

# ***I Ty możesz świecić przykładem – czyli jak skutecznie i bezpiecznie stosować budesonid w nebulizacji?***

***You can set an example too – how to effectively and safely use budesonide in nebulization?***

**prof. dr hab. n. med. Andrzej Emeryk**

Oddział Pediatrii, Chorób Płuc i Reumatologii, Uniwersytecki Szpital Dziecięcy w Lublinie

## **Streszczenie:**

Omówiono podstawowe właściwości farmakokinetyczne i farmakodynamiczne budesonidu w formie zawiesiny do nebulizacji. Ten lek znajduje zastosowanie w terapii inhalacyjnej wielu zapalnych i obturacyjnych schorzeń dróg oddechowych u noworodków, niemowląt, dzieci starszych i dorosłych. Najczęściej stosuje się go w ostrym zapaleniu krtani (różne postaci) oraz w astmie (zaostrzenia, terapia przewlekła). Podano najważniejsze zasady prawidłowej nebulizacji budesonidu przy użyciu różnych nebulizatorów. Zwrócono uwagę na możliwe błędy podczas nebulizacji.

## **Abstract:**

The basic pharmacokinetic and pharmacodynamic properties of budesonide in the form of a nebulization suspension are discussed. This drug is used in inhalation therapy of numerous inflammatory and obstructive respiratory diseases in newborns, infants, older children and adults. It is most often used in acute laryngitis (various forms) and asthma (exacerbations, chronic therapy). The most important principles of correct nebulization of budesonide using different nebulizers are given. Attention was drawn to possible errors during nebulization.

**Słowa kluczowe:** budesonid, nebulizacja, nebulizatory, astma, ostre zapalenie krtani, POChP, dzieci, dorośli

**Key words:** budesonide, nebulization, nebulizers, asthma, acute laryngitis, COPD, children, adults

## **Wstęp**

Celem artykułu jest przypomnienie najważniejszych wskazań do stosowania budesonidu (BUD) w formie nebulizacyjnej (zawiesina do nebulizacji – BIS, budesonide inhalation suspension) w codziennej praktyce lekarskiej oraz doboru sprzętu i zasad prowadzenia nebulizacji w oparciu o najnowsze opracowania.

## **Podstawowe właściwości farmakodynamiczne i farmakokinetyczne budesonidu**

BUD jest syntetycznym glikokortykosteroidem (GKS) o bardzo silnym miejscowym działaniu przeciwalergicznym i przeciwzapalnym [1, 2]. To najczęściej

i najdłużej stosowany GKS inhalacyjny. BUD znajduje zastosowanie w terapii inhalacyjnej wielu zapalnych i obturacyjnych schorzeń dróg oddechowych u noworodków, niemowląt, dzieci starszych i u dorosłych. Dostępny jest od lat 90. ubiegłego wieku w kilku formach inhalacyjnych, w tym jako zawiesina do nebulizacji (BIS) [3, 4]. Najważniejsze właściwości farmakodynamiczne i farmakokinetyczne BUD w formułacjach inhalacyjnych podano w tabeli 1.

Te właściwości oraz stosowane z BUD inhalatory pozwalają na osiągnięcie bardzo dobrego stosunku efektywności klinicznej do bezpieczeństwa oraz dawkowania leku (nawet raz na dobę). To przekłada się na popularność BUD w wielu krajach, także w Polsce. Ten lek może być stosowany bezpiecznie u kobiet w ciąży

**Tabela 1.** Właściwości farmakodynamiczne i farmakokinetyczne BUD inhalacyjnego [6].

	Względne powinowactwo do receptora GKS	Wiązanie z białkami osocza (%)	Całkowity klirens systemowy (l/h)	Biodostępność z przewodu pokarmowego (% DE)	Objętość dystrybucji (Vd/F-L)	Półokres eliminacji (h)	Czas retencji w płucach (h) po podaniu i.v./inh.
Budezonid	935	88	84	6–11	183	2,8	1,8/2,2

GKS – glikokortykosteroid.

oraz kobiet karmiących – ma najwyższą kategorię bezpieczeństwa ciąży (B) spośród wziewnych GKS [7, 8]. Właściwe leczenie astmy w ciąży, w tym stosowanie wziewnych GKS, przekłada się m.in. na niższe ryzyko wcześniactwa i lepszy stan zdrowia noworodka [9].

### Nebulizatory do terapii budezonidem

BIS został pierwotnie zarejestrowany przez FDA (*Food and Drug Administration*) u dzieci z nebulizatorem pneumatycznym pracy ciągłej (NP) Pari LC Plus [10–12]. Ze względu na ogromną różnorodność technologiczną NP (głowic nebulizacyjnych, sprężarek i ich kombinacji) istnieje wysokie ryzyko zainhalowania niewłaściwej (najczęściej zbyt małej) dawki, przede wszystkim w dolnych drogach oddechowych w stosunku do badań rejestracyjnych. Zjawisko to dotyczy zwłaszcza małych dzieci (poniżej 5. r.ż.) oraz chorych z rozlaną obturacją oskrzeli [13–18]. Podobnie duża różnorodność występuje w drugiej, bardzo dużej grupie urządzeń do nebulizacji – nebulizatorach ultradźwiękowych siateczkowych (NS) [19]. Przy czym w ostatnich latach przeprowadza się coraz więcej badań na tych nebulizatorach także z BIS [20–22]. Na rycinie 1 ukazano podział nebulizatorów uwzględniający sposób generowania aerozolu i powiązanie ich działania z wdechem chorego.

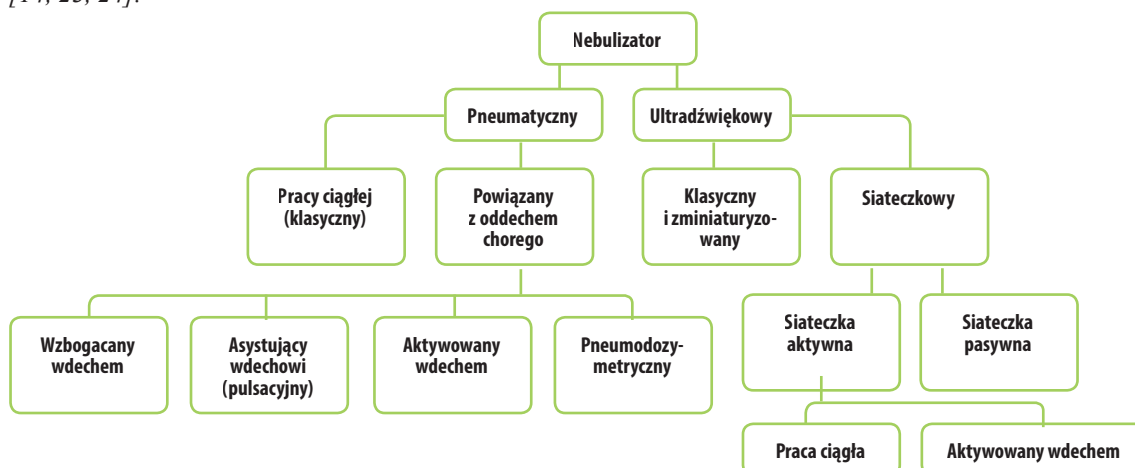
### Budezonid w formie nebulizacyjnej w terapii chorób dróg oddechowych

Glikokortykosteroidy wziewne, w tym BIS, znajdują zastosowanie w wielu zapalnych i obturacyjnych schorzeniach dróg oddechowych u noworodków, niemowląt, dzieci starszych i u dorosłych, chociaż zastosowanie to nie zawsze jest zgodne z ChPL (tab. 2).

Od wielu lat główne i najczęstsze w praktyce wskazania do podawania GKS w nebulizacji to: astma, obturacyjne zapalenie oskrzeli (tzw. astma wczesnodziecięca) oraz ostre zapalenie krtani. W tym miejscu należy kolejny raz przypomnieć, iż do nebulizacji powinno się używać jedynie GKS posiadające formułę dopuszczoną do nebulizacji (w kraju BUD i propionian flutykazonu), a stosowanie hydrokortyzonu czy GKS doustnych drogą nebulizacji jest błędem medycznym i terapią nieefektywną [35].

### W ostrym podgłośniowym zapaleniu krtani

Ostre zapalenie krtani jest jedną z najczęstszych klinicznych postaci tzw. zespołu krupu. Zespół ten cechują następujące objawy: chrypka, szczekający kaszel oraz świsty wdechowe (stridor), niekiedy prowadzące do niewydolności oddechowej [36]. Ostatni przegląd systematyczny badań z bazy Cochrane podsumowujący rolę GKS w terapii tych schorzeń wykazał, że GKS niezależnie od drogi podania [37]: zmniejszają objawy ostrego zapalenia krtani (w tym zapalenia pod-

**Rycina 1.** Podział nebulizatorów uwzględniający sposób generowania aerozolu i powiązanie z wdechem chorego [14, 23, 24].

**Tabela 2.** Aktualne i możliwe wskazania do stosowania BIS u dzieci i dorosłych [8, 25–34].

Choroba	Dzieci	Dorośli	Wskazanie zgodne z ChPL
Ostre zapalenie krtani (różne postacie)	+	+	tak
Astma wczesnodziecięca (terapia zaostrzeń)	+	nd.	tak
Astma wczesnodziecięca (terapia przewlekła)	+	nd.	tak
Astma (terapia zaostrzeń)	+	+/-	nie
Astma (terapia przewlekła)	+	+	tak
POChP (terapia zaostrzeń)	nd.	+	tak
Przewlekłe zapalenie zatok z polipami nosa	-	+	tak
COVID-19	+	+	nie
Zespół nakładania (POChP/astma)	nd.	+/-	nie
Mukowiscydoza	+	+/-	nie
Alergiczna aspergiloza oskrzelowo-płucna	+	+	nie
Dysplazja oskrzelowo-płucna (wczesniaki) – terapia	+/-	nd.	nie
Przewlekła choroba płuc (noworodki) – prewencja	+/-	nd.	nie
Zapalenie oskrzelików	+/-	nd.	nie
Poinfekcyjne zarostowe zapalenie oskrzelików	+/-	nd.	nie
Przewlekłe wysiękowe zapalenie ucha środkowego	+/-	nd.	nie

(+) – dużo jednoznacznie pozytywnych danych klinicznych; (+/-) – pojedyncze dane kliniczne i/lub efekty kliniczne niejednoznaczne; nd. – nie dotyczy; POChP – przewlekła obturacyjna choroba płuc.

głośniowego) już w ciągu pierwszych 2 h terapii (efekt utrzymuje się przynajmniej 24 h), zmniejszając ryzyko nawrotu objawów wymagających wizyty u lekarza lub przyjęcia do szpitala oraz redukując czas pozostawania na SOR o 15 h.

Rekomendowane dawkowanie BIS w omawianym zespole to 2 mg jednorazowo (ew.  $2 \times 1$  mg w odstępie 30 min), powtarzane co 12 h (maksymalnie przez 36 h lub do uzyskania poprawy stanu klinicznego. Optymalnym rozwiązaniem jest zastosowanie NP produkującego cząstki o MMAD (*mass median aerodynamic diameter*) 8–10  $\mu$ m [38].

### W astmie

Nebulizacja jest alternatywną metodą aerzolo-terapii w stosunku do inhalatorów ciśnieniowych dozujących (pMDI) i inhalatorów suchego proszku (DPI) w przewlekłej terapii astmy, przy użyciu BIS, niezależnie od wieku chorego [8]. Szczególnie przydatna może być u noworodków i niemowląt oraz u osób w podeszłym wieku, a szczególnymi wskazaniami mogą być ciężkie zaostrzenie astmy i stan astmatyczny oraz astma niekontrolowana przy zastosowaniu dotychczasowej terapii inhalacyjnej [14, 39]. Innym wskazaniem do nebulizacji jest nietolerancja pMDI lub DPI albo niezdolność chorego do inhalacji z tych urządzeń. Należy stosować nebulizatory jedynie przebadane z danym lekiem (lek + nebulizator = nierozłączna para) oraz wyliczać właściwe dawki leku, uwzględniając dane kliniczne chorego oraz charakterystykę użytego sprzętu nebulizacyjnego [14]. Rekomendowane dawki BIS w terapii astmy podano w tabeli 3.

**Tabela 3.** Dawkowanie BIS w astmie u dzieci [8].

Dawka	Dzieci $\leq 5$ . r.ż. ( $\mu$ g/24 h)	Dzieci 6.–11. r.ż. ( $\mu$ g/24 h)
Mała	500	250–500
Średnia	-	>500–1000
Wysoka	-	>1000

U dorosłych i młodzieży po 12. r.ż. dawka początkowa BIS to 1–2 mg/24 h, a dawka podtrzymująca to 0,5–4 mg/24 h (jeżeli objawy są bardzo nasilone, to można zalecić zwiększenie dawki). W niektórych krajach w łagodnym lub umiarkowanym/ciężkim zaostrzeniu astmy u dorosłych nieodpowiadających na systemowe dawki GKS zaleca się bardzo wysokie dawki BIS ( $3 \times 1$  mg w pierwszej godzinie) [30]. Przy czym najpierw należy podać szybko działający lek bronchodylatacyjny (salbutamol, fenoterol z bromkiem ipratropium), w nebulizacji, a BIS po upływie ok. 15–20 min. Inną opcją jest kombinacja BUD z salbutamolem jako terapia na żądanie w zapobieganiu zaostrzeniom astmy i poprawie kontroli astmy. Jest ona znacznie skuteczniejsza od terapii samym salbutamolem [40].

### W przewlekłej obturacyjnej chorobie płuc

Kolejnym wskazaniem dla BIS jest zaostrzenie przewlekłej obturacyjnej choroby płuc [41]. Zaleca się w niej bardzo wysokie dawki BIS: 4–8 mg/24 h w 2–4 dawkach podzielonych, jako terapię dodaną do innych leków. Przy czym NS wydają się efektywniejsze i preferowane przez chorych w stosunku do NP [42, 43].

### W zapaleniu oskrzelików

Podawanie BIS lub GKS doustnie/parenteralnie nie jest rutynowym postępowaniem u dzieci z zapaleniem oskrzelików wywołanym przez wirusa RS ze względu na brak znaczących korzyści krótkoterminowych i długoterminowych [44]. Jednakże w przypadkach o ciężkim przebiegu u dzieci atopowych GKS wziewne mogą być skuteczne [45]. Wydaje się, że krytycznymi elementami skuteczności w tej grupie chorych są wielkość cząstek BIS (w dotychczas przeprowadzonych badaniach zbyt duża) oraz dawka (dotychczas prawdopodobnie zbyt mała). Podanie leku rozszerzającego oskrzela (fenoterol z bromkiem ipratropium), a następnie po 15 min BIS jest kluczowe dla skuteczności terapii. Ta kolejność umożliwia rozszerzenie dróg oddechowych, co pozwala BIS dotrzeć głębiej do płuc i działać efektywniej.

### Bezpieczeństwo

Istotnym elementem z praktycznego punktu widzenia jest bezpieczeństwo GKS, w tym terapii z użyciem BIS. Przed kilku laty opublikowano przegląd systematyczny z metaanalizą 85 badań, które objęły łącznie ponad 11 000 dzieci poniżej 6. r.ż. leczonych różnymi GKS, w tym BIS [46]. Zebrane przez autorów publikacje sugerują, że krótkotrwałe stosowanie dużych dawek wziewnych lub ogólnoustrojowych GKS nie łączy się ze zwiększoną liczbą działań niepożądanych z różnych narządów (objawów systemowych). BUD jest wziewnym GKS o najlepiej poznanym profilu bezpieczeństwa u dzieci. Pozostaje jednak niepewność, szczególnie w przypadku powtarzającego się stosowania GKS, co do możliwego wpływu na proces wzrastania dzieci (niska jakość dostępnych badań, zła i bardzo różnorodna metodologia).

Kobiety ciężarne chorujące na astmę muszą być leczone w sposób zapewniający osiągnięcie pełnej kontroli choroby [8]. Takie podejście pozwala uniknąć zaostrzeń choroby skutkujących niedotlenieniem kobiety i płodu. BUD jako lek kontrolujący można stosować bezpiecznie u kobiet ciężarnych chorujących na astmę. Jako jedyny wziewny GKS ma kategorię B bezpieczeństwa w ciąży, o czym przekonano się po raz pierwszy po opublikowaniu wyników badania START [47]. Ponadto regularne stosowanie wziewnych GKS w ciąży zmniejsza istotnie ryzyko rozwoju astmy u dziecka po porodzie [48]. Nie ma jednocześnie danych sugerujących niekorzystny efekt BUD na przebieg ciąży, porodu oraz stan noworodka i ew. zwiększone ryzyko wad wrodzonych u takich dzieci [47].

Jednak trzeba pamiętać o niewielkim ryzyku możliwych lokalnych działań niepożądanych GKS w nebulizacji (najczęściej kandydoza jamy ustnej i gardła, chrypka, kaszel i dysfagia), które można skutecznie zmniejszyć lub których można uniknąć dzięki prawidłowo prowadzonej nebulizacji (właściwy dobór sprzętu, techniki nebulizacji) i płukanie jamy ustnej wodą po każdej inhalacji [49].

### Podstawowe zasady prowadzenia skutecznej i bezpiecznej terapii

Proces wyboru nebulizatora, wyznaczenia dawki i prowadzenia nebulizacji to jeden z najtrudniejszych elementów terapii inhalacyjnej niezależnie od wieku chorego oraz stosowanego leku [14]. Poniżej podano podstawowe zasady prowadzenia skutecznej i bezpiecznej nebulizacji BIS [14, 16, 21, 22, 30, 50–54]:

1. W przypadku NP należy wybierać urządzenie o najmniejszej wartości objętości zalegającej (RV, *residual volume*), przebadane z używanymi lekami (gwarancja skuteczności), z regulowaną wielkością produkcji aerozolu i możliwością skokowej regulacji wielkości cząstek aerozolu (od ok. 2,2  $\mu\text{m}$  do 10,0  $\mu\text{m}$ , 3–4 tryby pracy), co skutkuje lepszą deponizacją leku w pożądanym regionie dróg oddechowych.
2. U dzieci >5. r.ż. najlepszą opcją spośród NP są urządzenia powiązane z wdechem pacjenta (kilka typów, słaba dostępność na rynku).
3. Nebulizacja z NS znacznie skraca czas zabiegu i prowadzi do istotnego zmniejszenia strat leku, gdyż urządzenia te posiadają bardzo małą RV komory nebulizacyjnej (z reguły <0,2 ml).
4. Dodanie komory inhalacyjnej do NS zwiększa dostępność leku dla chorego oraz zmniejsza wartość MMAD i zwiększa frakcję drobnych cząstek chmury aerozolowej, co może poprawić efektywność kliniczną nebulizacji.
5. NS może być użyty razem z KI pod warunkiem przebadania funkcjonowania takiego układu co najmniej *in vitro*. Aktualnie przebadane układy NS + KI dostępne w kraju to: NS Aerogen Solo\* + KI Aerogen\*, NS Aerogen Solo\* + KI Aerogen Ultra\*, NS Intec Mesh\* i Intec Turbo Mesh\* + KI Intec Spiro Kids\* oraz NS Silent Mesh\*, Fast Mesh\* i One Pro\* z KI Turbo Chamber Sanity\*.
6. W przypadku nebulizacji BIS przez NS należy wybierać preparat zawierający mniejsze kryształki substancji czynnej (zazwyczaj większa efektywność nebulizacji).

7. Dzieciom <5. r.ż. należy podawać odpowiednio większe dawki BIS niż dzieciom starszym. Przydatne mogą być polskie algorytmy dawkowania.
8. Istotna jest technika inhalacji, gdyż wpływa ona na efektywność kliniczną leku i ew. działania niepożądane.
9. W celu zwiększenia depozycji w obszarze krtańno-tchawiczym chory powinien wykonywać krótkie, mocne wdychy (co jest możliwe u dzieci po 5. r.ż.) chmurą aerozolową o medianie rozkładu masowego aerodynamicznej wielkości cząstek (MMAD) 8–10 µm.
10. U dzieci w wieku <5 lat z zapaleniem oskrzeli i/lub oskrzelików optymalna cząstka BUD powinna mieć MMAD <2,5 µm przy możliwie powolnym oddychaniu.
11. Nebulizacja powinna się odbywać przez maseczkę przeznaczoną do tej procedury medycznej (chorzy niewspółpracujący, dzieci <4. r.ż.) lub przez ustnik (dzieci >4. r.ż.).
12. Nie należy rozcieńczać BIS solą fizjologiczną ani mieszać leku z innymi lekami w jednej nebulizacji.
13. Zaleca się krótkie zabiegi nebulizacyjne, trwające 5–10 min.
14. Konieczna jest właściwa edukacja pacjenta i jego opiekunów (pielęgniarka, lekarz, farmaceuta).

## Podsumowanie

GKS wziewne, w tym w nebulizacji, są podstawą leczenia ostrego zapalenia krtani u dzieci i dorosłych, różnych postaci astmy, zaostrzeń przewlekłej obturacyjnej choroby płuc, a rzadziej innych chorób górnych i dolnych dróg oddechowych. BUD jest glikokortykosteroidem wziewnym o najlepiej poznanym profilu bezpieczeństwa u dzieci i dorosłych, w tym kobiet w ciąży. W nebulizacji jest najlepiej przebadanym i najdłużej stosowanym GKS. Efektywność i bezpieczeństwo BIS zależy od dawki, techniki inhalacji oraz sprzętu do nebulizacji.

## Piśmiennictwo:

1. *Polskie Towarzystwo Farmaceutyczne. Farmakopea Polska VI. Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych, Warszawa 2002: 1176.*
2. *Hamley P. Small molecule medicinal chemistry: strategies and technologies. John Wiley & Sons, 2015; 390.*
3. *Baker JW, Mellon M, Wald J et al. Multiple-dosing, placebo-controlled study of budesonide inhalation suspension given once or twice daily for treatment of persistent asthma in young children and infants. Pediatrics. 1999; 103: 414-21.*
4. *Husby S, Agertoft L, Mortensen S et al. Treatment of croup with nebulised steroid (budesonide): a double blind, placebo controlled study. Arch Dis Child. 1993; 68: 352-5.*
5. *Medycyna Praktyczna. Budezonid. <https://www.mp.pl/pacjent/leki/subst.html?id=140>.*
6. *Derendorf H. Pharmacokinetic and pharmacodynamic properties of inhaled corticosteroids in relation to efficacy and safety. Respir Med. 1997; 91(suppl. A): 22-8.*
7. *Murphy VE, Jensen ME, Gibson PG. Asthma during pregnancy: exacerbations, management, and health outcomes for mother and infant. Semin Respir Crit Care Med. 2017; 38: 160-73.*
8. *Global Strategy for Asthma Management and Prevention. 2025 Report. <https://ginasthma.org/2025-gina-strategy-report/>.*
9. *Lee S, Hetherington E, Leigh R et al. Impact of asthma medications during pregnancy on asthma exacerbation, maternal, and neonatal outcomes. J Allergy Clin Immunol Pract. 2024; 12: 1549-57.*
10. *Hvizdos KM, Jarvis B. Budesonide inhalation suspension: a review of its use in infants, children and adults with inflammatory respiratory disorders. Drugs. 2000; 60: 1141-78.*
11. *Berger WE. Budesonide inhalation suspension for the treatment of asthma in infants and children. Drugs. 2005; 65: 1973-89.*
12. *Shapiro G, Mendelson L, Kraemer MJ et al. Efficacy and safety of budesonide inhalation suspension (Pulmicort Respules) in young children with inhaled steroid-dependent, persistent asthma. J Allergy Clin Immunol. 1998; 102: 789-96.*
13. *Drugs.com. Budesonide Inhalation Suspension: Package Insert/Prescribing Info. <https://www.drugs.com/pro/budesonide-inhalation-suspension.html>.*
14. *Emeryk A, Pirożyński M, Mazurek H et al. Polski Przewodnik Inhalacyjny. Wydanie III. Via Medica, Gdańsk 2024: 1-32.*
15. *Hatley RHM, Byrne SM. Variability in delivered dose and respirable delivered dose from nebulizers: are current regulatory testing guidelines sufficient to produce meaningful information? Med Devices (Auckl). 2017; 10: 17-28.*
16. *Amirav I, Newhouse MT. Deposition of small particles in the developing lung. Paediatr Respir Rev. 2012; 13: 73-8.*
17. *Werżanowski P, Pirożyński M. Zestawienie inhalatorów dostępnych w Polsce. In: ABC nebulizacji ze szczególnym uwzględnieniem dawkowania. Pirożyński M (ed.). Via Medica, Gdańsk 2015: 43-72.*
18. *Ari A, Hoops JA, Williams Z et al. Impact of normal, obstructive, and restrictive breathing patterns on aerosol drug delivery with jet and mesh nebulizers in simulated spontaneously breathing adults. Can J Respir Ther. 2025; 61: 71-6.*
19. *Tseng HY, Lin HL, Chiang HS et al. In vitro evaluation of aerosol delivery by hand-held mesh nebulizers in an adult spontaneous breathing lung model. J Aerosol Med Pulm Drug Deliv. 2022; 35: 83-90.*

20. Pritchard JN, Hatley RH, Denyer J et al. Mesh nebulizers have become the first choice for new nebulized pharmaceutical drug developments. *Ther Deliv*. 2018; 9: 121-36.
21. Dobrowolska K, Emeryk A, Janeczek K et al. Influence of physicochemical properties of budesonide micro-suspensions on their expected lung delivery using a vibrating mesh nebulizer. *Pharmaceutics*. 2023; 15: 752.
22. Sosnowski TR, Kazimierzczak I, Sawczuk A et al. Improving pulmonary delivery of budesonide suspensions nebulized with constant-output vibrating mesh nebulizers by using a valved holding chamber. *Pharmaceutics*. 2025; 17: 696.
23. Ari A. Jet, ultrasonic, and mesh nebulizers: an evaluation of nebulizers for better clinical outcomes. *Eurasian J Pulm*. 2014; 16: 1-7.
24. Knoch M. New generation nebulizers. *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv*. 2024; 37: 157-65.
25. Emeryk A, Emeryk-Maksymiuk J. Glikokortykosteroidy w nebulizacji – między lekiem, inhalatorem i pacjentem. *Terapia*. 2019; 27: 89-94.
26. Zhao Z, Xiong R, Cui Y et al. Efficacy of Nebulized Budesonide and Systemic Corticosteroids During Hospitalization on All-Cause Mortality in AECOPD Patients: A Real-World Study. *Lung*. 2025; 203: 30.
27. Pleasants RA, Wang T, Xu X et al. Nebulized corticosteroids in the treatment of copd exacerbations: systematic review, meta-analysis, and clinical perspective. *Respir Care*. 2018; 63(10): 1302-10.
28. Zhang Y, Lou H, Wang Y et al. Comparison of corticosteroids by 3 approaches to the treatment of chronic rhinosinusitis with nasal polyps. *Allergy Asthma Immunol Res*. 2019; 11: 482-97.
29. Samoliński B, Furmańczyk K, Emeryk A et al. Enhanced therapeutic options for budesonide nebulisation via pulsating nebuliser in upper respiratory tract diseases. *Otolaryngol Pol*. 2025; 79: 29-38.
30. Wongsurakiat P, Rattanawongpaibul A, Limsukon A et al. A Delphi consensus on nebulized budesonide for adults with asthma and COPD. *Asian Pac J Allergy Immunol*. 2025 Jun 3. doi: 10.12932/AP-190824-1910.
31. Doniec Z, Mastalerz-Migas A, Bręborowicz A et al. ReKO-Mendacje Postępowania w AStmie wczesnodziecięcej dla lekarzy Podstawowej Opieki Zdrowotnej – KOMPAS POZ. *Fam Med Prim Care Rev*. 2016; 18(2): 181-92.
32. Skarżyńska MB, Gos E, Sanfins MD et al. The AMSA® manosonic nebulizer for ENT disease among children in Poland. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2024; 186: 112113.
33. Zhou JF, Zhang YB, Zhang ZW. Comparison of clinical outcomes following delivery of budesonide by both vibrating mesh nebulizer and jet nebulizer in premature infants with bronchopulmonary dysplasia. *Front Pediatr*. 2024; 11: 1258846.
34. Flisiak R, Horban A, Jaroszewicz J et al. Zalecenia postępowania w zakażeniach SARS-CoV-2 Polskiego Towarzystwa Epidemiologów i Lekarzy Chorób Zakaźnych (26.04.2021). Wtyczne COVID-19. *Medycyna Praktyczna dla Lekarzy* 2021 r.
35. Bodasiński J, Emeryk A, Florkiewicz E et al. Nebulizacja: czym, jak, dla kogo, kiedy? Polski Konsensus Nebulizacyjny. Aktualizacja. *Terapia*. 2013; numer specjalny: 3-9.
36. Smith DK, McDermott AJ, Sullivan JF. Croup: diagnosis and management. *Am Fam Physician*. 2018; 97: 575-80.
37. Gates A, Gates M, Vandermeer B et al. Glucocorticoids for croup in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2018; 8: CD001955.
38. Emeryk A, Piela A, Janeczek K et al. Kształtowanie właściwości chmury aerozolowej leków nebulizacyjnych. Część I. Podstawy teoretyczne. *Lek Wojsk*. 2024; 102: 259-63.
39. van den Bosch WB, Kloosterman SF, Andrinopoulou ER et al. Small airways targeted treatment with smart nebulizer technology could improve severe asthma in children: a retrospective analysis. *J Asthma*. 2022; 59: 2223-33.
40. Rayner DG, Ferri DM, Guyatt GH et al. Inhaled reliever therapies for asthma: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2025; 333: 143-52.
41. Global strategy for prevention, Diagnosis and Management of COPD: 2025 Report. [goldcopd.org/2025-gold-report/](http://goldcopd.org/2025-gold-report/).
42. Feng Z, Han Z, Wang Y et al. Comparison of the application of vibrating mesh nebulizer and jet nebulizer in chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2024; 19: 829-39.
43. Nickerson C, Hollen DV, Garbin S et al. Pilot study to investigate the benefits of the InnoSpire Go Mesh Nebulizer compared to jet nebulizers in the treatment of stable COPD. *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv*. 2022; 35: 186-95.
44. Fernandes RM, Bialy LM, Vandermeer B et al. Glucocorticoids for acute viral bronchiolitis in infants and young children. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; 2013: CD004878.
45. Orzolek I, Ambrożej D, Makrinioti H et al. Severe bronchiolitis profiling as the first step towards prevention of asthma. *Allergol Immunopathol (Madr)*. 2023; 51: 99-107.
46. Fernandes RM, Wingert A, Vandermeer B. Safety of corticosteroids in young children with acute respiratory conditions: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2019; 9: e028511.
47. Silverman M, Sheffer A, Diaz PV et al. Outcome of pregnancy in a randomized controlled study of patients with asthma exposed to budesonide. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2005; 95: 566-70.
48. Liu X, Agerbo E, Schläinssen V et al. Maternal asthma severity and control during pregnancy and risk of offspring asthma. *J Allergy Clin Immunol*. 2018; 141: 886-92.
49. Galván CA, Guarderas JC. Practical considerations for dysphonia caused by inhaled corticosteroids. *Mayo Clin Proc*. 2012; 87: 901-4.

50. Pirożyński M, Florkiewicz E, Radzikowski K et al. Praktyczne aspekty nebulizacji u dorosłych z podstawami zasad dawkowania aerozoli leczniczych. In: ABC nebulizacji ze szczególnym uwzględnieniem dawkowania. Pirożyński M (ed.). Via Medica, Gdańsk 2015: 144-86.
51. Krenke K, Jackowska T, Mazurek H et al. Terapia nebulizacyjna budezonidem – czynniki decydujące o efekcie terapeutycznym. Stanowisko ekspertów. Przegl Pediatr. 2024; 53: 29-39.
52. Fink JB, Stapleton KW. Nebulizers. J Aerosol Med Pulm Drug Deliv. 2024; 37: 140-56.
53. Sosnowski TR, Janeczek K, Emeryk A et al. Nebulizator siateczkowy z komorą inhalacyjną – nowinka techniczna czy istotny postęp w nebulizacji? Terapia. 2022; 2: 64-8.
54. Alcoforado L Paiva DN, Ari A et al. Does valved holding chamber improve aerosol lung deposition with a jet nebulizer? A randomized crossover study. Pharmaceutics. 2022; 14: 566.

ORCID: Andrzej Emeryk – ID – <http://orcid.org/0000-0003-1853-8696>

Konflikt interesów/Conflict of interests:

Nie występuje.

Finansowanie/Financial support:

Nie występuje.

Etyka/Ethics:

Treści przedstawione w artykule są zgodne z zasadami Deklaracji Helsińskiej, dyrektywami EU oraz ujednoliconymi wymaganiami dla czasopism biomedycznych.

Copyright: © Medical Education sp. z o.o. This is an Open Access article distributed under the terms of the Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), allowing third parties to copy and redistribute the material in any medium or format and to remix, transform, and build upon the material, provided the original work is properly cited and states its license.

Adres do korespondencji:

**prof. dr hab. n. med. Andrzej Emeryk**

Oddział Pediatrii, Chorób Płuc i Reumatologii, Uni-

wersytecki Szpital Dziecięcy w Lublinie

20-093 Lublin, ul. A. Gębali 6

e-mail: [emerykandrzej@gmail.com](mailto:emerykandrzej@gmail.com)