Rev. 2010;19:127–133.
11. Boe JJ, et al. European Respiratory Society Guidelines on the use of nebulizers. European Respiratory Journal. 2001;18:228–242.
12. Drug delivery: principles and applications. Edited by B. Wang, L. Hu, T.J. Siahaan. USA: John Wiley & Sons, Inc., 2016. 59 p.
13. Dhand R, et al. The role of nebulized therapy in the management of COPD: evidence and recommendations. International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. 2012;9(1):58–72.
14. Global initiative for chronic obstructive lung disease, 2017: Pocket guide to COPD diagnosis, management and prevention. A Guide for Health Care Professionals 2017 Report. 2017. 42 p.
15. Global Initiative for asthma – Global Strategy for asthma management and prevention: updated 2017. Available from: <http://www.ginasthma.org>
16. Gumeniuk M, Panchuk S. Decamethoxine efficiency in the treatment of infectious exacerbation of asthma. ERS: annual Congress. Munich, 2014. P. 315.
17. Inhalation Aerosols: Physical and Biological Basis for Therapy. Second Edition. Edited by A.J. Hickey. USA: Informa Healthcare, 2007. 504 p.
18. Boe J, et al. European Respiratory Society Guidelines on the use of nebulisers. Eur. Respir. J. 2001;18:228–242.
19. Esposito S, et al. Inhaled Antibiotic Therapy for the Treatment of Upper Respiratory Tract Infections. J Aerosol Med Pulm Drug Deliv. 2017;30(1):14–19.
20. Pulmonary Drug Delivery Advances and Challenges. Edited by A. Nokhodchi and G.P. Martin. John Wiley & Sons, Ltd., 2015. 323 p.
21. Furnari ML, et al. Nebulized hypertonic saline containing hyaluronic acid improves tolerability in patients with cystic fibrosis and lung disease compared with nebulized hypertonic saline alone: a prospective, randomized, double-blind, controlled study. Ther Adv Respir Dis. 2012;6:315–322.



**НЕБУЛАЙЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ: ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

Д.В. Добрянский, Г.Л. Гуменюк, П.Ф. Дудка, Р.И. Ильницький, И.П. Тарченко, Н.М. Кузьменко

**Резюме**

В последнее время благодаря эффективности, доступности и появлению большого количества небулизированных лекарственных форм небулайзерная терапия приобретает все большую популярность в практической медицине.

Сегодня в основе небулайзерной терапии положена современная технология, которая успешно применяется во всем мире и повышает эффективность лечения, а в некоторых аспектах стала незаменимой в различных областях медицины, особенно при оказании неотложной помощи, а также в пульмонологии и фтизиатрии, педиатрии и гериатрии.

В статье подробно описаны виды небулайзеров, принципы их работы, основные недостатки и преимущества. Указаны основные показания и противопоказания к применению небулайзерной терапии. Даны практические рекомендации по технике и правилах проведения небулайзерной терапии и типичные ошибки, а также перечень основных препаратов, которые рекомендованы для применения с помощью небулайзера.

**Ключевые слова:** небулайзер, небула, небулайзерная терапия, пульмонология.

*Научно-практический журнал «Астма и аллергия», 2018, № 3*

*Д.В. Добрянский, канд. мед. наук*

*Национальный медицинский университет имени А.А. Богомольца*

*бульвар Т. Шевченка, 13, г. Киев, Украина, 01601; тел.: +38 (093) 630-66-46; e-mail: ddoobr@meta.ua*

**NEBULIZED THERAPY: PRACTICAL ASPECTS**

D.V. Dobrianskyi, G.L. Gymeniuk, P.F. Dudka, R.I. Ilnytskyi, I.P. Tarchenko, N.M. Kuzmenko

**Abstract**

Recently, nebulized therapy has become increasingly popular in practical medicine due to the effectiveness, accessibility and appearance of a wide range of nebulized dosage forms.

Today the basis of nebulized therapy is modern technology, which is successfully applied worldwide and increases the effectiveness of treatment and in some aspects has become indispensable in various fields of medicine, especially in emergency care, as well as in pulmonology and phthisiology, pediatrics and geriatrics.

The article describes the types of nebulizers, the principle of their work, the main drawbacks and advantages in detail. The main indications and contraindications to nebulized therapy are listed. Practical recommendations about techniques and rules for providing nebulized therapy and typical errors as well as a list of basic medications recommended for use in nebulizers are given.

**Key words:** nebulizer, nebula (nebulizing solution), nebulized therapy, pulmonology.

*Theoretical and practical J. «Asthma and allergy», 2018, 3*

*D.V. Dobrianskyi, Ph. D.*

*Bogomolets National Medical University*

*13, T. Shevchenko avenue, Kyiv, Ukraine, 01601; tel.: +38 (093) 630-66-46; e-mail: ddoobr@meta.ua*