

# PRACE ORYGINALNE I POGLĄDOWE

## ORIGINAL CONTRIBUTIONS

Małgorzata Gizińska, Agata Konarska, Patrycja Raglewska,  
Radosław Rutkowski, Anna Straburzyńska-Lupa

Received: 25.05.2012

Accepted: 15.06.2012

Published: 31.07.2012

## Czynniki wpływające na skuteczność aerozoloterapii u dzieci

### Factors affecting the effectiveness of aerosol therapy in children

Zakład Fizykoterapii i Odnowy Biologicznej, Akademia Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu.

Kierownik Zakładu: dr hab. prof. AWF Anna Straburzyńska-Lupa

Adres do korespondencji: Mgr Małgorzata Gizińska, Akademia Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu,

Zakład Fizykoterapii i Odnowy Biologicznej, ul. Droga Dębińska 10 C, 61-555 Poznań, tel. kom.: 502 932 058,

e-mail: mgrzeskowiak@poczta.onet.pl

Praca finansowana ze środków własnych

### Streszczenie

Aerozoloterapia należy do najczęściej wybieranych metod w postępowaniu leczniczym wielu chorób pulmonologicznych wieku rozwojowego. W aerozoloterapii – jest to jej podstawowa zaleta – leki są bezpośrednio kierowane do chorych obszarów płuc, gwarantując szybszy efekt terapeutyczny oraz możliwość stosowania mniejszych dawek leku. Efekty inhalowania zależą od budowy anatomicznej układu oddechowego dziecka i jego funkcjonowania, właściwie dobrane leku, wielkości cząsteczek oraz zastosowanej aparatury. Integralną częścią aerozoloterapii jest także dobrze przeprowadzona edukacja w wieku rozwojowym. Sposób podawania aerozolu powinien być skoncentrowany na inhalatorach najłatwiejszych w użyciu, prawidłowo dobranych do różnych grup wiekowych oraz niewymagających wielokrotnych szkoleń w zakresie obsługi. Systemy aerozoloterapii różnią się pod względem budowy, sposobu wytwarzania chmury aerozolu, techniki optymalnej inhalacji i trudności w obsłudze. W aerozoloterapii pediatrycznej w celu wdychania leków najczęściej stosowane są cztery systemy: indywidualne inhalatory ciśnieniowe pMDI (*pressurized metered-dose inhaler*), pMDI ze spejserem, inhalatory suchego proszku DPI (*dry powder inhaler*) i nebulizatory. U małych dzieci, zwykle oddychających przez nos, problemem może być nawiązanie współpracy, dlatego stosuje się u nich maski twarzowe. Bez względu na wybór inhalatora najważniejsza jest poprawna i wielokrotna edukacja poprzez demonstrację techniki oddychania i nadzorowanie wykonania inhalacji. Ważnym elementem dobrze przeprowadzonej inhalacji jest również analiza indywidualnych potrzeb dziecka ze zmianami pulmonologicznymi.

**Słowa kluczowe:** aerozoloterapia, nebulizacja, inhalacje u dzieci, systemy aerozoloterapii, technika inhalacji

### Summary

Aerosol therapy is one of the most important administration routes in the treatment of many pulmonary diseases in childhood. The basic advantage of aerosol therapy is that drugs are directly targeted at the diseased site in the lung, which warrants a more rapid therapeutic effect and possibility to lower doses of drug application. Effectiveness of inhalation is dependent on anatomical build and action of child's respiratory system, proper drug application, droplet size, used aerosol delivery devices. Integral part of the aerosol treatment is also patients' good education in childhood. The aerosol administration method should be focus on those inhalers which are easiest to use, correctly matched to the different age groups of children and do not require a large number of training needed to achieve the correct technique. Systems of aerosol therapy differ from each other in terms of construction, way of producing aerosol stream, optimal inhalation technique and difficulties of using. In paediatric pulmonary diseases four different systems to inhale drugs are used: pMDI (pressurized metered-dose inhaler), pMDI with spacer, DPI (dry powder inhaler) and nebulizer apparatus. In young children who breath usually through the nose a difficulty with establishing cooperation may arise, therefore we use a face mask. Regardless of the choice the most important thing is proper and repeated education by demonstration of a breathing technique and of the inhalation

process control. Analysis of the needs of the child with pulmonary changes is an important element of the well done inhalation treatment.

**Key words:** aerosol therapy, nebulizer treatments, inhalations in children, systems of aerosol therapy, inhalation technique

**A**erzoloterapia stanowi szybki sposób transportowania leku w postaci wziewań do układu oddechowego. Jest jedną z najczęściej wybieranych metod w kompleksowym postępowaniu leczniczym wielu przewlekłych chorób pulmonologicznych wieku rozwojowego. Najstarszą techniką aerzoloterapii stanowi nebulizacja. Nebulizację definiuje się jako „klasyczną metodę terapii instrumentalnej, polegającą na dostarczeniu do dróg oddechowych pacjenta leku w postaci aerzolu, czyli układu zawieszonych w gazie drobnych cząstek substancji płynnej”<sup>(1)</sup>.

Stosowanie inhalacji u dzieci ma na celu przede wszystkim wyeliminowanie objawów choroby i normalizację czynności oddechowej za pomocą podawania leków różnymi technikami aerzoloterapii<sup>(2)</sup>.

Istotą inhalacji jest wziewanie aerzoli, czyli rozdrobnionych cząstek ciał stałych lub cieczy o rozmiarach od 0,01 do 100  $\mu\text{m}$  zawieszonych w gazie<sup>(3)</sup>. Depozycja cząstek aerzolu w drogach oddechowych zależy w dużej mierze od ich rozmiaru. Cząsteczki wielkości 20-100  $\mu\text{m}$  osadzają się w nosie, jamie ustnej i gardle, cząsteczki o rozmiarze 6-12  $\mu\text{m}$  są zatrzymywane w tchawicy i oskrzelach. Dopiero najmniejsze cząsteczki aerzolu o rozmiarach 1-5  $\mu\text{m}$  docierają do pęcherzyków płucnych. Należy jednak nadmienić, że cząsteczki nieprzekraczające wielkości 1  $\mu\text{m}$  posiadają dużą energię kinetyczną i w znacznym stopniu są wydychane na zewnątrz przez pacjenta<sup>(3,4)</sup>. Z wielkością cząstek ściśle wiążą się mechanizmy ich penetracji dróg oddechowych. Mechanizm swobodnego opadania zachodzi w tchawicy i jest charakterystyczny dla cząstek o średnicy 5  $\mu\text{m}$ . W oskrzelach i częściowo w pęcherzykach płucnych, gdzie obserwuje się mały ruch powietrza, zachodzi mechanizm grawitacyjnej sedymentacji dotyczący cząstek o średnicy 1-5  $\mu\text{m}$ . Najmniejsze cząsteczki, poniżej 0,5  $\mu\text{m}$ , podlegają procesowi dyfuzji w pęcherzykach płucnych<sup>(3,4)</sup>.

Największą zaletą inhalacji jest działanie miejscowe, umożliwiające celowe podanie środków farmakologicznych w odpowiedni region zmienionych chorobowo dróg oddechowych. Takie działanie pozwala na stosowanie mniejszej dawki leku, a także eliminację skutków ubocznych towarzyszących przyjmowaniu farmakoterapii tradycyjnej<sup>(4)</sup>.

Ze względu na wady aerzoloterapii nie można określić ilości wchłoniętego leku. Straty leku wynikają z przenikania do przewodu pokarmowego albo osadzania się aerzolu w górnych drogach oddechowych, wynikają-

cego z ich budowy anatomicznej. Zwiększenie depozycji leku jest możliwe dzięki odpowiedniemu doborowi nowoczesnych urządzeń, wydłużeniu czasu inhalacji, rozcieńczeniu podawanego leku, zaaplikowaniu aerzolu przez ustnik, podaniu termoaerzolu (28-37°C) oraz dzięki nauce prawidłowego oddychania i ćwiczeniom rehabilitacyjnym prowadzonym przez wykwalifikowany personel<sup>(2,5)</sup>.

Niewątpliwie stosowanie aerzoloterapii u dzieci jest utrudnione. Efekty inhalowania zależą od właściwie dobranego leku, wielkości cząsteczek i zastosowanej aparatury oraz techniki oddychania. Nie bez znaczenia są także stan płuc pacjenta i odmienności w budowie oraz funkcjonowaniu układu oddechowego u niemowląt i małych dzieci, które to różnice należy uwzględnić w terapii<sup>(6)</sup>. Drogi oddechowe dziecka różnią się od dróg oddechowych osób dojrzałych: są krótsze, co sprzyja postępowi procesów zapalnych, przy tym mają mniejszą średnicę, co wiąże się ze skłonnością do skurczu oskrzeli, zwiększenia oporu obwodowego i występowania zaburzeń typu obturacyjnego, oraz mają miękkie ściany ze skłonnością do wiotkości i zapadania się podczas wysiłkowego oddechu<sup>(2,5)</sup>. Ze względu na mniejsze wymiary dróg oddechowych u dzieci znacznie większa ilość wdychanego leku osadza się w jamie ustnej i gardle niż u osób dorosłych<sup>(4)</sup>.

U niemowląt obserwuje się również różnice parametrów wentylacyjnych, tj. zwiększoną częstość oddechów na minutę, brak możliwości kompensacyjnego zwiększenia objętości oddechowej, a także wentylacji minutowej i pęcherzykowej w wyniku zwiększenia ilości oddechów. Przedstawione fakty wynikają z wdechowego ustawienia klatki piersiowej, poziomego ustawienia żeber i przepony oraz ucisku narządów wewnętrznych w pozycji leżącej<sup>(2,5)</sup>.

Nawracające infekcje w wieku rozwojowym powodują skłonność do obrzęku błony śluzowej, zwiększoną produkcję śluzu i jego zaleganie, stany skurczowe, skłonność do obturacji, utrudnienie oddychania i duszności. Leki stosowane w inhalacjach mogą wpływać na rozrzedzenie śluzu i zwiększenie ruchomości rzęsek, co prowadzi do usprawnienia usuwania zalegającego śluzu oraz zwiększenia napięcia powierzchniowego pęcherzyków płucnych. Głównym warunkiem leczenia mukolitycznego jest jego wspomaganie przez oklepywanie klatki piersiowej i drenaż ułożeniowy<sup>(5)</sup>.

Istotnym problemem pojawiającym się podczas aerzoloterapii jest trudność w nawiązaniu współpracy

Rodzaj inhalatora	Grupa wiekowa	Technika wykonywania	Najczęstsze błędy i problemy
pMDI	Dzieci >8 lat	Pacjent wykonuje wydech, uruchomienie inhalatora przy powolnym, głębokim wdechu (30 l/min) z zatrzymaniem na 10 s	Koordinacja oddechu z uruchomieniem dawki leku. Problem z zatrzymaniem wdechu. Wdech nosem z zatrzymaniem leku w ustach. Trudność w wykonywaniu powolnego wdechu
pMDI aktywowany wdechem	Dzieci >7 lat	Pacjent wykonuje powolny wdech (30 l/min) z zatrzymaniem na 10 s	Trudność w wykonywaniu powolnego wdechu. Zatrzymanie wdechu po skończeniu emisji leku
Inhalator suchego proszku	Dzieci >5 lat	Pacjent wykonuje głęboki, energiczny wdech	Strata dawki, gdy dziecko dokonuje wydechu przez inhalator. Niewystarczający przepływ przez drogi oddechowe. Problem z ładowaniem leku
Spejser z systemem zastawkowym	Dzieci ≤3 lat z użyciem maski twarzowej; dzieci >3 lat bez maski twarzowej	Pacjent wykonuje powolny, głęboki wdech (30 l/min) z zatrzymaniem na 10 s lub rytmicznie, powoli oddycha, zaraz po uwolnieniu leku. Aktywacja tylko jednej dawki	Ładunki elektrostatyczne wytworzone na ściankach komory redukują dawkę leku. Strata leku przez luźno przylegającą maskę. Aktywacja zbyt dużej liczby dawek. Płacz dziecka podczas podawania
Nebulizator	Dzieci ≤3 lat z użyciem maski twarzowej	Pacjent spokojnie i falowo oddycha	Strata leku przez luźno przylegającą maskę. Płacz dziecka i niepewność ruchowa podczas podawania. Trudność w nawiązywaniu współpracy

Tabela 1. Czynniki wpływające na wybór systemu aerozoterapeutycznego<sup>(2,6)</sup>

z małym dzieckiem<sup>(6)</sup>. Reakcje typu płacz, krzyk, kaszel czy niepokój ruchowy wydłużają proces akceptacji zabiegu przez dziecko, ograniczając jednocześnie jego skuteczność. Płacz dziecka zaburza technikę oddychania i utrudnia określenie przyjętej dawki, co wiąże się z faktem, że największa dawka aerozolu podawana jest w pierwszych 30 sekundach oddychania<sup>(3)</sup>.

Wskazaniami do inhalacji są: zapalenia oskrzeli nawracające, przewlekłe oraz rozstrzenie oskrzeli; mukowiscydoza; astma oskrzelowa, zespół zatokowo-oskrzelowy; stany po zapaleniach płuc, zwłaszcza odoskrzelowych; zakażenia grzybicze układu oddechowego; pneumocystodoza, stany przed i po zabiegach operacyjnych, stany po tracheotomii; przewlekły nieżyt nosa i gardła; przewlekłe nieswoiste stany zapalne nosa, gardła i krtań z wydzieliną śluzowo-ropną; stany zapalne migdałków podniebiennych w przypadkach niemożności ich operacyjnego usunięcia, alergiczny nieżyt nosa, nawracające i przewlekłe stany zapalne zatok obocznych nosa; przewlekły nieżyt krtań oraz przewlekłe nieżyty trąbki słuchowej<sup>(5,7)</sup>.

W aerozoterapii należy uwzględnić szereg przeciwwskazań, takich jak: ostre stany zapalne dróg oddechowych, zaostrzenie przewlekłych nieżytów przebiegających z podwyższoną ciepłotą ciała, stany upośledzonej drożności wymagające leczenia operacyjnego, przewlekłe ropne zapalenia zatok obocznych nosa i migdałków wymagające postępowania operacyjnego, objawy niewydolności krążeniowo-oddechowej, gruźlica, nowotwory, krwawienia z dróg oddechowych. Należy pamiętać, że stosowane do inhalacji olejki eteryczne lub wyciągi z roślin leczniczych, np. z rumianku, mogą spowodować reakcje alergiczne<sup>(7)</sup>.

Pośród dużej liczby dostępnych systemów aerozoterapii stosowanych u dzieci z chorobami pulmonologicznymi najczęściej wybierane są indywidualne inhalatory ciśnieniowe pMDI (*pressurized metered-dose inhaler*), pMDI z dołączonym spejserem (komorą in-

halacyjną), inhalatory suchego proszku DPI (*dry powder inhaler*) i nebulizatory<sup>(4,6)</sup>. Systemy te różnią się pod względem budowy, sposobu wytwarzania chmury aerozolu, techniki optymalnej inhalacji i trudności w obsłudze, jednakże właściwie prowadzona edukacja pacjentów w wieku rozwojowym pozwala w sposób skuteczny stosować wziewania w wybranym systemie. Warto podkreślić, iż wybór systemów inhalacyjnych zależy w dużej mierze od wieku dziecka. Jak podaje literatura, dzieci do 6. roku życia powinny pobierać wziewania poprzez nebulizację i pMDI ze spejserem<sup>(4)</sup>. Istnieją jednak wytyczne Światowej Inicjatywy Zwalczenia Astmy (Global Initiative for Asthma, GINA) odnoszące się do doboru techniki inhalacyjnej do wieku dziecka poddawanego leczeniu wziewnemu, które wskazują, że cztero- i pięciolatek powinien być inhalowany urządzeniem pMDI ze spejserem i maską twarzową bądź ustnikiem, natomiast dzieci starsze inhalatorem suchego proszku, pMDI ze spejserem i ustnikiem, a powyżej 7. roku życia pMDI z koordynacją wdechową<sup>(8)</sup>.

Indywidualne inhalatorki ciśnieniowe MDI są to urządzenia niewielkich rozmiarów, przenośne, szybkie w użyciu, wielodawkowe i niedrogie. Uważa się jednak, że niepowodzenia w leczeniu za ich pomocą dotyczą nawet 50% dzieci, co związane jest przede wszystkim z trudnościami w koordynacji wdechowo-ruchowej. Depozycja płucna aerozolu generowanego z inhalatorków ciśnieniowych jest stosunkowo niska i wynosi przeciętnie 10-12%<sup>(3)</sup>. W celu zniwelowania tych niedogodności stosuje się różnego rodzaju komory – spejsery, wyposażone w zawór otwierający się podczas wdechu i zamykający się w czasie wydechu. Dzięki nim najmłodsze dzieci mają możliwość swobodnego pobierania aerozoli w czasie kilku spokojnych głębokich wdechów. Używanie spejserów zwiększa depozycję leku w drzewie oskrzelowym, ograniczając ją równocześnie w jamie ustnej czy gardle, zmniejszając tym samym ryzyko powstania kandydozy w tym obszarze.

Dawka aerozolu wytwarzanego przez MDI ze spejserem podlega kontroli zastawkowej wdechu i wydechu, dzięki czemu zmniejsza się utrata aerozolu podczas wydechu. W młodszych grupach wiekowych konieczne jest stosowanie dobrze przylegającej maski twarzowej, gdyż dzieci te często oddychają przez nos i wymiary ustnika są dla nich zbyt duże. Nieszczelność między maską a twarzą prowadzi do utraty cząsteczek. Należy pamiętać, że na jedną dawkę leku uwalnianą do spejsera przypada kilka cykli oddechowych<sup>(1,4,6,9)</sup>.

Zasady inhalacji z dozownika ciśnieniowego (MDI) połączonego z komorą przedłużającą są następujące:

1. Należy zdjąć ochraniacz z pojemnika MDI i wstrząsnąć pojemnikiem.
2. Ustnik dozownika umieszczamy w otworze wlotowym komory przedłużającej.
3. Niemowlętom i małym dzieciom należy przyłożyć silikonową maseczkę do twarzy, uszczelniając usta i nozdrza. W przypadku inhalacji bez maseczki dziecko powinno szczelnie objąć wargami ustnik komory przedłużającej.
4. Naciśnąć dozownik z lekiem, aby wyzwolić dawkę i wykonać kilka (4-6) powolnych, głębokich wdechów, zwracając uwagę na ruch zastawek komory przedłużającej.
5. Po dokonaniu wzięcia zalecane jest wstrzymanie oddechu na 10 sekund.
6. Wykonując zabieg u niemowląt i małych dzieci, trzeba jedną ręką trzymać dziecko, a drugą chwycić komorę przedłużającą i trzymać ją poziomo. Lek podajemy przez jednorazowe naciśnięcie dozownika i wyzwolenie dawki do komory przedłużającej. Maskę należy przytrzymać przy twarzy dziecka, tak aby wykonało ono około 5-10 wdechów (tzn. przez około 15 sekund)<sup>(4,10,11)</sup>.

W celu konserwacji komory przedłużającej należy:

1. po użyciu rozłożyć ją na części i umyć w ciepłej wodzie;
2. każdą część dokładnie umyć w roztworze ciepłej wody i detergentu (którego rodzaj i stężenie wskazuje producent), a następnie starannie wypłukać w strumieniu czystej wody;
3. zostawić do wyschnięcia – nie wycierać;
4. w przypadku przewlekłego stosowania komorę myjemy mniej więcej raz w tygodniu<sup>(12)</sup>.

Inhalatorki z preparatami proszkowymi DPI występują w dwóch postaciach – urządzeń zawierających lek adsorbowany na nośniku laktozowym oraz dozowników proszkowych bez nośnika. Nie wymagają nośników freonowych czy chlorofluorowęglanowych, są więc bardziej „przyjazne” dla chorego oraz łatwiejsze w użyciu niż inhalatorki ciśnieniowe MDI, dając równocześnie możliwość dostarczenia szerokiego spektrum leków i dawek<sup>(3)</sup>.

Inhalatorki proszkowe mogą być „uruchamiane wdechem”, wówczas proszek leku jest rozpraszany przez zainhalowanie go przez pacjenta, a frakcja drobnoczą-

steczkowa zależy od siły wdechu i częstości oddychania. Inne, połączone z zasilaniem, są zaprojektowane w celu użycia siły odmiennej od wdechu pacjenta do rozpraszania proszku. Lek może być rozproszony za pomocą sprężonego powietrza, mechanicznie, a nawet poprzez miniaturowy silniczek elektryczny zasilany z minibaterii lub miniakumulatorka<sup>(3,11)</sup>.

Inhalatory pneumatyczne (nebulizatory) są to przenośne lub stacjonarne aparaty wyposażone w pneumatyczną sprężarkę (kompresor) powietrza, zasilane prądem z sieci lub baterii, pracujące w systemie ciągłym lub przerywanym. Współpracują z nebulizatorem, do którego przez układ przewodów tłoczone jest sprężone powietrze. Nebulizator stanowi pojemnik na roztwór leku z odpowiednią dyszą, która powoduje rozproszenie płynnego leku na aerozol do inhalacji. Ciecz zasysana jest z nebulizatora do dyszy w wyniku podciśnienia wytwarzającego się przy nagłym rozprężeniu gazu, a następnie porywana przez strumień gazu o dużej prędkości i rozrywana na drobne kropelki. Odpowiednia konstrukcja urządzenia sprawia, że tylko najmniejsze z uzyskanych cząstek opuszczają nebulizator jako frakcja leczniczego aerozolu. Większe cząstki uderzają bowiem w przeszkodę, skraplają się i powracają do zbiorniczka. Wielkość wytwarzanych cząstek zależy od przekroju dysz nebulizatora oraz od szybkości przepływu powietrza, a ta z kolei jest uzależniona od jego ciśnienia. Im mniejszy przekrój dysz nebulizatora oraz im szybciej powietrze przepływa przez nebulizator, tym mniejsza jest średnica rozproszonych cząstek i krótszy czas konieczny do zainhalowania całej objętości leku<sup>(1,3,13)</sup>.

Inhalatory pneumatyczne oprócz pneumatycznej sprężarki i nebulizatora wyposażone są w przewód doprowadzający sprężone powietrze, ustnik i maski twarzowe, co umożliwia przeprowadzenie terapii u pacjenta w każdym przedziale wiekowym. Dodatkowo istnieje możliwość użycia uniwersalnej przystawki termalnej (polski patent L. Gradonia), dzięki której uzyskany aerozol ma temperaturę 28-37°C, co pozwala uniknąć nagłego skurczu oskrzeli u osób z nadwrażliwością<sup>(12)</sup>. Ze względu na czas wytwarzania aerozolu w stosunku do fazy oddechowej wyróżnia się dwa podstawowe typy nebulizatorów:

1. nebulizatory o ciągłej produkcji aerozolu:

- konwencjonalne – o ciągłej produkcji aerozolu bez względu na fazę oddechową,
- skojarzone z wdechem (*breath-assisted*) – pracują w sposób ciągły, ale dzięki systemowi zastawek wytwarzanie aerozolu zwiększa się podczas wdechu;

2. nebulizatory o przerywanej produkcji aerozolu:

- nebulizatory zsynchronizowane z oddechem automatycznie – wytwarzają aerozol tylko przez cały okres trwania wdechu,
- adaptujące urządzenia aerozolowe (*adaptive aerosol delivery*, AAD), które monitorują rytm oddecho-

wy pacjenta i dostarczają aerozol podczas pierwszej fazy trwania wdechu,

- pneumodozymetry stanowiące połączenie inhalatora pneumatycznego z nebulizatorem i spirometrem, dzięki czemu aerozole dawkuje się indywidualnie zgodnie z torem oddechowym chorego, metodą ciągłą lub przerywaną z jednoczesną kontrolą skuteczności leczenia na podstawie pomiarów nasilonej pierwszosekundowej objętości wydechowej (FEV1) i szczytowego przepływu wydechowego.

Zasady wykonywania inhalacji za pomocą inhalatorów pneumatycznych są następujące<sup>(5,6,12)</sup>:

1. Do nebulizatora należy wlać odpowiednią dawkę leku (w zależności od wskazania lekarza rozcieńczoną do 3-4 ml objętości 0,9-procentowym roztworem NaCl).
2. Nebulizator trzeba połączyć z ustnikiem lub maską twarzową. Wskazówki: ustnik powinien być przytrzymany przez pacjenta zębami i objęty ustami, maska musi ściśle przylegać do twarzy, ponieważ nieszczelność zmniejsza efektywną dawkę leku deponowanego w oskrzelach nawet o 50-80%.
3. Nebulizator z kompresorem należy połączyć przewodem doprowadzającym sprężony gaz.
4. Sprężarkę podłączamy do źródła zasilania. Wlot i wylot powietrza chłodzącego urządzenie nie może być przesłonięty.
5. Pacjent powinien przyjąć odpowiednią pozycję (siedzącą lub leżącą), która zależy od typu nebulizatora.
6. W trakcie inhalacji pacjent powinien pogłębić wdech i wykonywać go przez usta (ale w taki sposób, by uniknąć hiperwentylacji), a na szczycie wdechu na krótko zatrzymać oddech (manewr ten zwiększa depozycję nebulizowanego leku w oskrzelikach). Dzieci wykonują nebulizację pod nadzorem osób dorosłych.
7. Inhalacje należy przerwać, gdy w nebulizatorze nie powstaje już aerozol oraz w razie wystąpienia niepożądanych objawów, takich jak duszności, sinica czy znaczny niepokój dziecka.
8. Po nebulizacji leku mukolitycznego należy odessać wydzielinę z dróg oddechowych oraz wykonać zabiegi drenażowe i inne metody rehabilitacyjne mające na celu szybszą ewakuację wydzieliny.

Po zakończeniu nebulizacji należy:

- rozłączyć układ nebulizator – sprężarka;
- rozkręcić nebulizator i wyjąć dyszę;
- wszystkie plastikowe części umyć dokładnie w ciepłej wodzie (wg wskazań producenta) i wypłukać pod bieżącą wodą;
- dobrze wysuszyć i złożyć urządzenie.

Coraz powszechniejsze stosowanie glikokortykosteroidów w leczeniu astmy zwróciło uwagę na możliwe działania uboczne tych leków – miejscowe (kandydoza jamy ustnej i gardłowej) i ogólnoustrojowe (między innymi ich wpływ na czynność kory nadnerczy, metabolizm kostny i gęstość mineralną kości oraz wzrost

dzieci, a także na ich możliwy wpływ na neuropeptydy i hormony utrzymujące homeostazę organizmu). Zmianom miejscowym można zapobiec, płucząc jamę ustną oraz myjąc twarz bezpośrednio po inhalacji steroidami wziewnymi. Zalecenie przyjmowania tych preparatów przez dzieci starsze przed myciem zębów rano i wieczorem pozwala na znacznie skuteczniejsze usuwanie leku zdeponowanego na śluzówkach jamy ustnej niż zwykle płukanie, co znacznie minimalizuje działanie systemowe tych leków<sup>(4,14)</sup>.

Nebulizatory używane w leczeniu domowym tylko przez jednego chorego należy sterylizować chemicznie. Niektóre aparaty (wyłącznie wskazane przez producenta) można gotować. Sterylizację przeprowadzamy mniej więcej co 2 tygodnie oraz po każdej chorobie infekcyjnej. Zalecenia dotyczące sterylizacji podaje producent. W przypadku choroby infekcyjnej sterylizację należy przedłużyć do 60 minut. Wysterylizowane elementy trzeba wyjąć z roztworu, przepłukać wodą destylowaną lub przegotowaną i wysuszyć<sup>(12)</sup>.

Inhalatory ultradźwiękowe wyposażone są w generator drgań wytwarzający fale ultradźwiękowe o odpowiedniej częstotliwości, amplitudzie i intensywności. Skupione fale ultradźwiękowe wywołują fontanny akustyczne, a przy odpowiedniej energii ultradźwiękowej od ich zewnętrznej powierzchni odrywają się monodispersyjne cząsteczki leku wielkości poniżej 5  $\mu\text{m}$ . Aparaty te posiadają możliwość generowania wibroaerozoli i termoaerozoli o temperaturze 30-37°C<sup>(6)</sup>.

Inhalacje z wykorzystaniem metody ultradźwiękowej stosuje się w szczególności w chorobach układu oddechowego z zalegającą wydzieliną oskrzelową, tj. w mukowiscydozie czy przewlekłym zapaleniu oskrzeli. Ograniczenia w stosowaniu inhalatorów ultradźwiękowych mogą wynikać z tego, że znaczna gęstość aerozolu i wysoka wydajność aparatów wpływają drażniąco na drogi oddechowe u chorych z nadreaktywnością oskrzeli. W związku z tym przeciwwskazane jest ich stosowanie u chorych z alergią układu oddechowego, a także u dzieci w pierwszym roku życia. Ponadto niektóre leki z grupy glikokortykosteroidów mogą ulec rozkładowi pod wpływem fali ultradźwiękowej<sup>(2,6)</sup>.

W ostatnich latach rezygnuje się z tradycyjnych inhalatorów ultradźwiękowych, co wynika z rozwoju pneumatycznej metody aerozoloterapii. Jej zaletami są:

- przystępna cena;
- mała wielkość nebulizatorów;
- pneumatyczne rozpraszanie leku nie powoduje jego rozkładu;
- wytworzony aerozol nie wpływa drażniąco na układ oddechowy<sup>(6)</sup>.

Bez względu na sposób inhalacji kluczowe dla jej skuteczności jest szkolenie dzieci. Nieodzowny element nauki stanowi demonstracja techniki oddychania oraz nadzorowanie wykonania inhalacji przez małych pacjentów połączone z eliminacją błędów.

Opanowanie prawidłowej techniki wymaga powtórzenia procesu szkolenia<sup>(4,13)</sup>.

Nie ulega wątpliwości, że aerozoloterapia u dzieci jest zabiegiem skomplikowanym. Wymaga wiedzy na temat aerozolu i jego depozycji w drogach oddechowych, różnych systemów wziewnych, patofizjologii choroby i umiejętności pacjenta w różnych grupach wiekowych. Ważnym elementem dobrze przeprowadzonej inhalacji jest analiza indywidualnych potrzeb każdego pacjenta, która pozwala wybrać optymalny rodzaj urządzenia, a następnie przystąpienie do szkolenia<sup>(1,2,6)</sup>.

#### PIŚMIENNICTWO:

#### BIBLIOGRAPHY:

- Shapiro G.: Once-daily inhaled corticosteroids in children with asthma: nebulisation. *Drugs* 1999; 58 suppl. 4: 43-49, discussion 53.
- Cole C.H.: Special problems in aerosol delivery: neonatal and pediatric considerations. *Respir. Care* 2000; 45: 646-651.
- Tiddens H.: Matching the device to the patient. *Pediatr. Pulmonol. Suppl.* 2004; 26: 26-29.
- Pedersen S., Dubus J.C., Crompton G.K.: The ADMIT series – issues in inhalation therapy. 5) Inhaler selection in children with asthma. *Prim. Care Respir. J.* 2010; 19: 209-216.
- Alkiewicz J.: Aerozoloterapia w chorobach układu oddechowego u dzieci. *Przew. Lek.* 2001; 4: 106-111.
- Janssens H.M., Tiddens H.A.: Aerosol therapy: the special needs of young children. *Paediatr. Respir. Rev.* 2006; 7 suppl. 1: S83-S85.
- Straburzyńska-Lupa A., Straburzyński G.: Wziewania i inhalacje. W: Straburzyńska-Lupa A., Straburzyński G.: Fizjoterapia z elementami klinicznymi. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008: 796-816.
- Pedersen S.E., Hurd S.S., Lemanske R.F. Jr i wsp.: Global strategy for the diagnosis and management of asthma in children 5 years and younger. *Pediatr. Pulmonol.* 2011; 46: 1-17.
- Berg E.: Dose characterization from a pMDI and a new spacer with and without casts of human throats. W: Dalby R.N., Byron P.R., Farr S.J. (red.): *Respiratory Drug Delivery V. Phoenix* 1996: 308-309.
- Crompton G.K., Barnes P.J., Broeders M. i wsp.: The need to improve inhalation technique in Europe: a report from the Aerosol Drug Management Improvement Team. *Respir. Med.* 2006; 100: 1479-1494.
- Fink J.B., Rubin B.K.: Problems with inhaler use: a call for improved clinician and patient education. *Respir. Care* 2005; 50: 1360-1374, discussion 1374-1375.
- Cichońska-Jarosz E., Kwinta P.: Techniki zabiegów inhalacyjnych u dzieci. *Medycyna Praktyczna Pediatria* 2001; (4).
- Machira E.P.M., Obimbo E.M., Wamalwa D., Gachare L.N.: Assessment of inhalation technique among asthmatic children and their carers at the Kenyatta National Hospital, Kenya. *African Journal of Respiratory Medicine* 2011; 7: 19-22.
- Godara N., Godara R., Khullar M.: Impact of inhalation therapy on oral health. *Lung India* 2011; 28: 272-275.

## Zasady prenumeraty kwartalnika „Pediatria i Medycyna Rodzinna”

- Prenumeratę można rozpocząć od dowolnego numeru pisma. Prenumerujący otrzyma zamówione numery kwartalnika pocztą na podany adres.
- Pojedynczy egzemplarz kwartalnika kosztuje 25 zł. Przy zamówieniu rocznej prenumeraty (4 kolejne numery) koszt całorocznej prenumeraty wynosi 80 zł. Koszt całorocznej prenumeraty zagranicznej wynosi 30 dolarów.
- Istnieje możliwość zamówienia numerów archiwalnych (do wyczerpania nakładu).  
Cena numeru archiwalnego – 25 zł.
- Zamówienie można złożyć:
  - Wypełniając załączony blankiet i dokonując wpłaty w banku lub na poczcie.
  - Dokonując przelewu z własnego konta bankowego (ROR) – wpłaty należy kierować na konto:  
Medical Communications Sp. z o.o., ul. Powsińska 34, 02-903 Warszawa  
Deutsche Bank PBC SA  
42 1910 1048 2215 9954 5473 0001
- Prosimy o podanie dokładnych danych imiennych i adresowych.
  - Drogą mailową: [redakcja@pimr.pl](mailto:redakcja@pimr.pl).
  - Telefonicznie lub faksem: tel.: 22 651 97 83, faks: 22 842 53 63.
- Wypełniając formularz prenumeraty zamieszczony na stronie [www.pimr.pl/gazeta](http://www.pimr.pl/gazeta).
- Zamawiający, którzy chcą otrzymać fakturę VAT, proszeni są o kontakt z redakcją.