

## Zastosowanie nebulizacji u osób starszych

### *The application of nebulization in elderly individuals*

Justyna Jusiak, Maria Strzyżewska, Jakub Husejko ,  
Kornelia Kędzióra-Kornatowska

Katedra Geriatrii, Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

#### Streszczenie

Nebulizacja jako forma terapii inhalacyjnej, dostarcza lek bezpośrednio do układu oddechowego, co jest kluczowe zarówno w zapobieganiu, jak i leczeniu chorób układu oddechowego. Pojęcia inhalacji i nebulizacji są często używane zamiennie, choć ta druga obejmuje nebulizator, który przekształca płynny lek w mgiełkę. Istnieje kilka rodzajów nebulizatorów, w tym strumieniowy, membranowo-siateczkowy, ultradźwiękowy i z dozownikiem ciśnieniowym (pMDI) - każdy z odrębnym mechanizmem i zastosowaniem. Nebulizacja jest niezbędna w leczeniu chorób układu oddechowego, takich jak astma, POChP i zapalenie oskrzeli, oraz wspomaga nawilżanie dróg oddechowych u pacjentów wentylowanych. Analizując artykuły naukowe z lat 2002-2024, oceniono skuteczność nebulizacji u populacji osób starszych. Nebulizacja zapewnia skuteczną dostawę leku do dróg oddechowych, co jest szczególnie korzystne dla osób starszych z chorobami układu oddechowego. Umożliwia podawanie różnorodnych leków, upraszczając schematy leczenia. Jednak nebulizacja wymaga edukacji pacjentów i nadzoru nad stosowaniem leków, a jej czasochłonność i potencjalne skutki uboczne wymagają uwagi. Edukacja na temat prawidłowej techniki nebulizacji jest kluczowa, zwłaszcza dla osób starszych z ograniczeniami poznawczymi lub fizycznymi. Leczenie chorób układu oddechowego u osób starszych wymaga indywidualnego podejścia, uwzględniającego umiejętności poznawcze, fizyczne i edukacyjne. Nebulizowane leki stanowią wykonalną alternatywę dla osób starszych z trudnościami w inhalacji, uzupełniając istniejące terapie i poprawiając schematy leczenia. *Geriatrics 2024;18:83-93. doi: 10.53139/G.20241812*

*Słowa kluczowe: nebulizacja, populacja osób starszych, POChP, astma*

#### Abstract

Nebulization, a form of inhalation therapy, delivers medication directly to the respiratory system, crucial for both prevention and treatment of respiratory diseases. Inhalation and nebulization are often used interchangeably, although the latter involves a nebulizer, converting liquid medication into a mist. Various nebulizers exist, including jet, mesh, ultrasonic, and pressurized Metered-Dose Inhalers (pMDI), each with unique mechanisms and applications. Nebulization is vital in managing respiratory conditions like asthma, COPD, and bronchitis, and aids in airway moisturization in ventilated patients. In analyzing scientific articles from 2002-2024, nebulization's efficacy in elderly populations was assessed. Nebulization offers efficient drug delivery to the respiratory tract, particularly beneficial for elderly patients with respiratory diseases. It enables administration of diverse medications, simplifying treatment regimens. However, nebulization requires thorough maintenance, and its time-consuming nature and potential side effects warrant consideration. Education on proper nebulization technique is crucial, especially for elderly patients with cognitive or physical limitations. While nebulization presents advantages for elderly patients, challenges like time consumption, maintenance, and potential side effects need addressing. Treatment of respiratory diseases in the elderly requires individualized approaches, considering cognitive, physical, and educational abilities. Nebulized medications offer a viable alternative for elderly patients with inhalation challenges, complementing existing therapies and improving overall management. *Geriatrics 2024;18:83-93. doi: 10.53139/G.20241812*

*Keywords: nebulization, elderly population, COPD, asthma*

## Wstęp

Nebulizacja jest rodzajem terapii inhalacyjnej, której celem jest bezpośrednie dostarczenie aerozolu do podrażnionych lub zmienionych chorobowo dróg oddechowych. Zalecana jest zarówno w profilaktyce, jak i w leczeniu chorób układu oddechowego.[1] Pojęcia inhalacja i nebulizacja często stosowane są wymiennie, podobnie jak inhalator i nebulizator. Inhalacja jest pojęciem o szerszym znaczeniu niż nebulizacja. Wdychanie pary z naczynia z wrzącą wodą, inhalacje mające na celu aromaterapię, korzystanie z inhalatorów proszkowych czy ciśnieniowych należą do inhalacji, ale nie nebulizacji. Do wykonania zabiegu nebulizacji niezbędny jest nebulizator czyli pojemnik na lek, w którym następuje przekształcenie leku znajdującego się w fазie ciekłej w mgiełkę [2,3].

Wyróżniamy: inhalator ciśnieniowy pMDI, oraz inhalatory do nebulizacji – pneumatyczno-tłokowe, ultradźwiękowe i membranowe.

Nebulizacja znalazła swoje zastosowanie w licznych chorobach dróg oddechowych: m.in. w astmie, przewlekłej obturacyjnej chorobie płuc, mukowiscydozie, zapaleniu oskrzeli oraz oskrzelików, w zespole nieruchomych rzęsek, a także w celu nawilżenia dróg oddechowych u chorych wentylowanych mechanicznie [3].

## Materiały i metody

Przeanalizowano artykuły naukowe z lat 2002-2023 (badania z lat 2018-2023) dostępne w bazach naukowych: Pubmed, Dove Press Medical i Google Scholar, które dotyczyły tematu nebulizacji u osób starszych. Użyto słów kluczowych: nebulizacja, zastosowanie nebulizacji u osób starszych, rodzaje nebulizacji, inhalacja, nebulizator, inhalator, przewlekła obturacyjna choroba płuc, astma, choroby układu oddechowego w populacji starszej, efektywność nebulizacji.

## Wyniki

### Rodzaje nebulizatorów

#### *Nebulizator strumieniowy (pneumatyczny)*

Mechanizm działania tego rodzaju nebulizatora polega na zmianie płynnego lekarstwa w aerozol pod wpływem sprężonego powietrza przepływającego przez dyszę. Płynny lek miesza się ze sprężonym gazem tworząc strumień kropelek o średnicy do 5  $\mu\text{m}$  [4].

Nebulizatory strumieniowe zalecane są do podawania wszystkich roztworów i zawiesin leków stosowanych w leczeniu POChP [5].

#### *Nebulizator membranowo-siateczkowy*

Nebulizatory siatkowe posiadają membranę z wieloma mikroskopijnymi otworami do wytwarzania aerozolu o bardzo precyzyjnym rozmiarze pojedynczych kropelek. Ten rodzaj nebulizatora charakteryzuje się bardzo małą objętością resztkową, szybkim czasem zabiegu oraz możliwością rozpylenia różnorodnych roztworów i zawiesin. Urządzenia te są zasilane bateriami lub prądem, a zewnętrzny przepływ gazu nie jest wymagany. Wydajność dostarczania nebulizatora siatkowego może być trzy razy większa niż w przypadku nebulizatorów strumieniowych.

Nebulizatory siatkowe są droższe niż nebulizatory strumieniowe. Przykładem leków do inhalacji, w których został zatwierdzony inhalator membranowy jest Aztreonam (antybiotyk na mukowiscydozę) i glikopirrolan (długo działający antagonistą muskarynowy na POChP) [6].

#### *Nebulizator ultradźwięków*

Działanie tego typu nebulizatora polega na zmianie płynnego lekarstwa w aerozol pod wpływem energii fal ultradźwięków. Źródłem fal jest przetwornik, który pod wpływem drgań wytwarza fontannę aerozolu, wydychanego przez rurę aerozolową i dostarcza go do dróg oddechowych pacjenta. Nebulizatory wymagają mniejszej ilości roztworu leku w porównaniu z nebulizatorami strumieniowymi. Dodatkowo nie są napędzane przez sprężarkę, posiadają zasilanie bateryjne oraz niewielkie rozmiary zapewniają pacjentowi komfort i mobilność.

Nie zaleca się stosowania tego typu inhalatora w przypadku zawiesiny budesonidu, ze względu na potencjalne niedostateczne podanie dawki [1,5]. Potencjalnym problemem związanym ze stosowaniem nebulizatorów ultradźwiękowych jest możliwość inaktywacji leku przez fale ultradźwiękowe, chociaż nie wykazano, aby miało to miejsce w przypadku leków w postaci aerozolu [6].

#### *Inhalator MDI-Inhalator ciśnieniowy dozujący*

pMDI to pierwszy szeroko stosowany prześrodkowy wielodawkowy inhalator. Stosowany najczęściej przez pacjentów chorujących na POChP i astmę. Inhalator tego typu składa się z pojemnika zawierającego lek, substancje dodatkowe i dozownika wraz z ustnikiem, który jest jednocześnie urządzeniem uruchamiającym inhalator. Wciśnięcie pojemnika do obudowy powoduje uwolnienie ściśle określonej dawki aerozolu, sterowanej przez zastawkę dozownika (zastawka odmierzająca), w której

osadzona jest dysza pojemnika [1,4,7,8]. Lek znajdujący się w pojemniku może występować pod postacią zawiesiny lub roztworu, który ze względu na różnice temperatur wrzenia pomiędzy preparatem a powietrzem atmosferycznym, przedostaje się do powietrza i odparowuje tworząc aerozol z małymi kropelkami. Wielkość cząsteczek aerozolu różni się w zależności od produktu. Najbardziej wyraźną przewagą pMDI nad nebulizatorem są udogodnienia, w tym wielokrotne dawkowanie ( $\geq 100$  dawek/pojemnik), krótszy czas podawania oraz kompaktowość i mobilność urządzenia.[6]

## Zalety stosowania nebulizacji u osób starszych

### Skuteczne dostarczanie leków do dróg oddechowych:

Nebulizacja pozwala na bezpośrednie dostarczanie leków do dróg oddechowych, co może być szczególnie korzystne w przypadku osób starszych z chorobami układu oddechowego, takimi jak przewlekła obturacyjna choroba płuc (POChP) czy astma. W badaniu,

*Survey of patients' views of domiciliary nebuliser treatment for chronic lung disease* [9], w którym przebadano 75 pacjentów otrzymujących ambulatoryjną terapię nebulizatorem z powodu przewlekłej choroby płuc, 56-91% pacjentów zgłosiło, że stosowanie nebulizatora zapewnia lepszą kontrolę objawów, dobre samopoczucie i pewność siebie pomimo stosunkowo długiego czasu podawania leku.

**Nawilżenie dróg oddechowych:** Proces nebulizacji może również pomóc w nawilżeniu dróg oddechowych u osób starszych. Starsze osoby często mają wysuszone błony śluzowe, a zastosowanie nebulizacji może złagodzić dyskomfort i poprawić funkcjonowanie układu oddechowego.

**Możliwość podawania różnych leków:** Nebulizacja umożliwia podawanie różnych rodzajów leków, takich jak leki przeciwzapalne, rozszerzające oskrzela, leki mukolityczne czy antybiotyki, w zależności od potrzeb pacjenta. Dzięki temu może być wykorzystana w lecze-



Rycina 1. Zalety stosowania nebulizacji u osób starszych

Figure 1. Advantages of using nebulization in older people

niu różnych chorób układu oddechowego, zarówno ostrej jak i przewlekłej.

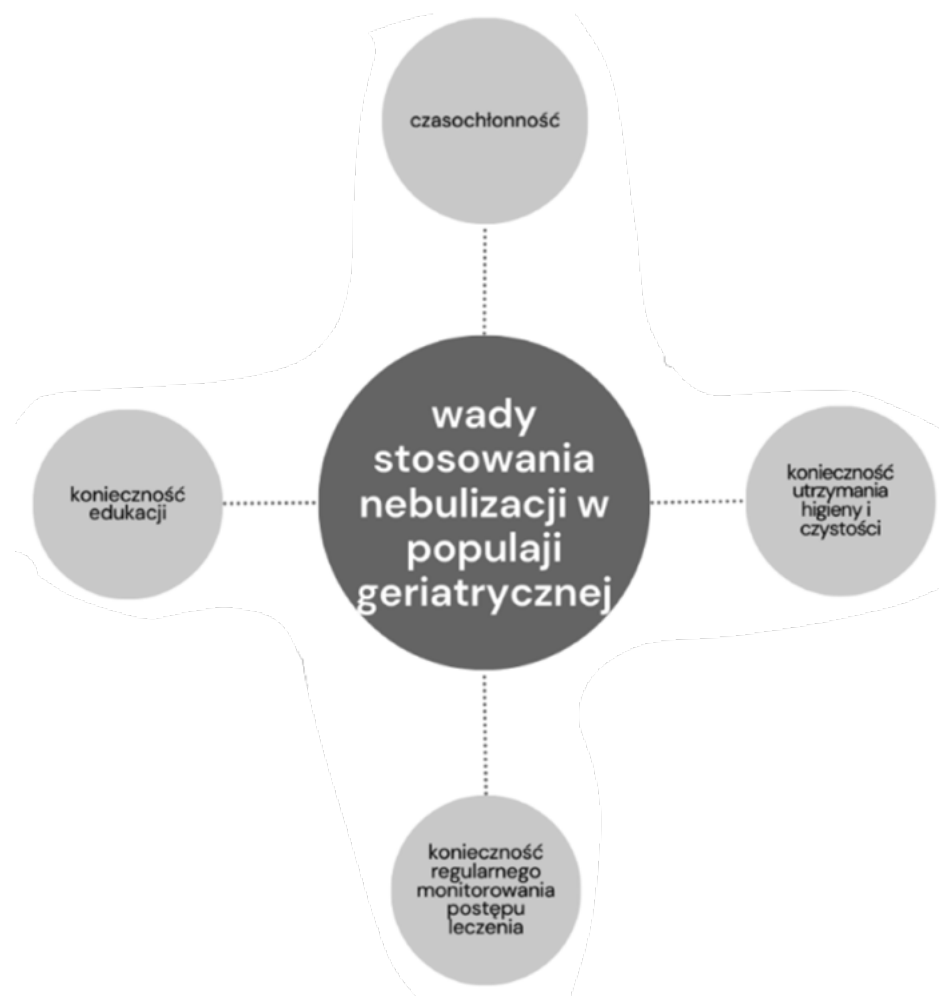
**Łatwość stosowania:** Nebulizacja jest stosunkowo prosta i łatwa w użyciu, zwłaszcza dla osób starszych, które mogą mieć trudności z korzystaniem z inhalatorów w innych formach (np. aerozoli wziewnych z inhalatorów dawkowych). Podanie leku nie wymaga koordynacji wdechu z jednoczesnym jego podaniem, przez co sprawdzą się u starszych osób z ograniczoną zręcznością manualną i zmniejszoną siłą [10]. Dodatkowo wrażenia zmysłowe w postaci pary dają pewność z zastosowania danego leku [1,11,12]. Według retrospektywnej analizy, przeprowadzonej przez Zarowitza i O'Shea na 27 106 mieszkańców domów opieki z POChP (58% kobiet i 65% w wieku 75) 83% otrzymywało co najmniej jeden lek do leczenia POChP. Podczas badania 49% pacjentów było leczonych za pomocą nebulizowanej postaci krótko działających beta-agonistów, a 23% było leczonych krótko działającym lekiem antycholinergicznym w nebulizacji. Pozostali korzystali z inhalatorów z krótko działającym

B-agonistą (15%) oraz krótko działającym lekiem przeciwholinergicznym (2%). Wśród nich 42% pacjentów cierpiało na umiarkowane lub ciężkie upośledzenie funkcji poznawczych, część podawała problemy ze słuchem i wzrokiem, które uniemożliwiały im poprawne przyjmowanie leków. Z tego powodu pacjenci wymagali szczegółowych instrukcji dotyczących sposobu podania leku. Badanie pacjentów z upośledzeniem funkcji poznawczych, którzy zostali poinstruowani odnośnie stosowania inhalatora wykazało, że jeden dzień po treningu 50% pacjentów z istotnymi zaburzeniami poznawczymi nie mogło poprawnie obsługiwać MDI.[2] W tym samym badaniu stwierdzono również, że obniżona siła ręki była niezależnym predyktorem nieprawidłowego użycia ciśnieniowego MDI [13]. Obecność bolesnego zapalenia stawów uniemożliwia prawidłowe użycie inhalatora ręcznego. Choroby nerwowo-mięśniowe, takie jak choroba Parkinsona lub powikłania po udarze również mogą przeszkadzać w używaniu inhalatorów ręcznych. Dodatkowe czynniki, które przyczyniają się

Tabela I. Zalety i wady stosowania poszczególnych nebulizatorów

Table I. Advantages and disadvantages of using individual nebulizers

Rodzaj inhalatora	Zalety	Wady
Nebulizator strumieniowy (pneumatyczny)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• łatwe podawanie dużych dawek</li> <li>• możliwa modyfikacja dawki;</li> <li>• wymaga mniejszej koordynacji ruchowej</li> <li>• możliwość stosowania terapii skojarzeniowej</li> <li>• możliwość uruchomienia wdechem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• duży koszt</li> <li>• wymaga źródła gazu pod ciśnieniem</li> <li>• możliwe zanieczyszczenia</li> <li>• długie przygotowanie urządzenia</li> <li>• ograniczona liczba leków do stosowania</li> </ul>
Nebulizator ultradźwięków	<ul style="list-style-type: none"> <li>• łatwe podawanie dużych dawek;</li> <li>• wymaga mniejszej koordynacji;</li> <li>• mała objętość martwa;</li> <li>• szybsze dostarczanie leku (niż nebulizator strumieniowy);</li> <li>• możliwość uruchomienia wdechem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• duży koszt;</li> <li>• możliwe zanieczyszczenia;</li> <li>• wymaga źródła prądu;</li> <li>• możliwość podrażnienia dróg oddechowych</li> <li>• konieczność długiego przygotowania urządzenia;</li> <li>• ograniczona liczba leków do stosowania</li> <li>• skłonny do awarii</li> </ul>
Nebulizator membranowo-siateczkowy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• łatwe podanie dużych dawek</li> <li>• wymaga mniejszej koordynacji ruchowej</li> <li>• możliwość modyfikacji dawki</li> <li>• możliwość uruchomienia wdechem</li> <li>• cichy</li> <li>• mniejsze starty leku podczas wydechu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• duży koszt</li> <li>• możliwe zanieczyszczenia</li> <li>• długie przygotowanie urządzenia</li> <li>• ograniczona liczba leków do stosowania</li> </ul>
Inhalator MDI- Inhalator ciśnieniowy dozujący	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kompaktowy</li> <li>• przenośny</li> <li>• urządzenie wielodawkowe</li> <li>• szybki w użyciu</li> <li>• odpowiedni w nagłych przypadkach</li> <li>• dostępne wiele preparatów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podanie leku wymaga koordynacji z wdechem;</li> <li>• przed użyciem wymagane energiczne wstrząśnienie</li> <li>• ograniczona liczba leków do stosowania</li> </ul>



Rycina 2. Wady stosowania nebulizacji u osób starszych  
Figure 2. Disadvantages of using nebulization in the elderly

do napotkanych trudności przez starszych pacjentów z POChP obejmują ich choroby współistniejące i złożoność towarzyszącego leczenia [2].

### Wady stosowania nebulizacji u osób starszych

Podawanie leków w formie nebulizacji ma również pewne potencjalne wady u osób starszych, które warto wziąć pod uwagę. Na rycinie 2 oraz poniżej opisano kilka z tych potencjalnych wad.

**Czasochłonność:** Nebulizacja może wymagać więcej czasu w porównaniu do innych form podawania leków, takich jak inhalatory dawkowe. Proces nebulizacji trwa zwykle kilka do kilkunastu minut, co może być uciążliwe dla niektórych osób starszych, szczególnie jeśli mają

ograniczoną zdolność do utrzymania skupienia lub cierpią na duszność. Stosowanie nebulizatorów u osób z ograniczonymi funkcjami poznawczymi i fizycznymi wymaga pomocy osób trzecich, co przy tak długim stosowaniu również może stanowić problem [14].

**Konieczność utrzymania higieny i czystości:** Nebulizatory i akcesoria do nebulizacji wymagają regularnego czyszczenia i konserwacji. W przypadku osób starszych, które mogą mieć trudności z codzienną pielęgnacją, utrzymanie czystości sprzętu nebulizacyjnego może być wyzwaniem. Jedno z badań wykazało, że nebulizatory, które nie były czyszczone po każdym użyciu, zaczęły zawodzić już po 40 użyciach [14].

**Możliwość wystąpienia efektów ubocznych:** Podobnie jak w przypadku innych form leków, istnieje ryzyko

wystąpienia działań niepożądanych po podaniu leków w formie nebulizacji [15]. Osoby starsze, które są bardziej podatne na działania niepożądane lub mają dodatkowe schorzenia, mogą być bardziej narażone na te efekty uboczne [16]. Dlatego ważne jest, aby monitorować pacjentów podczas nebulizacji i zgłaszać wszelkie niepokojące objawy lekarzowi.

**Konieczność regularnego monitorowania postępu leczenia:** Nebulizacja wymaga systematycznego i regularnego stosowania leków zgodnie z zaleceniami lekarza. Osoby starsze, które mają trudności z przestrzeganiem rutynowych zadań i często mają złożone plany leczenia, mogą mieć trudności z regularnym podawaniem leków w formie nebulizacji. Ocena zdolności pacjenta do efektywnego korzystania z nebulizatora wymaga więc oceny zdolności poznawczych do instruowania oraz fizycznych barier w manipulowaniu urządzeniem. Upośledzenie funkcji poznawczych jest powszechne u pacjentów z POChP i często jest związane z chorobami współistniejącymi, takimi jak choroba Alzheimera czy chorobą Parkinsona. Jednak dysfunkcje poznawcze mogą również wynikać z hipoksemii, hiperkapnii, które często towarzyszą postępującemu POChP. Dysfunkcje poznawcze ocenia się za pomocą narzędzi, w tym skróconego testu psychicznego (AMTS) i Mini-Mental State Examination (MMSE). Funkcje poznawcze są ważnym wyznacznikiem zdolności do przyswajania i zapamiętywania technik niezbędnych do prawidłowego korzystania z nebulizatorów [17].

**Konieczność edukacji:** Bardzo ważne przy wyborze odpowiedniego urządzenia do nebulizacji, jest również edukacja pacjenta co do jego obsługi. Jest to ważny aspekt w celu odpowiedniego podania leku i jego skuteczności, dlatego niezależnie od wybranego urządzenia, edukacja pacjenta ma zasadnicze znaczenie dla optymalizacji techniki nebulizacji i przestrzegania zaleceń lekarskich. Ustne instrukcje i demonstracje, wraz z ciągłą oceną i ponownym szkoleniem, są niezbędne w zakresie stosowania nebulizatorów [14].

**Duży koszt:** Zastosowanie specjalistycznego sprzętu do inhalacji, wymaga dużych wymagań dużych nakładów finansowych jednak w retrospektywnej analizie przeprowadzonej w USA oszacowano koszty leków stosowanych w leczeniu dróg oddechowych w 28 szpitalach w systemie opieki zdrowotnej po stopniowym wdrażaniu protokołu inhalatora i nebulizacji, z których wynika, że ogólnosystemowe wydatki na leki spadły w pierwszym i drugim. roku po wdrożeniu. Rodzi to

nadzieje na obniżenie kosztów leczenia w przyszłości [12,18].

## Nebulizacja w przewlekłej obturacyjnej chorobie płuc

Przewlekła obturacyjna choroba płuc jest powszechnym problemem populacji geriatrycznej- jej częstość występowania szacuje się na 10 % w populacji USA w wieku 75 lat [2]. Leki wziewne stanowią podstawę leczenia POChP i są zwykle podawane przez jeden z trzech typów urządzenia, tj. inhalatory ciśnieniowe z odmierzoną dawką, inhalatory suchego proszku i nebulizatory. Zmiany w budowie dróg oddechowych związane z wiekiem, a także ograniczenia poznawcze, z którymi borykają się osoby starsze mogą zakłócać prawidłowe podawanie leków wziewnych, powodując ich niedostateczną skuteczność terapeutyczną. Dlatego tak ważne jest, aby dobierać lek do specjalnych potrzeb i wymogów pacjenta [12,14].

Wraz z wiekiem częstość zachorowań, a tym samym rozpoznawanie POChP rośnie. Dodatkowo dochodzi do postępującej redukcji podatności ściany klatki piersiowej, zmniejszenia siły mięśni oddechowych oraz zmian anatomicznych w mięszu płuc i obwodowych drogach oddechowych. Zmiany kształtu klatki piersiowej spowodowane osteoporozą i kifozą mogą doprowadzić do braku efektywnej mechaniki ściany klatki piersiowej. Konsekwencją jest zmniejszony szczytowy przepływ wydechowy i wdechowy, spadek pojemności całkowitej i zaburzenia efektywności wymiany gazowej [4,14,19]. Pacjenci z zaburzeniami funkcji poznawczych, nerwowo-mięśniowych a także pacjenci z nieoptymalnym szczytowym przepływem wdechowym mogą nie uzyskać pełnych korzyści ze stosowania inhalatorów ręcznych. Znaczna liczba pacjentów nie jest w stanie wytworzyć szczytowego natężenia przepływu wdechowego. Ponadto pacjenci mogą mieć trudności z koordynacją inhalacji z uruchomieniem urządzenia, co jest wymagane w przypadku pMDI. Leczenie nebulizacją zapewnia pacjentom z POChP alternatywną drogę podawania, która pozwala uniknąć konieczności przepływu wdechowego, sprawności manualnej lub złożonej koordynacji oddech-ręka [10,12].

Według badań Hankinson'a z każdą dekadą, zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn, dochodzi do zmniejszenia natężonej objętości wydechowej pierwszosekundowej (FEV1) o około 200-300 ml (w wieku od 20 do 70 lat) [20]. W wieku 70 lat FEV1 spada o około 30%, a natężona pojemność życiowa (FVC) o około

20% względem wydajności w wieku 20 lat. Dodatkowo wymiana gazowa spada liniowo od trzeciej dekady życia i zmniejsza się o jedną trzecią do wieku około 85 lat. Utrata elastyny prowadzi do znacznego wzrostu objętości zalegającej. Powyższe zmiany przyczyniają się do zwiększonego prawdopodobieństwa POChP u osób starszych i mogą być one mniej podatne na leczenie [2].

Celem leczenia osób starszych z POChP jest zmaksymalizowanie funkcji ich płuc i zapobieganie zaostrzeniom. Aby je osiągnąć stosuje się głównie leki wziewne, w tym krótko działające i długo działające beta<sub>2</sub>-selektywne agonistów, krótko i długo działających antagonistów cholinergicznym oraz kortykosteroidów. Leki te są podane przez jeden z trzech rodzajów urządzeń, tj. inhalatory ciśnieniowe z odmierzoną dawką (MDI), suchy proszek inhalatory (DPI) lub nebulizatory.

Badanie przedstawione w publikacji *Effect of discontinuation of nebulizer maintenance bronchodilator therapy during the Covid-19 pandemic: A retrospective cohort study of elderly COPD patients residing in long-term care facilities*, przedstawiło problem pacjentów z przewlekłą obturacyjną chorobą płuc, będących na terapii podtrzymującej w postaci nebulizacji. Podczas pandemii COVID-19 z powodu obawy przed zakażeniem wielu pacjentów mieszkających we własnych domach nie korzystało z poradni specjalistycznych. Pod opieką medyczną pozostali jedynie pacjenci na stałe przebywający w ośrodkach opieki zdrowotnej [21].

Korzystając z elektronicznej bazy danych Lighthouse firmy PointClickCare, przeprowadzono retrospektywne badanie kohortowe pacjentów z POChP przebywających w placówkach opieki długoterminowej w okresie od 1 sierpnia 2019 r. do 31 lipca 2020 r. Badaniem objęto 2141 pacjentów z POChP przebywających w placówkach opieki długoterminowej. Około 39% pacjentów przerwało terapię podtrzymującą w postaci nebulizacji w okresie objętym badaniem, a około 25% przerwało leczenie w okresie od stycznia do marca 2020 r. po rozpoczęciu pandemii COVID-19. Profil osób przerywających stosowanie nebulizatora obejmował średni wiek 79 lat, 58% kobiet, 82% rasy kaukaskiej i 64% mieszkających w placówkach opieki długoterminowej. Po przerwaniu leczenia nebulizacją 42% cierpiało na zastoinową niewydolność serca, 27% odczuwało lęk i u 10% wystąpiły objawy astmy. Pacjenci z POChP w placówkach opieki długoterminowej, którzy przerwali leczenie podtrzymujące nebulizatorem, mieli większą liczbę hospitalizacji (6,8% do 5,3%) niż ci, którzy nadal używali nebulizatorów. W okresie badania osoby, które przerwały leczenie,

miały mniej wizyt na SOR (16,5% do 19,6%) i zaostrzeń POChP (3,4% do 3,6%) niż osoby kontynuujące leczenie.

Podstawą osiągnięcia efektów terapeutycznych jest prawidłowe i systematyczne stosowanie leków, jednak w populacji geriatrycznej leczonej na POChP jedynie około 40% pacjentów stosuje się do zaleceń lekarskich. Ze względu na zaburzenia fizyczne i poznawcze starsi ludzie często mają problem z odpowiednią podażą tych leków, co przekłada się na ograniczoną skuteczność. Leczenie ma za zadanie maksymalnie poprawić jakość życia chorych oraz zminimalizować częstość zaostrzeń choroby.

W badaniu przedstawionym w *Nebulization versus metered-dose inhaler and spacer in bronchodilator responsiveness testing* przeanalizowano dane pacjentów z przewlekłą obturacyjną chorobą płuc, którzy przeszli badanie między 1 grudnia 2021 r. a 30 czerwca 2022 r. w Szpitalu Xiangya, Central South University. Po podaniu 400 µg salbutamolu za pomocą MDI z przestrzennikiem lub 2,5 mg za pomocą nebulizatora, zmiany w pierwszej sekundzie wymuszonego wydechu (FEV<sub>1</sub>) i wymuszonej pojemności życiowej (FVC) zostały przeanalizowane u pacjentów z umiarkowanymi do bardzo ciężkimi nieprawidłowościami spirometrycznymi [wartości procentowe FEV<sub>1</sub> przed bronchodilatorem (FEV<sub>1</sub>%pred) ≤59%]. Znacząca reaktywność została oceniona jako >12% i >200 mL poprawy w FEV<sub>1</sub> i/lub FVC lub >10% wzrostu wartości procentowej FEV<sub>1</sub> lub FVC od przed do po podaniu leku rozszerzającego oskrzela.

Spośród zarejestrowanych 894 pacjentów, 83,2% stanowili mężczyźni (średni wiek: 63 lata). Przyrost FEV<sub>1</sub> i zwiększenie FEV<sub>1</sub> w odniesieniu do wartości przewidywanej było istotnie wyższe u pacjentów <65 roku życia i u tych z ciężkimi nieprawidłowościami spirometrycznymi w grupie nebulizacji niż u pacjentów w grupie MDI. W porównaniu z MDI pacjenci korzystający z nebulizacji mieli o 30 ml większy przyrost FEV<sub>1</sub> i o 1,09% większy wzrost FEV<sub>1</sub>% od wartości wyjściowej. Zgodnie z kryterium > 12% i >200 ml wzrostu, wartość z nebulizacją była 1,67 razy wyższa niż z MDI.

Stwierdzono, że przyrost objętości wymuszonego wydechu w pierwszej sekundzie był istotnie wyższy u pacjentów w wieku poniżej 65 lat i u tych z ciężkimi nieprawidłowościami spirometrycznymi w grupie nebulizacji niż u pacjentów w grupie MDI. Badanie dostarcza dowodów, że salbutamol podawany za pomocą nebulizatora jest bardziej preferowany niż MDI u pacjentów poniżej 65 roku życia i u tych z ciężkimi nieprawidłowo-

wościami spirometrycznymi oraz może zwiększyć pozytywną reaktywność na leki rozszerzające oskrzela [22].

Kluczowe znaczenie ma sposób podaży leków wziewnych. Zaawansowany wiek, upośledzenie funkcji poznawczych lub niesprawność w obrębie kończyn górnych są czynnikami ryzyka nieprawidłowej techniki inhalacji leków wziewnych. W grupie tak heterogenicznej, jak populacja pacjentów w wieku podeszłym odpowiedni wybór urządzenia (pMDI, DPI, nebulizator) i regularna kontrola sposobu jego stosowania jest priorytetem.

Obecnie nie ma na rynku urządzenia przeznaczonego szczególnie dla osób w wieku podeszłym. Dostępne inhalatory wymagają wykonania całego szeregu czynności, począwszy między innymi od prawidłowego umieszczenia leku, poprzez wykonanie efektywnego wdechu i odpowiednio długie zatrzymanie powietrza. Popęlenie błędu na którymkolwiek etapie w znacznym stopniu obniża depozycję leku w płucach. W związku z tym wybór inhalatora powinien być uzależniony głównie od możliwości kognytywnych i ograniczeń fizycznych pacjenta. W przypadku osób sprawnych zarówno intelektualnie, jak i fizycznie istotnymi kryteriami, które warto wziąć pod uwagę podczas wyboru urządzenia do inhalacji leku, mogą być: dostępność na rynku, koszt oraz wygoda stosowania. Natomiast, zalecając inhalator pacjentowi z różnymi ograniczeniami funkcjonalnymi, konieczne jest uwzględnienie realnych możliwości użycia danego typu aplikatora. Wykorzystanie nebulizatorów w leczeniu przewlekłym jest czasochłonne i kosztowne, choć w dużym stopniu uniezależnia podaż leków od współpracy z chorym i umożliwia podawanie leków pacjentom ze znacznymi ograniczeniami fizycznymi i umysłowymi [20].

Podsumowując, wybór urządzenia do podaży leków wziewnych powinien być spersonalizowany, a przy podejmowaniu decyzji należy uwzględnić możliwości i preferencję pacjenta i opiekuna. Niezależnie od wybranego urządzenia konieczna jest ciągła edukacja, demonstracje i stała regularna kontrola techniki podaży leków [23].

## Dyskusja

Astma jest wieloczynnikową, heterogeniczną chorobą charakteryzującą się przewlekłym zapaleniem w obrębie oskrzeli oraz zmiennym nasileniem objawów. Odwracalna obturacja dróg oddechowych oraz nadreaktywność oskrzeli często z alergicznym lub eozynofilową komponentą są częste u starszych pacjentów z astmą. Syndrom nakładania się astmy i przewlekłej obturacyj-

nej choroby płuc (ACOS), czyli kombinacja alergicznej nadreaktywności dróg oddechowych oraz historii palenia tytoniu lub innych szkodliwych czynników środowiskowych, może prowadzić do częściowej obturacji dróg oddechowych i często występuje u pacjentów w starszym wieku [15,24].

Astma i przewlekła obturacyjna choroba płuc (POChP) to powszechnie występujące zaburzenia, które są związane ze wzrastającą zachorowalnością i umieralnością w starszym wieku. Leki rozszerzające oskrzela są powszechnie stosowane u pacjentów z tymi schorzeniami, ale nawet gdy są stosowane w postaci inhalacji, mogą wywoływać zarówno efekty lokalne, jak i ogólnoustrojowe. Starsi ludzie doświadczają większej liczby działań niepożądanych leków ze względu na zmiany farmakodynamiczne i farmakokinetyczne, a zwłaszcza interakcje lek-lek oraz lek-choroba [16].

Leczenie chorych na astmę w podeszłym wieku komplikują różne wyzwania tj: zwiększone ryzyko chorób współistniejących, fizyczne trudności w korzystaniu z inhalatorów, ubytki funkcji poznawczych oraz ograniczenia finansowe [25]. Zastosowanie w tej jednostce chorobowej znalazła również nebulizacja. Słaba technika inhalacji i nieprzestrzeganie zasad stosowania inhalatora wiąże się ze nieefektywną kontrolą astmy, dlatego ważne jest prawidłowe dostarczanie leku do dróg oddechowych. Według badania „Health-related effects of home nebulization with glycopyrronium on difficult – to – treat asthma: post- hoc analyses of an observational study” [26], z udziałem 53 trudnych do leczenia lub niekontrolowanych dorosłych chorych na astmę (w wieku  $60,4 \pm 16,8$  lat) otrzymujących już LABA/GKS, otrzymywało glikopironium w nebulizacji z poprawą objawów i zmniejszeniem zużycia leków doraźnych [15].

Alergiczny nieżyt nosa, kiedyś postrzegany jako choroba młodych ludzi, coraz częściej spotykany jest u osób starszych. Skuteczne leczenie jest konieczne nie tylko po to, aby zminimalizować wpływ ANN na starszą populację, ale także aby zapobiec jej wystąpieniu lub zaostrzeniu astmy. Podczas wyboru leczenia chorych na ANN w podeszłym wieku należy wziąć pod uwagę zależne od wieku czynniki fizjologiczne takie jak zmiany w błonie śluzowej nosa, trudności połykaniu oraz problemy ze wzrokiem lub motoryką, które mogą wpływać na odpowiedź na leczenie. Leki przeciwhistaminowe pierwszej, drugiej generacji oraz antagoniści receptora leukotrienowego wiążą się z większą częstością występowania działań niepożądanych i interakcji między lekami u osób starszych.



Alternatywą w leczeniu ANN, uczucia zatkanego nosa oraz suchości błon śluzowych nosa jest nebulizacja nosa izotonicznym chlorkiem sodu, pozwala ona na usunięcie gęstego śluzu oraz nawilżenie błon śluzowych [29]. Jednakże istnieją zarówno wady, jak i zalety związane z leczeniem nieżyty nosa za pomocą nebulizacji. Wśród zalety możemy wymienić szybkie dostarczenie leków bezpośrednio do nosa, co może przyspieszyć łagodzenie objawów nieżyty nosa u osób starszych. Możliwość dostosowania dawki leku w zależności od indywidualnych potrzeb pacjenta oraz łatwe stosowanie u osób z trudnościami w połykaniu.

Niektórzy pacjenci starsi mogą mieć trudności z oddychaniem przez nos, co może ograniczać skuteczność nebulizacji jako metody dostarczania leków do nosa. Nebulizacja wymaga regularnego podawania leków, co może być utrudnione u niektórych osób starszych ze względu na problemy z pamięcią lub zorganizowaniem.

Mimo że nebulizacja może być skuteczną metodą leczenia nieżyty nosa u osób starszych, należy wziąć pod uwagę zarówno jej zalety, jak i wady. W każdym przypadku decyzję o stosowaniu tej metody powinien podjąć lekarz, biorąc pod uwagę indywidualne potrzeby i warunki pacjenta.

Nebulizacja znalazła swoje zastosowanie także w bronchoskopii. Według badania przeprowadzonego w szpitalu Zhejiang w którym brało udział 80 pacjentów w podeszłym wieku z ciężkim respiratorowym zapaleniem, wysunięto wnioski że stosowanie acetylocysteininy w formie nebulizacji połączonej z bronchoskopią może znacząco kontrolować stopień zakażenia płuc u starszych pacjentów, poprawić parametry mechaniki oddechowej, skrócić czas wentylacji mechanicznej i stosowania antybiotyków [28].

Przed bronchoskopią pacjenci w podeszłym wieku mogą otrzymać nebulizowane leki, które pomagają przygotować ich drogi oddechowe. Leki nebulizowane, takie jak leki rozszerzające oskrzela (np. salbutamol) lub mukolityki (np. acetylocysteina), mogą rozszerzać drogi oddechowe i wspierać usuwanie wydzieliny zalegającej w oskrzelach, ułatwiając przeprowadzenie bronchoskopii i poprawiając widoczność w trakcie wykonywanego badania [29].

Nebulizacja może również być stosowana do podania miejscowych środków znieczulających bezpośrednio do dróg oddechowych, zapewniając znieczulenie miejscowe dla dróg oddechowych i zmniejszając dyskomfort podczas bronchoskopii [30]. Lidokaina jest często nebu-

lizowana w tym celu, aby znieczulić gardło i oskrzela i uczynić procedurę bardziej znośną dla pacjentów w podeszłym wieku.

Podczas bronchoskopii nebulizacja może być stosowana do ułatwienia płukania oskrzeli lub higieny drzewa oskrzelowego. Roztwór soli fizjologicznej lub wody destylowanej może być nebulizowany i wprowadzany do dróg oddechowych, aby pomóc w pobieraniu próbek, usuwaniu wydzieliny lub usuwaniu zanieczyszczeń, co wspiera aspekty diagnostyczne i terapeutyczne procedury.

W pewnych przypadkach nebulizacja może być stosowana do podawania leków bezpośrednio do dróg oddechowych podczas bronchoskopii. Na przykład, nebulizowane antybiotyki lub leki przeciwgrzybicze mogą być podawane w celu leczenia infekcji dróg oddechowych lub grzybiczych zmian zidentyfikowanych w trakcie procedury [31,32].

Po bronchoskopii nebulizacja może być kontynuowana jako część opieki pooperacyjnej dla pacjentów w podeszłym wieku. Nebulizowane leki, takie jak leki rozszerzające oskrzela lub kortykosteroidy, mogą być podawane w celu złagodzenia skurczu oskrzeli, zmniejszenia stanu zapalnego lub złagodzenia innych objawów oddechowych po procedurze.

Reasumując, nebulizacja odgrywa kluczową rolę w procedurach bronchoskopii u osób starszych, ułatwiając przygotowanie dróg oddechowych, zapewniając znieczulenie, pomoc w płukaniu oskrzeli, podawaniu leków i wspierając opiekę po procedurze. Konkretny sposób stosowania nebulizacji w bronchoskopii może się różnić w zależności od stanu zdrowia pacjenta, wymagań proceduralnych i preferencji lekarza.

## Wnioski

Leczenie POChP za pomocą terapii wziewnej powinno być dostosowane do każdego starszego pacjenta. Wybór inhalatora dla tych pacjentów powinien brać pod uwagę ich zdolności poznawcze, fizyczne i edukacyjne. MDI jest najszybszym i najbardziej praktycznym sposobem podaży leków. Są pierwszym wyborem dla tych pacjentów, którzy potrafią zapamiętać instrukcję jego obsługi. Jednak dla pacjentów w podeszłym wieku, zwłaszcza tych z zaburzeniami funkcji poznawczych, z zapaleniem stawów rąk, stanami neurologicznymi lub skrajnie osłabionych MDI może stanowić wyzwanie. U takich pacjentów powinno się zastosować leki w formie nebulizowanej.

## Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

## Adres do korespondencji / Correspondence address

✉ Jakub Husejko  
 Katedra Geriatrii, *Collegium Medicum* Uniwersytetu  
 Mikołaja Kopernika w Toruniu  
 ul. Chodkiewicza 19e/9, 95-065 Bydgoszcz  
 ☎ (+48) 725 465 576  
 ✉ kubahusejko@gmail.com

## Piśmiennictwo/References

1. Sorino CS, Spanevello A, et al. Inhalation therapy devices for the treatment of obstructive lung diseases: the history of inhalers towards the ideal inhaler. 2020;75:15-8. doi: 10.1016/j.ejim.2020.02.023.
2. Taffet E G, Donohue FJ, Altman RP. Considerations for managing chronic obstructive pulmonary disease in the elderl. 2013;9:23-30. doi: 10.2147/CIA.S52999.
3. Rospond B, Krakowska A, Muszyńska B, et al. The history, current state and perspectives of aerosol therapy. 2021 Dec 30;72(2):225-243. doi: 10.2478/acph-2022-0017.
4. Hagemeyer L, van Koningsbruggen-Rietschel S, Matthes S, et al. From the infant to the geriatric patient-Strategies for inhalation therapy in asthma and chronic obstructive pulmonary disease. 2023;17(6):487-98. doi: 10.1111/crj.13610. Epub 2023 Apr 13.
5. Barrons R, Pegram A, Borries A. Inhaler device selection: special considerations in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease. 2011;68(13):1221-32. doi: 10.2146/ajhp100452.
6. Pleasants AR, Hess RD. Aerosol Delivery Devices for Obstructive Lung Diseases. 2018;63(6):708-33. doi: 10.4187/respcare.06290.
7. Emeryk A. Pressurized metered dose inhaler (pMDI)- change of its properties by the use of freon-free propellants. 2017;1:39-42.
8. Rau JL. The inhalation of drugs: advantages and problems. 2005;50(3):367-82.
9. Barta SK, Crawford A, Roberts CM. Survey of patients' views of domiciliary nebuliser treatment for chronic lung disease. 2002. doi: org/10.1053/rmed.2001.1292.
10. Frohnhofen H, Hagen O. Handgrip strength measurement as a predictor for successful dry powder inhaler treatment: application in older individuals with COPD. 2011;44(4):245-9. doi: 10.1007/s00391-011-0222-1.
11. Karolewicz B, Pluta J, Haznar D. Nebulizacja jako metoda podawania leków. 2009.
12. Barjaktarevic ZI, Milstone P A: Nebulized Therapies in COPD: Past, Present, and the Future. 2020;15:1665-77 doi: 10.2147/COPD.S252435.
13. Barbara S, Kritikos V, Bosnic-Anticevich S. Inhaler technique: does age matter? A systematic review. 2017;26(146):170055. doi: 10.1183/16000617.0055-2017.
14. Standaert TA, Morlin LG, Williams-Warren J, et al. Effects of repetitive use and cleaning techniques of disposable jet nebulizers on aerosol generation. 1998;114(2):577-86 doi:10.1378/chest.114.2.577.
15. Albertson ET, Pugashetti VJ, Chau-Etchepare F, et al. Pharmacotherapeutic management of asthma in the elderly patient. 2020;21(16):1991-2010 doi:10.1080/14656566.2020.1795131.
16. Gupta P, O'Mahony S M: Potential adverse effects of bronchodilators in the treatment of airways obstruction in older people: recommendations for prescribing. 2008;25(5):415-43. doi: 10.2165/00002512-200825050-00005.
17. Balzano G, Battiloro R, Biraghi M, et al. Effectiveness and acceptability of a domiciliary multidrug inhalation treatment in elderly patients with chronic airflow obstruction: metered dose inhaler versus jet nebulizer. 2000;13(1):25-33. doi: 10.1089/jam.2000.13.25.
18. Larson T. Economic impact and chronic obstructive pulmonary disease outcomes of a comprehensive inhaler to nebulization therapy protocol implementation in a large multi-state healthcare system. 2019;35(10):1805-17. doi: 10.1080/03007995.2019.1628562.
19. Kałucka S. Trudności w leczeniu POChP u osób starszych - Difficulties in treating COPD in the elderly. 2019;13:167-76.
20. Incalzi RA, Scarlata S, Pennazza G, et al. Chronic Obstructive Pulmonary Disease in the elderly. 2014;25(4):320-8. doi: 10.1016/j.ejim.2013.10.001.
21. Niu X, Veeranki P, Birch K. Effect of discontinuinin nebulizer maintenance broncodilator therapy durin te Covid-19 pandemic: A restrospective coort study of elderly copd patients residing in lon- term care facilities. 2021. doi: 10.1016/j.chest.2021.07.1655.
22. Geffen W, Douma RW, Slebos JD, et al. Bronchodilators delivered by nebuliser versus pMDI with spacer or DPI for exacerbations of COPD. 2016;2016(8):CD011826. doi: 10.1002/14651858.CD011826.pub2.
23. Dzieża-Grudnik A. POChP w wieku podeszłym. 2018.
24. Albertson ET, Pugashetti EVJ, Chau-Etchepare F, et al. Pharmacotherapeutic management of asthma in the elderly patient. 2020;21(16):1991-2010; doi:10.1080/14656566.2020.1795131.

25. Ciebiada M, Barylski M, Górska-Ciebiada M. Asthma bronchiale in elderly. 2018;26(7).
26. Talwar D, Bendre S: Health-Related Effects of Home Nebulization With Glycopyrronium on Difficult-to-Treat Asthma: Post-Hoc Analyses of an Observational Study. 2020. doi: 10.2196/17863.
27. Slavin RG. Special considerations in treatment of allergic rhinitis in the elderly: Role of intranasal corticosteroids. 2010;31(3):179-84. doi: 10.2500/aap.2010.31.3342.
28. Liang W, Yihua Y, Li L, et al. Clinical effect of nebulized acetylcysteine inhalation combined with bronchoscopy in the treatment of elderly patients with severe ventilator-associated pneumonia. 2020;36(4):267-72; doi: 10.3760/cma.j.cn501120-20200229-00107.
29. Gu W, Xu M, Lu H i wsp: Nebulized dexmedetomidine-lidocaine inhalation as a premedication for flexible bronchoscopy: a randomized trial. 2019 Nov;11(11):4663-4670. doi: 10.21037/jtd.2019.10.59.
30. Madan K, Biswal SK, Saurabh Mittal S, et al. 1% Versus 2% Lignocaine for Airway Anesthesia in Flexible Bronchoscopy Without Lignocaine Nebulization (LIFE): A Randomized Controlled Trial. 2018;25(2):103-10. doi: 10.1097/LBR.0000000000000458.
31. Godet C, Couturaud F, Marchand-Adam S, et al. Nebulised liposomal amphotericin-B as maintenance therapy in allergic bronchopulmonary aspergillosis: a randomised, multicentre trial. 2022;59(6):2102218. doi: 10.1183/13993003.02218-2021.
32. Dhanani J, Roberts J, Monsel , et al. Understanding the nebulisation of antibiotics: the key role of lung microdialysis studies. 2024;28(1):49. doi: 10.1186/s13054-024-04828-z.