

Malecka Bogumiła, Barczykowska Ewa, Lewicka Marta. Aerozoloterapia w praktyce zawodowej pielęgniarki pediatrycznej = Aerosolotherapy in professional practice pediatric nurse. Journal of Education, Health and Sport. 2016;6(8):67-84. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.59746>  
<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/3732>  
<https://pbn.nauka.gov.pl/sedno-webapp/works/741195>

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. Part B item 755 (23.12.2015).  
755 Journal of Education, Health and Sport eISSN 2391-8306 7

© The Author (s) 2016:

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 02.07.2016. Revised 25.07.2016. Accepted: 28.07.2016.

## **Aerozoloterapia w praktyce zawodowej pielęgniarki pediatrycznej Aerosolotherapy in professional practice pediatric nurse**

**Bogumiła Malecka<sup>1</sup>, Ewa Barczykowska<sup>2</sup>, Marta Lewicka<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> magister pielęgniarstwa, uczestnik studiów doktoranckich na Wydziale Nauk o Zdrowiu CM w Bydgoszczy UMK w Toruniu, pielęgniarka w Wojewódzkim Szpitalu Dziecięcym im. J. Brudzińskiego w Bydgoszczy**

**<sup>2</sup> doktor nauk medycznych, adiunkt w Zakładzie Pielęgniarstwa Pediatrycznego CM w Bydgoszczy UMK w Toruniu**

Adres do korespondencji: Bogumiła Malecka, Wojewódzki Szpital Dziecięcy im. J. Brudzińskiego w Bydgoszczy, ul. Chodkiewiczza 44, Bydgoszcz, [bogumila.malecka@interia.eu](mailto:bogumila.malecka@interia.eu)

### **Streszczenie**

Nebulizacja jest zabiegiem leczniczym polegającym na wprowadzeniu leku do układu oddechowego w postaci aerozolu w celu działania miejscowego, jak i systemowego. Współcześnie w pneumonologii nebulizacja jest coraz częściej stosowana, jako nieagresywna metoda szybkiego dostarczenia leku w dowolny region zmienionych chorobowo dróg oddechowych. Metoda ta nie wymaga od chorego koordynacji czynności oddechowych ani wkładu wysiłkowego w fazie wdechowej i dlatego jest szeroko zastosowana w pediatrii.

Celem artykułu jest przedstawienie prawidłowej techniki wykonywania zabiegu nebulizacji.

Brak wiedzy odnośnie techniki zabiegu nebulizacji zarówno wśród rodziców, jak i personelu medycznego prowadzi do powstawania błędów, które mają wpływ na proces terapeutyczny. Szeroko rozumiany rozwój nauk medycznych wymusza ciągłą edukację nie tylko pracowników ochrony zdrowia, ale także pacjentów jak i ich opiekunów. Podawanie leków z wykorzystaniem aerozoloterapii jest procesem złożonym i bezwzględnie wymagana jest ścisła współpraca pomiędzy dzieckiem, rodzicami i urządzeniem w oparciu o szczegółową wiedzę na temat prawidłowej techniki zabiegu.

**Słowa kluczowe: nebulizacja, dziecko, pielęgniarka pediatryczna, rodzina.**

## Summary

Nebulization is a therapeutic treatment which consists in loading the drug to the respiratory tract as an aerosol for local and systemic effects. Today in respiratory medicine nebulization is increasingly used as a non-aggressive method for the rapid delivery of the drug in any region of the affected airways. This method does not require the coordination of the patient any contribution of respiratory function or stress in the inspiration phase and is therefore widely used in pediatrics.

The aim of the article is to present the proper techniques of nebulization.

Lack of knowledge regarding nebulization techniques among both parents and medical personnel leads to errors that affect the therapeutic process. Widely understood development of medical science enforces continuous education not only health care workers, but as well patients and their careers. Medication administration using aerosol therapy is complex and absolutely requires close cooperation between the child, parents and device based on detailed knowledge of the proper techniques of surgery.

**Key words: nebulization, children, pediatric nurse, family.**

## Wprowadzenie

Zastosowanie leków wziewnych i aerozolu do leczenia chorób dróg oddechowych posiada długą tradycję w terapii medycznej. Kuracja inhalacyjna w postaci wdychania różnych substancji w celach leczniczo-magicznych wywodzi się przypuszczalnie z najstarszych obrzędów religijnych [1]. W XVII wieku, po raz pierwszy, tą formę terapii zastosowano w leczeniu gruźlicy a w XIX wieku francuski lekarz Laennec wykorzystał ją w leczeniu zakażeń dróg oddechowych. Leczenie za pomocą dymów i oparów trwało do początku XIX wieku, chociaż słowo "inhalator" zostało po raz pierwszy użyte przez angielskiego lekarza Johna Mudge w 1778 r w jego książce *A Radical and Expeditions Cure for a recent Catarrhus Cough* [2]. W 1828 r., Schneider i Walc opracowali rozpylacz do oprysków wody, który rozbił płyn w drobne krople. Urządzenie to wykorzystano, jako inhalator. Pierwsze atomizery zastosowano w leczeniu górnych dróg oddechowych, gruźlicy, astmy i zaburzeń snu [3]. Odkrycie w 1901 roku przez Takamine i Aldricha adrenaliny i wykazanie jej znaczącej roli w zniesieniu skurczu oskrzeli rozpoczęło poszukiwania nowych leków wziewnych, prowadzących do poprawy urządzeń do ich podawania [4]. Pierwsze

nebulizatory pneumatyczne pojawiły się na początku XX wieku (1930-DeVilbiss), ultradźwiękowe w latach 60-tych a nebulizatory siateczkowe w latach 90-tych [3].

## **Nebulizacja**

Z definicji nebulizacja (*ang. liquid atomization, nebula*-mgła) jest zabiegiem leczniczym polegającym na wprowadzeniu leków do układu oddechowego w postaci aerozolu w celu działania miejscowego, jak i systemowego. Rozproszone cząsteczki substancji płynnych lub stałych zawieszono są w gazie (zazwyczaj w powietrzu lub w tlenie).

Obecnie w pneumonologii nebulizacja jest coraz częściej stosowana, jako nieagresywna metoda szybkiego dostarczenia leku w dowolny region zmienionych chorobowo dróg oddechowych [5,6]. Metoda ta nie wymaga od chorego koordynacji manewrów oddechowych ani wkładu wysiłkowego w fazie wdychowej i dlatego jest szeroko zastosowana w pediatrii [4,7,8]. Podawanie leków w formie wziewnej ma znaczną przewagę nad leczeniem pazajelitowym czy doustnym. Pozwala ono na uzyskanie dużej kondensacji leku w drogach oddechowych, zmniejszenie niepożądanych, ogólnoustrojowych reakcji dzięki niewielkiemu stężeniu specyfiku we krwi oraz szybsze osiągnięcie oczekiwanego efektu terapeutycznego. [4,9]. Dawka lecznicza podana w inhalacji jest 100 razy mniejsza od dawki leku podanego drogą doustną [10]. Jest jedyną techniką inhalacyjną umożliwiającą stosowanie specyficznych preparatów, takich jak mukolityki i antybiotyki [7]. Nebulizacja jest wyjątkową metodą leczenia, którą można wykorzystać u każdego pacjenta bez względu na wiek. Jest jedynym sposobem wziewnego podania leków u szczególnej grupy pacjentów takich jak: dzieci młodsze (zwłaszcza niemowlęta), u pacjentów z zaburzeniami koordynacji ruchowej i z upośledzeniem umysłowym i u osób w podeszłym wieku Można stosować inhalacje doraźnie jak i w leczeniu przewlekłym [4,10]. Daje możliwość stosowania paru leków jednocześnie

i prowadzenie równocześnie farmako- i tlenoterapii[9]. W nebulizacji najczęściej wykorzystuje się, jako gaz nośny - powietrze. Tylko u pacjentów ze znaczną hipoksemią wskazane jest zastosowanie tlenu [11,12].

### **Depozycja leku**

W czasie inhalacji do powierzchni dróg oddechowych nie dociera całość wytworzonego aerozolu. Ilość zainhalowanej substancji leczniczej i dotarcie do miejsca docelowego w układzie oddechowym jest zależna od wielkości cząstek aerozolu, budowy i wydolności dróg oddechowych oraz od wilgotności i temperatury powietrza wdychanego. Dawka aerozolu wytwarzana przez nebulizator nie zależy od wieku pacjenta [4,7,13]. Wielkość cząstek chmury aerozolu zależy od rodzaju i parametrów inhalatora [3]. Cząstki duże 7-15  $\mu\text{m}$  osiadają głównie, w nosogardzieli i dużych oskrzelach. Do oskrzelików docierają cząsteczki o wielkości 3-6  $\mu\text{m}$  a pęcherzyki płucne penetrują cząstki o wielkości 1-2  $\mu\text{m}$ . Przyjmowanie leków w czasie nebulizacji następuje podczas wdechu [6,14]. Cechy charakterystyczne cyklu oddechowego zależne są od wieku pacjenta. U niemowląt (zwłaszcza w pierwszym półroczu życia) nawet w czasie spokojnego oddechu jest krótki wdech a dłuższy wydech [7,14,15].

W czasie, gdy dziecko jest niespokojne lub płacze gwałtownie spada poziom przepływów i zmniejsza się ilość zdeponowanego leku w płucach praktycznie nawet do zera [14]. Stopniowo z wiekiem cykl oddechowy staje się bardziej regularny a przepływy bardziej optymalne [7,15]. Duże znaczenie wpływające na wielkość depozycji płucnej i efekt kliniczny podawanej dawki leku w nebulizacji ma właściwy sposób prowadzenia inhalacji [13].

### **Rodzaje inhalatorów**

Obecnie w leczeniu wykorzystywane są trzy typy inhalatorów różniące się sposobem wytwarzania aerozolu.

- **Inhalator ultradźwiękowy**

Najważniejszym elementem urządzenia jest generator drgań ultradźwiękowych (kryształ piezoelektryczny), który zamienia energię elektryczną na fale akustyczne. Ultradźwięki (o częstotliwości 1-2 MHz) w zetknięciu z powierzchnią roztworu leku wytwarzają aerozol [14,16]. Urządzenia te pracują cicho, nie powodują ochłodzenia aerozolu, mają dużą wydajność, a czas nebulizacji jest krótki. Inhalatory ultradźwiękowe stosowane są przede wszystkim do podawania mukolityków oraz roztworu chlorku sodu. Niestety energia fal akustycznych zaburza stabilność cząsteczek leku i podawanie innych preparatów, jak np. antybiotyków oraz wszystkich zawiesin jest niewskazane [6]. Nebulizacja ultradźwiękowa jest przeciwwskazana u noworodków i dzieci, które nie ukończyły pierwszego roku życia [10]. Obecnie urządzenia tego typu mają istotne zastosowanie w lecznictwie uzdrowiskowym, w pooperacyjnym nawilżaniu ran i śluzówki oka oraz szerokie zastosowanie w kosmetyce. W lecznictwie zamkniętym stosowane są do nawilżania inkubatorów i rehabilitacji układu oddechowego [17].

- **Inhalator (nebulizator) pneumatyczny**

Jest to urządzenie do nebulizacji składające się z głowicy rozpylającej, połączonej ze źródłem sprężonego powietrza (kompresorem) generującym aerozol pod ciśnieniem 1-3 atmosfer przez dyszę Ventouriego dzięki wykorzystaniu efektu Bernoulliego [16]. Powstałe, większe krople aerozolu osadzają się na specjalnej wkładce (impaktorze) i wracają do zbiornika, a mniejsze cząstki przechodzą przez ustnik lub maskę bezpośrednio do dróg oddechowych pacjenta [14]. Jest to najstarsza metoda inhalacyjna, w której w ostatnich latach odnotowuje się duży postęp konstrukcyjny [17]. Wielkość powstałej kropli uzależniona jest od budowy dyszy, ciśnienia i zależnej od niego prędkości przepływu gazu oraz lepkości roztworu. Nebulizator ten jest bardziej wydajny. Zakres średnic cząsteczek aerozolu

w nebulizatorze pneumatycznym wynosi od 0,5-5  $\mu\text{m}$  [14]. Ten rodzaj nebulizatorów cechuje znaczna objętość martwa komory nebulizacyjnej, czyli objętości płynu, która nie ulega procesowi aerolizacji. Często stanowi aż 40% objętości roztworu leku przeznaczonego do nebulizacji [13]. Wyróżnia się dwa podstawowe typy inhalatorów: o ciągłej produkcji aerozolu (konwencjonalne) i przerywanej. W nebulizatorach konwencjonalnych powietrze bez przerwy wtłaczane jest do dyszy produkującej aerozol z płynu pobieranego ze zbiorniczka dozującego aż do jego wyczerpania. Ten sposób generowania aerozolu prowadzi do jego sporych strat, ponieważ jest on wytwarzany w fazie wdechu jak i wydechu. Jedynie 10-20 % inhalowanego leku ma szansę dotrzeć do pacjenta [3]. Wśród nebulizatorów produkujących aerozol w sposób przerywany wyróżnia się trzy urządzenia. Pierwszy to nebulizator tzw. skojarzony z wdechem (ang. *breath-assisted*). Aerozol jest produkowany w sposób ciągły w czasie całego cyklu oddechowego, ale dzięki systemowi zastawek zwiększa swoją atomizację w momencie wdechu [10]. Drugie urządzenie z tej grupy to nebulizator aktywowany wdechem (ang. *breath actuated*). Inhalator produkuje aerozol tylko w czasie wdechu pacjenta, co powoduje dużą redukcję strat w podawanym leku. Trzeci nebulizator tzw. adaptujący się (ang. *AAD-adaptive aerosol delivery*), produkuje aerozol tylko w czasie wdechu pacjenta i dostosowuje sposób podania leku oraz posiada mechanizm pomagający uzyskać właściwy sposób oddychania. System zabezpiecza przed podaniem roztworu podczas wydechu i nieregularnego oddychania (np. płacz, kaszel, krzyk) przerywając wytwarzanie aerozolu [3,10].

- **Nebulizatory siateczkowe**

MESH (ang. *mesh nebuliser*) należy do nowej generacji nebulizatorów. Aerozol wytwarzany jest dzięki wibrującym perforowanym membranom, mającym określoną średnicę otworów, przez które przepychany jest roztwór leku tworząc chmurę aerozolu. Zaletą tych nebulizatorów jest ich niewielki, kieszonkowy rozmiar, zasilanie na baterie, cicha praca i duża

wydajność (wielkość cząstki 1-5  $\mu\text{m}$ ) oraz mała objętość martwa komory nebulizacyjnej [6]. Wadą, niestety, jest nadal wysoka cena i problemy z utrzymaniem czystości nebulizatora [3,10,16].

Urządzenia do nebulizacji wytwarzają aerozol o niejednorodnej charakterystyce, z różną depozycją płucną i wynikiem klinicznym. Właściwy wybór metody nebulizacji (urządzenia) i sposobu przeprowadzenia inhalacji jest zależne od wieku dziecka, jego umiejętności do współpracy oraz od zaleceń producenta wybranego leku [13].

### **Czas nebulizacji**

Ważnym czynnikiem mającym wpływ na skuteczność nebulizacji jest jej czas wykonywania. Nie powinien on trwać dłużej niż 15 minut, ale optymalnie najlepszy jest w granicach 5 do 10 minut. Powinien być dopasowany do możliwości pacjenta. Wydłużenie tego czasu powoduje często utrudnienie we współpracy z dzieckiem, wzrost utraty leku, co skutkuje gorszym efektem klinicznym. Czas trwania nebulizacji jest zależny od pojemności zbiorniczka i objętości roztworu leku. Im większa ilość płynu tym dłuższa nebulizacja. Optymalnie najlepszy czas inhalacji to 5 minut dla 2 mililitrów roztworu leku [3,14].

### **Maseczka czy ustnik**

Wybór łącznika pomiędzy pacjentem a inhalatorem musi być dostosowany do wieku dziecka i do rodzaju urządzenia. Stosowanie maseczki wskazane jest tylko u niemowląt, małych dzieci i chorych niewspółpracujących. Zastosowanie tego łącznika powoduje obniżenie depozycji leku w płucach aż do 70% w porównaniu z lekami aplikowanymi przez ustnik.

W przypadku użycia maseczki należy pamiętać, aby ściśle przylegała do nosa i twarzy dziecka, tak, aby straty leku były jak najmniejsze. Większe znaczenie ma szczelność w okolicy nosa niż brody [3,15,16]. Niewielkie odsunięcie maseczki np. na 2 cm od twarzy dziecka powoduje zmniejszenie ilości leku docierający do dróg oddechowych nawet do 85%

oraz dochodzi do depozycji substancji leczniczej na twarz i oczy. Przestrzeń martwa pod maseczką może być równa objętości oddechowej. Ta forma inhalowania leku powoduje tor oddechowy także przez nos, który filtruje nawet bardzo małe cząsteczki z wdychanym powietrzem a dawka leku deponowana w płucach u dorosłych i dzieci może być zmniejszona o 50% [15,18]. W samym nosie osadza się nawet 30 % podanego leku. Z tego powodu wskazane jest nieoczyszczanie nosa przed inhalacją, aby straty leku były mniejsze [3].

W przypadku, gdy małe dziecko nie toleruje maseczki, można wykonywać nebulizację w czasie snu [15,18]. Ważne jest, aby po każdorazowej inhalacji umyć twarz dziecka oraz przepłukać jamę ustną lub przetrzeć gazikiem nasączonym wodą. Zapobiega to zakażeniom grzybiczym i bakteryjnym [3]. Maseczka powinna być z elastycznego, miękkiego tworzywa, aby uzyskać większe dopasowanie do twarzy bez nadmiernego wysiłku. Jest to bardzo ważne w przypadku małego dziecka, które w czasie inhalacji często bywa niespokojne i nie współpracuje. Wygodna w użyciu maseczka zmniejsza dyskomfort samych inhalacji i szybciej przekonuje dziecko do ich wykonywania [18].

### **Leki w nebulizacji**

Leki stosowane w nebulizacji muszą spełniać rygorystyczne i ścisłe kryteria specyfiku a wiedza na ten temat powinna być dostępna i systematycznie uaktualniana przez użytkowników: pacjentów, lekarzy, fizjoterapeutów i pielęgniarki [8].

W Polsce zarejestrowane są następujące leki przeznaczone do nebulizacji:

1. Leki rozkurczowe- działają przede wszystkim na mięśnie gładkie układu oddechowego.

Zaliczamy do nich:

- leki antycholinergiczne, których zadaniem jest ułatwienie przepływu powietrza w drogach oddechowych. Działanie następuje po kilku minutach i trwa do 6 godzin. Do tej grupy zaliczamy leki: Ipratropium bromide (Atrovent), Fenoteroli hydrobromidum



+ Ipratropii bromidum (Berodual). Ważne, aby dawkę leku rozcieńczać solą fizjologiczną i nie mieszać w jednej nebulizacji Atroventu z lekami mukolitycznymi.

- $\beta_2$ -mimetyki (krótko działające) - Salbutamol - Steri-Neb Salamol, Ventolin- wskazane w celu szybkiej likwidacji objawów spastycznych oskrzeli. Zaletą jest możliwość podawania dużych dawek leku z minimalnym ryzykiem wystąpienia objawów ubocznych. Leków tych nie należy rozcieńczać [3,9].

2. Glikokortykosteroidy (GKS) - Flutikazon (propionian flutykazonu) - Flixotide oraz Budezonid (Pulmicort, Nebbud) - których zadaniem jest działanie przeciwzapalne w drogach oddechowych. W przypadku stosowania przewlekle GKS istnieje ryzyko kandydozy jamy ustnej i gardła oraz zmian ogólnoustrojowych [3,24].

3. Kromony (kromoglikan dwusodowy i nedokromil sodu) to grupa specyfików zaliczanych do tzw. leków kontrolujących. Nie wywierają one natychmiastowego działania, lecz ich rolą jest zapobieganie wystąpienia objawów astmy. Leki te są skuteczne tylko wtedy, gdy przyjmowane są regularnie [25].

4. Leki mukolityczne i mukoregulujące rozrzedzają i upłynniają wydzielinę w górnych drogach oddechowych. Zmniejszenie lepkości zalegającego śluzu pozwala na szybszą oraz skuteczniejszą jego ewakuację. Ułatwia to odkrztuszanie wydzieliny i zmniejsza obturację dróg oddechowych. W tej grupie mamy Abroksol (Mukosolvan) oraz Dornazę alfa (Pulmozyme) - lek podawany u pacjentów z mukowiscydozą [3,23].

5. Sól hipertoniczna (3 lub 5%) ma za zadanie nawilżenie dróg oddechowych i zwiększenie oczyszczania śluzowo-rzęskowego. Dużą zaletą tego specyfiku jest brak uogólnionych reakcji niepożądanych [26].

6. Antybiotyki (Tobramycyna, Gentamycyna, Colistyna) .

Tylko niewielka ilość antybiotyku podanego wziewnie wchłania się z układu oddechowego do krwiobiegu. Dzięki temu najwyższe stężenie antybiotyku osiągnęte we krwi jest znacznie

niższe po inhalacji niż po podaniu dożylnym tej samej dawki leku. Z tego powodu wziewna antybiotykoterapia wiąże się ze znacznie mniejszym prawdopodobieństwem wywołania poważnych objawów ubocznych. Roztwory antybiotyków należy podawać bardziej stężone, ponieważ skraca to czas nebulizacji oraz ogranicza możliwość pojawienia się reakcji alergicznych na podawany lek.[7,9,10].

### **Zasady nebulizacji**

Na skuteczność leczenia za pomocą nebulizacji ma duży wpływ poprawne wykonanie zabiegu. Każdy błąd w technice przyjmowania leku wziewnego jest zauważalny w depozycji substancji leczniczych w drogach układu oddechowego. Spowodować to może mniejszą skuteczność kliniczną oraz zwiększone ryzyko pojawienia się reakcji niepożądanych [16].

- Nebulizator powinien być dobrany indywidualnie dla każdego pacjenta zgodnie z jego przeznaczeniem i charakterystyką stosowanych leków. Ważne, aby kompresor współpracował z danym modelem nebulizatora [14-16].
- Przed pierwszym użyciem nebulizatora należy przeczytać instrukcję obsługi urządzenia. Należy zawsze każdemu choremu lub jego opiekunowi zademonstrować prawidłową technikę wykonywania nebulizacji oraz poinformować o działaniach niepożądanych.
- Przed rozpoczęciem nebulizacji przeprowadzić wywiad na temat uczuleń na leki tak, aby wyeliminować tego typu substancje z terapii wziewnej [14].
- Nebulizacja prowadzona wśród dzieci powinna zawsze być wykonywana pod nadzorem osoby dorosłej.
- Nie wykonujemy nebulizacji bezpośrednio po posiłku [3,10,14].
- Wskazane, aby kompresor wytwarzał strumień powietrza o przepływie od 6-8 l/min a cząsteczki aerozolu powinny być mniejsze niż 5 $\mu$ m [16].

- Nebulizatory jednorazowego użytku (*single use*) są przeznaczone na jedną, trwającą tydzień kurację zaś nebulizatory wielokrotnego użytku (*single patient*) przy codziennym stosowaniu powinny być wykorzystane w ciągu roku ( po tym czasie znacznie obniża się jakość generowanego aerozolu [9,14,16].
- Podawanie leków w nebulizacji powinno być przeprowadzane indywidualnie w zależności od możliwości oddechowych i percepcyjnych chorego [9].
- Po inhalacji należy porównać objawy przed i po podaniu zleconych leków tak, aby ocenić stan pacjenta i występowanie objawów niepożądanych jak np. kaszel lub zaburzenie pracy serca (3,10). Gdy dziecko odkrztusza wydzielinę należy ocenić jej barwę, ilość i konsystencję oraz wykonać drenaż dróg oddechowych [3].
- Ustnik w czasie inhalacji powinien być dokładnie objęty wargami i przytrzymany zębami a maseczka powinna szczelnie przylegać do twarzy, a w szczególności do nosa [3,14]. Niewskazane jest kierowanie strumienia aerozolu z ustnika lub maseczki (metoda *blow-by*) w kierunku pacjenta z pewnej odległości od chorego z powodu niskiej depozycji płucnej aerozolu a wysokiej twarzowo-ocznej [15].
- Duży wpływ na depozycję leku i wentylację płuc ma pozycja ciała w czasie inhalacji. Pacjent powinien siedzieć z lekko uniesioną głową. Tylko u niemowląt i w przypadkach uzasadnionych, inhalacja może być wykonana na leżąco, na boku, z nieco odchyloną głową do tyłu. Przygięcie głowy do przodu przeszkadza w prawidłowym przepływie aerozolu [3,14]. Nie należy wykonywać inhalacje smoczkiem pod maseczką nawet wtedy, gdy to uspokaja dziecko [20].
- Krzyk, płacz oraz niepokój dziecka ogranicza efektywność nebulizacji oraz utrudnia określenie zdeponowanej dawki leków, ponieważ największa porcja przyjętego aerozolu następuje w pierwszych 30 sekundach inhalacji [27].

- Bardzo ważne są ostatnie minuty nebulizacji, ponieważ wtedy pacjent jest już mniej skupiony na zabiegu i w mniejszym stopniu przestrzega zaleceń terapeuty [10].
- Nebulizacja powinna odbywać się w pomieszczeniu dobrze wentylowanym.
- Inhalację rozpoczyna się wdechem wolnym, swobodnym i lekko pogłębionym, a na jego szczycie, na krótko, powinien być zatrzymany (manewr ten zwiększy depozycję leku w oskrzelikach).
- W wypadku konieczności przerwania nebulizacji (np. kaszel, duszność, niepokój dziecka) należy na ten czas wyłączyć urządzenie tak, aby uniknąć straty leku.
- Pod koniec nebulizacji należy postukać w ściankę pojemnika z lekiem tak, aby substancja lecznicza została do końca rozproszona a nie została na jego ściankach [14].
- W przypadku nebulizacji kilkoma lekami zaleca się podawanie tych leków oddzielnie. Należy unikać mieszania dwóch lub większej ilości leków z powodu ryzyka zmiany gęstości roztworów i zawiesin, a co za tym idzie struktury aerozolu, chyba, że zgodnie z zaleceniem producenta możliwe jest łączenie tych leków [6].
- U małych dzieci, gdzie krótki czas nebulizacji zdecydowanie ułatwia współpracę z pacjentem, nebulizacja umożliwia podanie dwóch leków jednocześnie: rozszerzającego oskrzela i przeciwzapalnego.
- Należy pamiętać, że bezwzględnie nie łączy się w jednej nebulizacji mukolityków z Ipratropium ze względu na wzajemne wykluczanie się tych leków.
- Leki mukolityczne mogą spowodować gwałtowne upłynnienie się wydzieliny śluzowej, zwłaszcza u małych dzieci. Przed podaniem tych leków należy zadbać o właściwe nawodnienie chorego. Po nebulizacji z mukolityków należy ewakuować zalegającą wydzielinę: u starszych dzieci wystarczy jej odkrztuszenie a u niemowląt i dzieci młodszych konieczne jest wykonanie drenażu dróg oddechowych [3,10, 14].

- Drenaż należy wykonać najlepiej godzinę przed posiłkiem tak, aby nie wywołać wymiotów. Treść żołądkowa zarzucona do przełyku może prowokować (odruch neurogeny) nadreaktywność dróg oddechowych w postaci kaszlu, duszności i świszczącego oddechu [3].
- W przypadku stosowania w nebulizacji kilku leków należy przestrzegać kolejność ich podawania: leki przerywające skurcz oskrzeli powinny być stosowane na początku (przed podaniem kolejnego leku, należy brać pod uwagę czas działania leku rozkurczowego), następnie leki mukolityczne przed przeciwzapalnymi [10,14].
- Małe dzieci należy stopniowo przyzwyczajać do nebulizatora, jego głośności i pracy. Należy podejmować próby zabawy z inhalatorem (np. podczas inhalacji z soli fizjologicznej) [15].
- U chorych z podejrzeniem nadreaktywności oskrzeli, z astmą oskrzelową, u niemowląt i małych dzieci aerozol „klasyczny” czasem może spowodować skurcz oskrzeli. Dla zapobiegania takim sytuacjom wskazane jest użycie aerozolu ciepłego o temperaturze 30-37 °C (wykorzystanie tzw. termoareozolu) oraz podawanie leku zbuforowanego-izotonicznego ( do rozcieńczania używamy NaCl 0, 9%) [6].

### **Mycie i dezynfekcja nebulizatora w domu**

Dokładne i systematyczne mycie nebulizatora zapewnia prawidłową pracę urządzenia oraz ograniczenie ryzyka zakażenia bakteryjnego [20, 22].

- Nebulizator należy regularnie czyścić i dezynfekować z powodu ryzyka kontaminacji drobnoustrojów chorobotwórczych [16]. Wszystkie elementy nebulizatora oprócz systematycznego mycia muszą być okresowo dezynfekowane [20].

- W warunkach domowych niewskazana jest dezynfekcja z użyciem profesjonalnych, stosowanych w lecznictwie zamkniętym preparatów. Ryzyko powikłań spowodowanych nieprawidłowym użyciem tych silnych środków wyklucza ich z zastosowania w warunkach domowych [21, 22].
- Ustnik, maska, plastikowe części nebulizatora, przewody polietylenowe doprowadzające powietrze lub aerozol powinny być używane tylko przez jednego pacjenta [14]. Gdy z nebulizatora korzysta rodzeństwo, każde z dzieci powinno mieć swój własny zestaw, który musi być myty i przechowywany oddzielnie.
- Po każdym użyciu należy wylać resztki leku a pojemnik nebulizatora dokładnie umyć w ciepłej wodzie z dodatkiem delikatnego detergentu ( np. płyn do mycia naczyń). Nie zaleca się stosowanie mydła w płynie z powodu zawartych w nim środków natłuszczających (np. lanolina). W myciu pomocne są miękkie szczoteczki, które także wymagają okresowego czyszczenia i dezynfekcji. Następnie dokładnie przepłukać wodą sterylną i pozostawić do wyschnięcia na jednorazowym, papierowym ręczniku lub wysuszyć za pomocą suszarki do włosów [13,14,21,22]. Gdy mycie zostanie odłożone „na później” usunięcie zanieczyszczeń może być niemożliwe a dezynfekcja bezskuteczna [22].
- Dwa, trzy razy w tygodniu należy przeprowadzić dokładną dezynfekcję nebulizatora. Można gotować przez 5 min jego elementy (w naczyniu tylko do tego przeznaczonym przy czym nie należy stosować tabletek do mycia gdyż zawierają składniki nablyszczające), myć w zmywarce przy temperaturze min. 70°C przez 30 minut albo dezynfekować w kuchence mikrofalowej (2,45 GHz) przez 5 minut [14,22] (zawsze zgodnie z zaleceniem producenta urządzenia) [16,21,22].
- Po każdym umyciu lub dezynfekcji należy dokładnie przepłukać sprzęt wodą czystą mikrobiologicznie. Wodę sterylną można przygotować samodzielnie w domu( przed

każdorazowym użyciem) przez zagotowanie i utrzymanie gotującej się wody w stanie wrzenia przez 5 minut [9,14,21,22].

- Zdezynfekowany i suchy sprzęt należy przechowywać w zamkniętym pojemniku z tworzywa sztucznego [16] (także okresowo dezynfekowanym).

Nie umieszczamy go w wilgotnych pomieszczeniach np. w łazience [22].

- W lecznictwie zamkniętym wskazane jest stosowanie nebulizatorów typu *single patient use* i ich wymiana, co 24 godziny lub w wypadku widocznego zabrudzenia [16].
- Po roku systematycznego używania (zgodnie z zaleceniami producenta) należy wymienić pojemnik nebulizatora wraz z oprzyrządowaniem na nowy. Dren łączący nebulizator ze sprężarką, gdy ulegnie zniszczeniu lub zużyciu, należy go wymienić. Nie wolno go myć ani gotować, ponieważ nagromadzona w nim woda jest praktycznie nie do usunięcia. Filtr powietrza w sprężarce należy wymieniać systematycznie a także zawsze, gdy aparat pracuje nieprawidłowo, ponieważ zaniedbanie tych czynności znacznie obniża jego wydajność [9,14].

## **Podsumowanie**

Błędy w technice inhalacji spowodowane są głównie brakiem wyszkolenia zarówno rodziców, jak i personelu medycznego. Stąd bardzo ważna jest ciągła edukacja nie tylko pacjentów, ich opiekunów, ale także pracowników ochrony zdrowia.

Podawanie leków z wykorzystaniem aerozoloterapii jest procesem złożonym i bezwzględnie wymagana jest ścisła współpraca pomiędzy dzieckiem, rodzicami i urządzeniem w oparciu o szczegółową wiedzę na temat prawidłowej techniki zabiegu.

## **PIŚMIENNICTWO**

1. Shehata M., History Of Inhalation Therapy, The Internet Journal of Health 2008, 9 (1)
2. Sanders M., Inhalation therapy: an historical review, Prim Care Respir J. 2007,16 (2):71-81
3. Pirożyński M.(red) Praktyczne zasady nebulizacji, Alfa Medica Press, Bielsko-Biała 2013
4. Ana Fernández Tena, Pere Casan Clarà, Deposition of Inhaled Particles in the Lungs, Arch Bronconeumol. 2012, 48(7): 240–246
5. Alkiewicz J., Aerzoloterapia w chorobach układu oddechowego u dzieci, Przew Lek 2001, 4, 6:106-111
6. Emeryk A., Kurzawa R., Bręborowicz A., Aerzoloterapia chorób układu oddechowego u dzieci, Elsevier Urban &Partner; Wrocław 2007
7. Bokiej J. i wsp., Czy nebulizację można zastąpić innymi technikami aerzoloterapii, Współczesna Alergologia info 2009, 4 (1):30-33
8. Karolewicz B., Pluta J., Haznar D., Nebulizacja jako metoda podawania leków, Terapia i leki 2009, 65 (4):291-304
9. Komnata K., Nalepa P., Nebulizacja w leczeniu chorób płuc, Lekarz 2007, 10 : 58-62
10. Emeryk A., Pirożyński M. Nebulizacja: czym, jak, dla kogo, kiedy? Polski Konsensus Nebulizacyjny, Medycyna Praktyczna Pneumonologia 2013; I wydanie specjalne
11. Braun Filho LR., Amantéa SL., Becker A., Vitola L., Marta VF., Krumenauer R., Use of helium-oxygen mixture (Heliox®) in the treatment of obstructive lower airway disease in a pediatric emergency department, J Pediatr (Rio J) 2010, 86 (5) : 424-428
12. Emeryk A., Pirożyński M., Najważniejsze problemy nebulizacji u dzieci, Alergia Astma Immunologia 2013, 18 (3): 140-144
13. Pietrzak J., Obuchowicz A., Nebulizacja w chorobach układu oddechowego u dzieci, Lekarz 2006, 12 : 85-94



14. Kupryś-Lipińska I., Kuna P., Nebulizacja jako metoda podawania leków w chorobach układu oddechowego, *Terapia* 2013, 3: 21-27
15. Taff J., Taff M., Wprowadzenie do nebulizacji, 2012, <http://epromed.home.pl/>
16. Máiz CL., Wagner SC., Benefits of nebulized therapy: basic concepts, *Arch Bronconeumo* 2011, 47(6):2-7
17. Lin HL., Wan GH., Chen YH., Fink JB., Liu WQ., Liu KY., Influence of Nebulizer Type With Different Pediatric Aerosol Mask on Drug Deposition in a Model of a Spontaneously Breathing Small Child, *Respiratory Care* 2012, 57(11):1894-1900
18. Amirav I., Newhouse MT., Aerosol therapy in infants and toddlers: past, present and future, *Expert Rev. Resp. Med.* 2008, 2(5) : 597-605
19. Amirav I., Newhouse MT., .Review of Optimal Characteristics of Face-Masks for Valved-Holding Chambers (VHCs) , *Pediatric Pulmonology* 2008, 43:268-274
20. Orlik T., Fizjoterapia chorych na mukowiscydozę, FREL, Nowy Dwór Mazowiecki 2014
21. Ziółko A., Procedury higieniczne stosowane podczas opieki nad osobami chorymi na mukowiscydozę, *Matio* 2012, 2(56): 6-12
22. Pogorzelski A., Pustułka B., Czyszczenie i dezynfekcja sprzętu medycznego, *Mukowiscydoza* 2007, 20: 13-17
23. Mrówka-Kata K., Kata D., Namysłowski G, Banert K., Namysłowski P. Miejsce leków mukolitycznych w leczeniu schorzeń górnych dróg oddechowych *Forum Medycyny Rodzinnej* 2010, vol. 4, no 1, 59–64
24. Sanders M., Inhalation therapy: an historical review. *Primary Care Respiratory Journal* 2007; 16(2):71-81
25. Panaszek B. Leki wziewne w zaostrzeniu astmy. *Acta Pneumonologica et Allergologica Paediatrica* 2008; 11(3-4): 26-30

26. Jayashree M. Hypertonic saline in acute bronchiolitis, is it worth the salt? *Indian Pediatrics* 2013; 50 (8): 733-734
27. Gizińska M., Konarska A., Rąglewska P., Rutkowski R., Straburzyńska-Lupa A. Czynniki wpływające na skuteczność aerozoloterapii u dzieci . *Pediatrics i Medycyna Rodzinna* 2012; 8 (2): 101-106