Andrzej Emeryk[1], Michał Pirożyński[2], Justyna Emeryk-Maksymiuk[3]

[1]Klinika Chorób Płuc i Reumatologii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego w Lublinie
[2]Centrum, Alergologii, Pneumonologii i Medycyny Ratunkowej — Ośrodek Symulacji Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego w Warszawie
[3]Katedra Interny z Zakładem Pielęgniarstwa Internistycznego, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

Inhalatory suchego proszku — między lekarzem a pacjentem

Praca nie była finansowana

Tłumaczenie, należy cytować wersję oryginalną: Emeryk A, Pirożyński M, Emeryk-Maksymiuk J. Dry powder inhalers — between the doctor and the patient. Adv Respir Med. 2018; 86. doi: 10.5603/ARM.2017.0061.

Streszczenie

W pracy przedstawiono pokrótce aktualnie dostępne inhalatory suchego proszku (DPI). Na podstawie danych z piśmiennictwa omówiono najczęstsze błędy popełniane przez chorych przy stosowaniu DPI oraz ich następstwa kliniczne i ekonomiczne. Szeroko omówiono czynniki wpływające na skuteczność i bezpieczeństwo terapii inhalacyjnej astmy i przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POChP), w tym głównie z DPI. Wskazano możliwości poprawy efektywności terapii inhalacyjnej z perspektywy lekarza oraz chorego na astmę lub POChP. Przedstawiono algorytm wyboru DPI uwzględniający preferencje i kompetencje chorego.

Słowa kluczowe: inhalator suchego proszku, inhalator Ellipta®, astma, POChP, pacjent, błędy w inhalacji

Wstęp

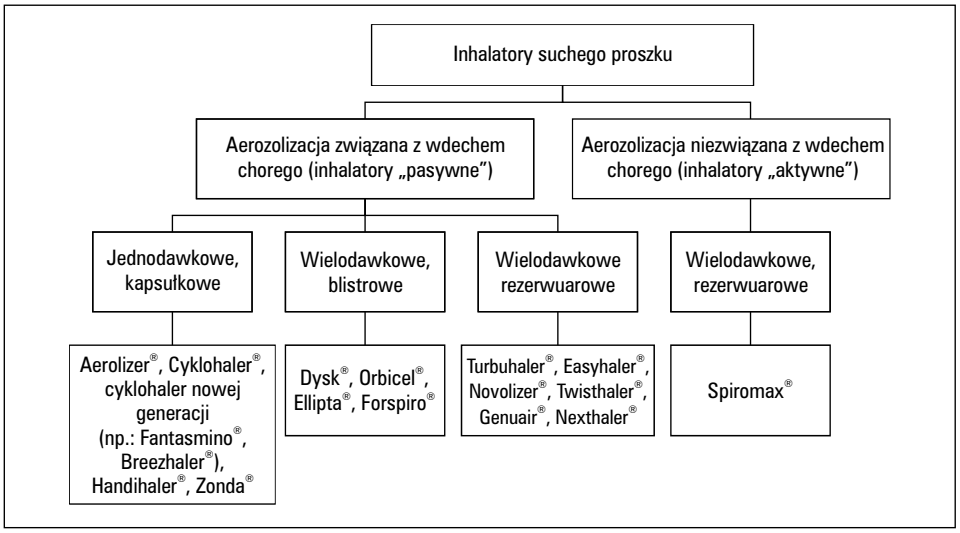
Celem niniejszego artykułu jest omówienie czynników wpływających na poprawność inhalacji z inhalatora suchego proszku (DPI, *dry powder inhaler*). Szczególny nacisk położono na czynniki zależne od lekarza i pacjenta. Dokonano przeglądu najważniejszych publikacji z ostatnich 15 lat dostępnych w bazie PubMed dotyczących techniki inhalacji z DPI, błędów popełnianych przez chorych na astmę lub przewlekłą obturacyjną chorobę płuc (POChP) używających tego typu inhalatorów oraz zasad wyboru DPI.

Inhalatory suchego proszku — wczoraj i dzisiaj

Aerozole medyczne są dwufazowym ośrodkiem rozproszonym. W przypadku, gdy fazę rozproszoną stanowią cząstki cieczy, mówi się o tak zwanych aerozolach cieczowych. Jeśli faza rozproszona to ciało stałe, mamy do czynienia z aerozolami ciała stałego (proszkowymi) [1]. Wytwarzanie aerozoli proszkowych odbywa się poprzez rozproszenie w powietrzu wcześniej odpowiednio przygotowanej (rozdrobnionej i odmierzonej) dawki leku w proszku. Dlatego te urządzenia są nazywane inhalatorami suchego proszku [2] i stanowią najliczniejszą i wysoce zróżnicowaną pod względem technicznym (budowa i mechanizm działania) grupę urządzeń inhalacyjnych [3, 4]. Na rycinie 1 przedstawiono podział DPI bazujący na sposobie aerozolizacji proszku i przygotowaniu dawki leku z przykładami z polskiego rynku.

W pasywnych DPI to wdech chorego jest wykorzystywany do rozdrobnienia cząstek proszku (deagregacja) oraz jego zawieszenia w powietrzu (aerozolizacja). Decydujące znaczenie w tym procesie ma przyspieszenie w początkowej fazie wdechu, wielkość szczytowego przepływu wdechowego (PIF, *peak inspiratory flow*), czas

Adres do korespondencji: prof. dr hab. n. med. Andrzej Emeryk, Klinika Chorób Płuc i Reumatologii Dziecięcej UM, ul. A. Gębali, 120—093 Lublin, tel. +48 81 718 54 77
Wpłynęło do Redakcji: 19.12.2017 r.
Copyright © 2018 PTChP
ISSN 2451–4934



Rycina 1. Podział inhalatorów suchego proszku

osiągnięcia PIF, objętość wdechowa oraz czas trwania wdechu [5, 6]. Konieczność wykonania odpowiednio silnego, głębokiego i długiego wdechu ogranicza dostępność tej grupy DPI dla chorych niezdolnych do przeprowadzenia takiego manewru wdechowego [4]. Są to z reguły osoby starsze z mięśniami oddechowymi osłabionymi przewlekłym procesem chorobowym, ludzie z zaburzeniami psychicznymi lub/i neurologicznymi oraz dzieci poniżej 6. rż. W tych grupach chorych zachodzi duże ryzyko niewygenerowania optymalnego przepływu wdechowego. Jedynie taki przepływ warunkuje właściwy proces deagregacji i aerozolizacji proszku, optymalną penetrację i depozycję takiego aerozolu w drogach oddechowych, a co za tym idzie, inhalację skuteczną klinicznie [7–13].

W aktywnych DPI procesy deagregacji i aerozolizacji są niezależne od wdechu chorego, co czyni tego typu inhalatory łatwiejsze w użyciu, z wysoce przewidywalną charakterystyką chmury aerozolowej. Dobrym, i dotychczas jedynym, przykładem w Europie jest Airmax®/Spiromax® [14].

W ostatnich latach pojawiły się na rynku nowe pasywne DPI (w kolejności wprowadzania na rynek): NEXThaler®, Ellipta®, Forspiro® czy Zonda® [15–18]. Nowe urządzenia generują zazwyczaj aerozole o lepszych parametrach, z reguły praktycznie niezależnie od przepływów wdechowych chorego, a jednocześnie bardziej przyjazne dla pacjenta w codziennym używaniu w stosunku do urządzeń dotychczas stosowanych [19–21]. Dobrym przykładem takiego inhalatora jest Ellipta®, urządzenie będące następcą popularnego przez wiele lat Dysku® (Discus®) [22]. Konstrukcja (inhalator blistrowy) i sposób używania tego nowego inhalatora (jedynie 3 proste kroki) zmniejszają ryzyko błędów w inhalacji w stosunku do starszych DPI [21]. Podobne cechy posiada inhalator Forspiro®, choć wymaga 5–6 kolejnych czynności [17, 23].

Ile kosztują błędy w inhalacji z DPI?

Tylko bezbłędnie wykonana inhalacja leku jest skuteczna klinicznie i bezpieczna dla chorego. Błędy w inhalacji dzielą się na proste i krytyczne. Te pierwsze mogą zmniejszać efektywność kliniczną danego leku inhalacyjnego, a drugie czynią inhalację praktycznie kompletnie nieefektywną klinicznie [24]. Błędy w inhalacji z DPI są w dużym stopniu specyficzne dla danego inhalatora, ale też są błędy wspólne (błędy niespecyficzne) dla wszystkich DPI [25]. Najczęstsze błędy niespecyficzne, to: niewykonanie maksymalnie głębokiego wydechu (do poziomu czynnościowej pojemności zalegającej [FRC, *functional residual capacity*]) przed inhalacją, nieprawidłowa pozycja ciała podczas inhalacji, zbyt wolny i zbyt płytki wdech przez inhalator oraz niewstrzymanie oddechu po inhalacji [26]. Lista błędów specyficznych jest znacznie dłuższa i zależy od rodzaju DPI [25].

Wynik badania Sanchis i wsp. [27] opartego na systematycznym przeglądzie 144 publikacji z lat 1965–2014 pokazał, że na przestrzeni ostatnich 50 lat odsetek chorych popełniających błędy podczas wykonywania inhalacji utrzymuje się na podobnym poziomie: 45–75% [27]. Błędy w terapii inhalacyjnej dotyczą wszystkich grup inhalatorów (inhalatory ciśnieniowe dozujące, DPI, inhalator odmierzonej dawki leku w płynie,

Tabela 1. Odsetek chorych z co najmniej jednym błędem krytycznym popełnianym podczas inhalacji z najczęściej używanych inhalatorów suchego proszku (DPI) w Europie (modyfikacja za [29])

Typ DPI (liczba badań)	Odsetek chorych i CI
Aerolizer® (n = 4)	14,2% [95% CI 11,0–18,1]
Diskus® (n = 9)	20,8% [95% CI 13,7–30,2]
Turbuhaler® (n = 10)	40,1% [95% CI 28,6–52,9]
Handihaler® (n = 3)	42,4% [95% CI 28,8–57,1]

CI (*confidence interval*) — przedział ufności

nebulizatory), a odsetek takich chorych zależy od badanej populacji (wiek chorych, rodzaj choroby, kraj), rodzaju inhalatora i stopnia edukacji pacjentów. Na przykład wynik badania Molimard i wsp. [28] z 2003 roku wykazał, że co najmniej jeden błąd popełniało 49–54% chorych leczonych w typowej przychodni/gabinecie lekarza podstawowej opieki zdrowotnej, a co najmniej jeden błąd krytyczny popełniało 11% chorych (Dysk®) do 32% (Turbuhaler®). Ostatnio ukazał się przegląd systematyczny z metaanalizą dotyczący błędów w inhalacji u chorych na astmę i POChP w kilku krajach Europy [29]. Autorzy tego opracowania wykazali, że błędy krytyczne w inhalacji popełniało, w zależności od używanego DPI, 14,2–42,2% chorych (średnio 28,4%), co pokazano w tabeli 1.

Błędy w inhalacji popełniane przez chorych na astmę lub POChP oddziałują na skład chmury aerozolowej i depozycji cząstek leków, tym samym wpływając niekorzystnie na skuteczność terapeutyczną inhalowanych leków [30, 31]. Na przykład zbyt słaby wdech (przepływ wdechowy suboptymalny) będący jednym z najczęstszych błędów przy inhalacji z DPI, zwiększa istotnie ryzyko niekontrolowanej astmy (OR [*odds ratio*] =1,30, 95% CI [*confidence interval*] 0,08–1,57 dla Turbuhalera® oraz OR = 1,56, 95% CI 1,17–2,07 dla Dysku®), a także zwiększa ryzyko jej zaostrzeń [25]. W kolejnej pracy udowodniono, że uzyskiwanie jedynie suboptymalnej wartości PIF (dla danego DPI) przez chorych jest czynnikiem ryzyka zaostrzenia POChP wymagającego hospitalizacji [13]. Inne błędy krytyczne w technice inhalacji z DPI zwiększają prawie dwukrotnie ryzyko pobytu na szpitalnym oddziale ratunkowym (SOR) lub hospitalizacji z powodu ciężkiego zaostrzenia POChP (dotyczy 6,9% grupy z błędami *v.* 3,3% grupy bez błędów [OR 1,86, 95% CI 1,14–3,04, $p < 0,05$]) [32].

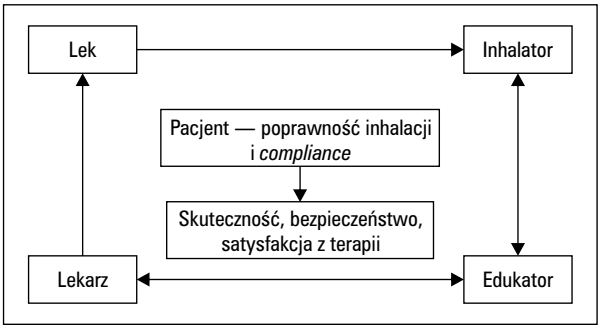
Tabela 2. Nieplanowe zdarzenia medyczne związane z nieprawidłową techniką inhalacji chorych (modyfikacja za [33])

Nieplanowe zdarzenia medyczne	Wzrost ryzyka
Hospitalizacja	47%
Wizyta na szpitalnym oddziale ratunkowym	62%
Antybiotykoterapia	50%
Glikokortykosteroidy doustnie	54%
Utrata dni pracy	47%

Błędy w terapii inhalacyjnej powinny zatem zwiększać koszty terapii takich chorób, jak astma czy POChP. Lewis i wsp. [33, 34] przeanalizowali grupę chorych stosujących glikokortykosteroid wziewny (GKSw) oraz długodziałający β2-mimetyk wziewny (LABA, *long-acting beta-2 agonists*) z popularnych DPI: Turbuhalera® (budezonid + formoterol) lub z Accuhalera® (Dysk) (propionian flutikazonu + salmeterol) przez okres jednego roku w kilku krajach Europy. Z badania opublikowanego w 2016 roku autorzy wyciągnęli wiele praktycznych wniosków [33]. Po pierwsze, okazało się, że nieprawidłowa technika inhalacji z DPI zwiększa istotnie ryzyko hospitalizacji, wizyty na SOR, antybiotykoterapii lub zastosowania GKS doustnie (odpowiednio o: 47%, 62%, 50% i 54%) (tab. 2). Po drugie, 5,4–20,7% nieplanowanych zdarzeń medycznych i kosztów wiązało się ze złą techniką inhalacji. Po trzecie, dołączenie kosztów bezpośrednich podnosiło całkowity koszt na jednego pacjenta związany ze złą techniką inhalacji do 271 EUR/rok w Hiszpanii, 466 EUR/rok w Szwecji i 506 EUR/rok w UK (dane z 2014 roku). Po czwarte, błędy w technice inhalacji stanowiły około 2,2–7,7% kosztów bezpośrednich, co dawało kwotę 782 mln EUR wobec kosztów całkowitych astmy/POChP w tych 3 krajach w wysokości 5,5 mld EUR (dane z 2014 roku). Brakuje podobnych danych dla Polski, lecz należy się spodziewać podobnych proporcji kosztów. Ten sam zespół autorów wykazał też, że zamiana pasywnego DPI na aktywny (łatwiejsza inhalacja dla chorego) redukuje liczbę błędów i poprawia technikę inhalacji, a tym samym polepsza kontrolę choroby i prowadzi do znacznych oszczędności, głównie w wyniku uniknięcia niekorzystnych zdarzeń zdrowotnych [34].

Czynniki wpływające na skuteczność i bezpieczeństwo terapii inhalacyjnej

Na rycinie 2 pokazano schematycznie czynniki determinujące skuteczność i bezpieczeństwo terapii inhalacyjnej. Od wielu lat wiadomo, że zależy ona od 5 równie istotnych elementów: lekarza, leku, inhalatora, edukatora i pacjenta. Istnieje między nimi sieć wzajemnych zależności i powiązań, które ostatecznie kształtują poprawność techniki inhalacyjnej pacjenta i jego *compliance*, a te dwa elementy determinują skuteczność, bezpieczeństwo i satysfakcję chorego z zaleconej terapii inhalacyjnej. Na owe 5 czynników wpływa jeszcze system opieki zdrowotnej w danym kraju, w tym takie jego elementy, jak: sposób organizacji opieki zdrowotnej, zasady i wielkość refundacji leków inhalacyjnych, dostępność do lekarzy specjalistów i edukatorów zdrowotnych (w Polsce bardzo często są nimi sam lekarz lub pielęgniarka).

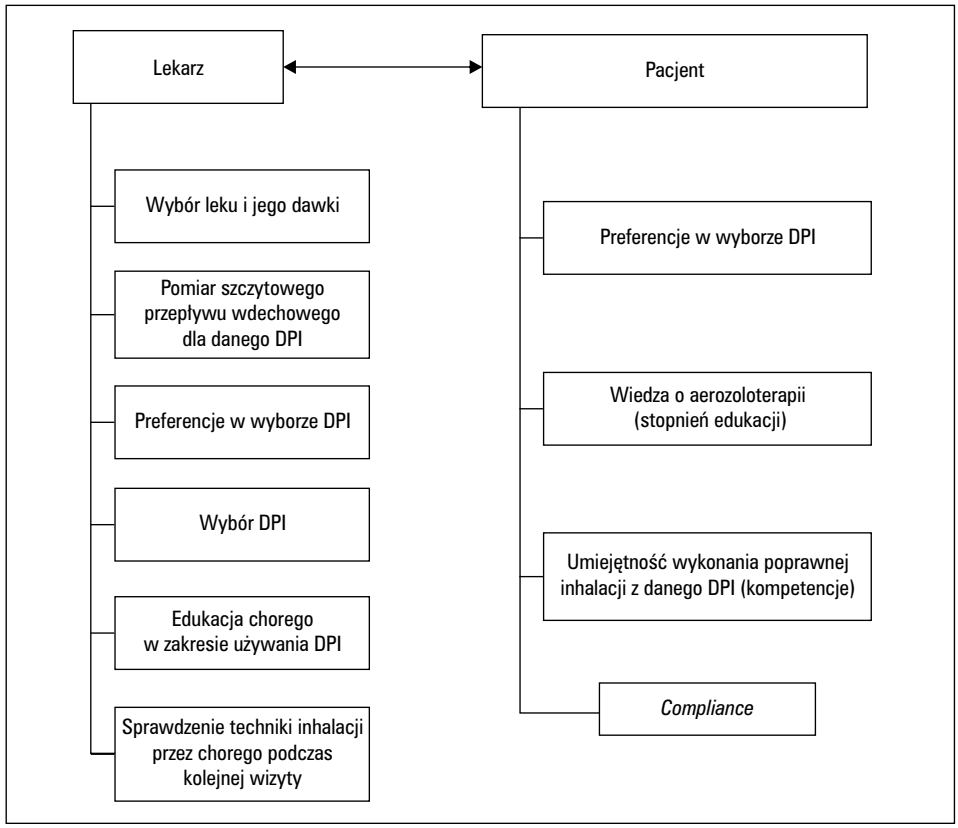


Rycina 2. Elementy wpływające na poprawność techniki inhalacyjnej chorego i jego *compliance* oraz skuteczność, bezpieczeństwo i satysfakcję z terapii inhalacyjnej

Najważniejsze czynniki zależne od lekarza i pacjenta związane z DPI ukazano na rycinie 3.

Jak poprawić efektywność terapii inhalacyjnej — perspektywa lekarza

Lekarz jest podmiotem inicjującym wybór leku inhalacyjnego, a następnie konkretnego inhalatora z danym lekiem czy lekami. Do pierwszego potrzebne są wiedza patofizjologiczna, znajomość aktualnych standardów terapeutycznych w danej chorobie oraz orientacja na rynku leków w kraju (dostępność leku, koszt leku, poziom jego refundacji). Ta faza procesu wyboru leku jest zatem dość prosta. Dalszy krok to wybór inhalatora



Rycina 3. Czynniki zależne od lekarza i pacjenta determinujące poprawność inhalacji i *compliance* chorego, a wtórnie skuteczność, bezpieczeństwo i satysfakcję z zaleconej terapii inhalacyjnej inhalatorem suchego proszku (DPI)

Tabela 3. Inhalatory suchego proszku (DPI) z lekami wziewnymi stosowanymi w terapii astmy lub/i przewlekłej obturacyjnej choroby płuc zarejestrowanymi w Polsce (stan z 1 września 2017 roku, w kolejności alfabetycznej)

Inhalator/Lek	GKSw	LABA	GKSw + LABA	SABA	LAMA	LAMA + LABA
1. Aerolizer®/Cyklohaler®	+	+	–	–	–	–
2. CNG-Breezhaler®	–	+	–	–	+	–
3. CNG-Fantasmino®	+	+	–	–	–	–
4. CNG®	–	+	–	–	–	–
5. Dysk®	+	+	+	+	–	–
6. Easyhaler®	+	+	+	+	–	–
7. Ellipta®	–	–	+	–	+	+
8. Forspiro®	–	–	+	–	–	–
9. Genuair®	–	–	–	–	+	–
10. HandiHaler®	–	–	–	–	+	–
11. NEXThaler®	–	–	+	–	–	–
12. Orbicel®	+	–	+	–	–	–
13. Novolizer®	+	+	–	+	–	–
14. Turbuhaler®	+	+	+	–	–	–
15. Twisthaler®	+	–	–	–	–	–
16. Zonda®	–	–	–	–	+	–

CNG — cyklohaler nowej generacji; GKSw — glikokortykosteroidy wziewne; LABA (*long-acting beta-2 agonists*) — długodziałające β2-mimetyki; LAMA (*long-acting muscarinic antagonist*) — długodziałające leki antycholinergiczne (cholinolityczne); SABA (*short-acting beta-2 agonists*) — krótkodziałające β2-mimetyki inhalacyjne; Orbicel® — dysk po wielu modyfikacjach technicznych (dysk generyczny)

z danym lekiem (lekami). Do tego potrzebna jest wiedza z zakresu aerozoloterapii oraz znajomość rynku inhalatorów, który w ostatnich latach ulega dynamicznym zmianom w wielu krajach, także w Polsce. Ten etap jest już trudniejszy i dochodzi wówczas do pierwszych błędów, na przykład wyboru DPI, który jest znany lekarzowi, bez uwzględnienia preferencji chorego [35].

W przypadku dzieci najważniejszym elementem w wyborze inhalatora jest wiek pacjenta. U dzieci poniżej 5.–6. rż. stosuje się nebulizację lub leki podawane z pMDI (*metered dose inhalers*) w połączeniu z komorą inhalacyjną [36]. Inhalatory suchego proszku są urządzeniami pierwszego wyboru u dzieci powyżej 5.–6. rż. oraz u dorosłych, ale potrafiących osiągnąć PIF przez dany DPI > 30 l/min [37]. Kolejnym krokiem przy wyborze DPI jest zatem sprawdzenie, czy pacjent jest w stanie osiągnąć optymalną wartość PIF dla danego DPI [38]. Do tego celu służą proste pomocnicze urządzenia medyczne, takie jak: In-Check DIAL, Turbutest, Turbuhaler-gwizdek czy Dysk ćwiczeniowy. Są też dostępne urządzenia bardziej zaawansowane technicznie, za pomocą których można także wyedukować chorego i sprawdzić poprawność inhalacji z DPI, na przykład: Vitalograph AIM czy Inhalation Manager [38, 39].

Następnie lekarz powinien zidentyfikować chorego z grupy wysokiego ryzyka błędów podczas inhalacji z DPI. Zalicza się tutaj chorych: powyżej 60. rż., z ciężkimi zaburzeniami obturacyjnymi oskrzeli, z chorobami neurologicznymi, samotnych [26, 30]. U tych pacjentów potrzebne są: DPI wymagający jak najmniej czynności podczas jego używania (co minimalizuje ryzyko błędu) oraz dobrze przeprowadzana edukacja.

Bardzo ważną zasadą przy zapisywaniu leków inhalacyjnych jest wybór jak najmniejszej liczby inhalatorów, a najlepiej zastosowanie różnych leków z jednego typu inhalatora, na przykład DPI lub pMDI. Taka strategia zmniejsza ryzyko popełnienia błędów w inhalacji i może poprawić kontrolę astmy lub POChP [40]. Przeszkodą w stosowaniu się do tej zasady może być zbyt bogaty rynek DPI, utrudniający wybór. Obrazowym przykładem jest niestety Polska, gdzie aktualnie zarejestrowano 16 różnych DPI, ale jedynie 8 z nich zawiera 2 lub więcej leków potrzebnych do terapii astmy lub POChP, i tylko w 8 z nich to kombinacje dwóch różnych leków (tab. 3) [17, 41].

Rozwiązaniem zmniejszającym liczbę inhalatorów używanych przez chorego jest rozwój produkcji urządzeń z trzema różnymi lekami. Taka strategia prowadzenia aerozoloterapii ułatwia

Tabela 4. Liczba i opis kroków niezbędnych do wykonanie poprawnej inhalacji przez chorego z inhalatora Ellipta®, Twisthaler®, NEXThaler®, Easyhaler®, Dysk® i Turbuhaler® (dane z ChPL i oficjalnych instrukcji użytkowania inhalatorów) [46–51]

Inhalator	Liczba kroków	Opis i kolejność kroków
Ellipta®	3	1. Otworzyć pokrywę inhalatora i przesunąć ją w dół, aż do usłyszenia kliknięcia 2. Wykonać inhalację 3. Przesunąć pokrywę ku górze tak, aby zakryć (zamknąć) ustnik
Twisthaler®	3	1. Zdjąć (odkręcić) nasadkę z inhalatora 2. Wykonać inhalację 3. Umieścić nasadkę na miejscu i przekręcić zgodnie z ruchem wskazówek zegara, jednocześnie delikatnie naciskając ją, do usłyszenia kliknięcia
NEXThaler®	3	1. Otworzyć całkowicie wieczko inhalatora, trzymając go w pozycji pionowej 2. Wykonać inhalację 3. Ponownie uchwycić inhalator w pozycji pionowej i zamknąć całkowicie wieczko
Dysk®	4	1. Otwieranie: aby otworzyć inhalator, należy uchwycić osłonę jedną ręką, a kciuk drugiej ułożyć we wgłębieniu obudowy. Przesunąć kciuk we wgłębieniu od siebie — aż do oporu, do usłyszenia kliknięcia 2. Ustawianie dawki: ustawić inhalator ustnikiem skierowanym do siebie. Przesunąć do oporu suwak w kierunku od siebie, aż do usłyszenia kliknięcia 3. Wykonać inhalację 4. Aby zamknąć inhalator, należy wsunąć kciuk we wgłębienie obudowy i przeciągnąć go do siebie. Podczas zamykania inhalatora słychać kliknięcie
Turbuhaler®	4	1. Odkręcić i zdjąć nakrętkę inhalatora. Podczas odkręcania można usłyszeć charakterystyczny turkoczący dźwięk 2. Inhalator należy trzymać pionowo pokrętłem do dołu. Przekręcić je w jedną stronę do oporu, następnie tak samo w przeciwnym kierunku (kolejność kierunków nie ma znaczenia). Będzie słychać kliknięcie 3. Wykonać inhalację 4. Po użyciu inhalatora umieścić nakrętkę na inhalatorze i szczelnie zamknąć
Easyhaler®	5	1. Zdjąć nasadkę z ustnika 2. Energicznie wstrząsnąć inhalatorem, poruszając nim w górę i w dół 3–5 razy 3. Nacisnąć inhalator jeden raz, trzymając go między palcem wskazującym a kciukiem do usłyszenia kliknięcia, a następnie zwolnić do ponownego usłyszenia tego dźwięku 4. Wykonać inhalację 5. Nałożyć nasadkę na ustnik

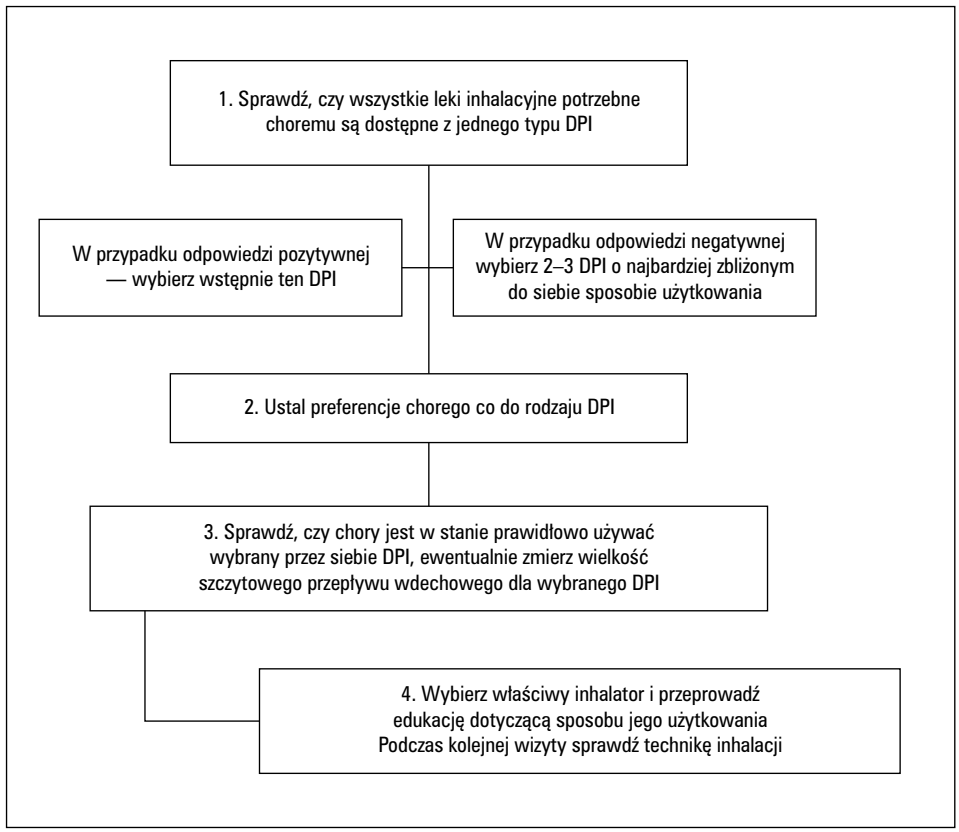
edukację, zmniejsza ryzyko błędów popełnianych przez chorych i może być terapią efektywniejszą niż inhalacja z 2–3 różnych DPI [42]. Najnowszym przykładem terapii trójlekowej z jednego DPI jest kombinacja furoinianu flutikazonu z bromkiem umeklidiniowym i z wilanterolem w inhalatorze Ellipta® [43].

Poprawa efektywności terapii inhalacyjnej odczuwalna przez chorego wymaga: zdefiniowania cech inhalatora ważnych z punktu widzenia użytkownika, wyboru DPI zgodnego z preferencjami i możliwościami pacjenta oraz właściwej edukacji chorego. Eksperci sugerują, żeby konstruktorzy DPI w większym stopniu niż dotychczas uwzględniali opinie chorych [44]. Tak też się działo w przypadku DPI wprowadzonych na rynek w ostatnich kilku latach [15, 17]. Z punktu widzenia chorego DPI powinien być maksymalnie prosty w użytkowaniu:

- jak najmniej czynności (kroków) związanych z przygotowaniem inhalatora do użycia,
- konstrukcja umożliwiająca zmianę kolejności lub opuszczenie poszczególnych kroków w użyciu inhalatora,
- łatwy i wygodny proces inhalacji,
- możliwość sprawdzenia poprawności wykonanej inhalacji,
- wizualna lub/i akustyczna informacja o liczbie dawek pozostających w inhalatorze.

Prawie wszystkie wymienione cechy mają nowoczesne DPI, takie jak: Ellipta®, NEXThaler®, czy Twisthaler® (tab. 4) [15, 45]. W przypadku starszych urządzeń tego typu (Dysk®, Turbuhaler®, Easyhaler®) kroków jest więcej i są one bardziej skomplikowane, co zawarto w instrukcjach użytkowania dla chorych (tab. 4).

Każdy DPI ma swoiste cechy decydujące między innymi o jego preferencji w danej grupie chorych. W przypadku inhalatora Ellipta® są to: łatwość użycia (tylko 3 kroki), prostota wykonywanych czynności podczas inhalacji oraz kształt ustnika [52].



Rycina 4. Schemat postępowania lekarza przy wyborze inhalatora suchego proszku (DPI)

Na ostateczną decyzję o wyborze inhalatora powinien mieć wpływ sam chory, choć często tak się nie dzieje. Jego preferencje w tym zakresie oraz pewne predyspozycje i umiejętności związane z używaniem inhalatorów powinny być brane pod uwagę, co podkreślają od kilku lat zalecenia *The Aerosol Drug Management Improvement Team* (ADMIT) [53–55] oraz najnowsze rekomendacje amerykańskie [56].

Jak wybierać DPI?

Przy wyborze DPI należy zawsze sprawdzić i uwzględnić preferencje i kompetencje chorego. Od kilku lat eksperci proponują przedstawione na rycinie 4 postępowanie lekarza przy wyborze DPI [35, 37].

Podsumowanie

Od kilku lat na rynkach leków inhalacyjnych w wielu krajach dominują inhalatory suchego proszku. Dzieje się tak dzięki licznym zaletom DPI oraz pojawianiu się nowych, zazwyczaj lepszych urządzeń. Ogromna różnorodność DPI powoduje problemy z wyborem i prawidłowym używaniem tych inhalatorów przez chorych na astmę lub POChP. Błędy przy stosowaniu DPI skutkują wieloma następstwami klinicznymi i niosą znaczne skutki ekonomiczne. Wybór DPI właściwego dla danego chorego zależy od kompetencji lekarza oraz w podobnym stopniu od preferencji i kompetencji chorego. Te elementy ostatecznie kształtują poprawność techniki inhalacyjnej pacjenta i jego *compliance*, a następnie determinują skuteczność, bezpieczeństwo i satysfakcję chorego z zaleconej terapii inhalacyjnej.

Konflikt interesów

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów.

Piśmiennictwo:

1. Sosnowski TR. Aerozole wziewne i inhalatory. WiChIP PW. 2012: Warszawa.
2. Crompton GK. Dry powder inhalers: advantages and limitations. J Aerosol Med. 1991; 4(3): 151–156, doi: 10.1089/jam.1991.4.151, indexed in Pubmed: 10147676.
3. Telko MJ, Hickey AJ. Dry powder inhaler formulation. Respir Care. 2005; 50(9): 1209–1227, indexed in Pubmed: 16122404.
4. de Boer AH, Hagedoorn P, Hoppentocht M, et al. Dry powder inhalation: past, present and future. Expert Opin Drug Deliv. 2017; 14(4): 499–512, doi: 10.1080/17425247.2016.1224846, indexed in Pubmed: 27534768.
5. Islam N, Gladki E. Dry powder inhalers (DPIs) — a review of device reliability and innovation. Int J Pharm. 2008; 360(1-2): 1–11, doi: 10.1016/j.ijpharm.2008.04.044, indexed in Pubmed: 18583072.

6. Emeryk A, Bodajko-Grochowska A. Bartkowiak-Emeryk. Inhalatory suchego proszku — jak ważna jest edukacja chorego? Alergia. 2013; 3: 17–21.
7. Broeders ME, Molema J, Vermue NA, et al. Peak inspiratory flow rate and slope of the inhalation profiles in dry powder inhalers. Eur Respir J. 2001; 18(5): 780–783, indexed in Pubmed: 11757627.
8. Atkins PJ. Dry powder inhalers: an overview. Respir Care. 2005; 50(10): 1304–1312, indexed in Pubmed: 16185366.
9. Newman S, Peart J. Dry powder inhalers. In: Newman S, Peart J. ed. Respiratory drug delivery: essential theory and practice. RDD Online, Richmond 2009: 257–308.
10. Sharma G, Mahler DA, Mayorga VM, et al. Prevalence of low peak inspiratory flow rate at discharge in patients hospitalized for COPD exacerbation. Chronic Obstr Pulm Dis. 2017; 4(3): 217–224, doi: 10.15326/jcopdf.4.3.2017.0183, indexed in Pubmed: 28848933.
11. Lexmond AJ, Kruizinga TJ, Hagedoorn P, et al. Effect of inhaler design variables on paediatric use of dry powder inhalers. PLoS One. 2014; 9(6): e99304, doi: 10.1371/journal.pone.0099304, indexed in Pubmed: 24901338.
12. Pedersen S, Dubus JC, Crompton GK, et al. ADMIT Working Group. The ADMIT series — issues in inhalation therapy. 5) Inhaler selection in children with asthma. Prim Care Respir J. 2010; 19(3): 209–216, doi: 10.4104/pcrj.2010.00043, indexed in Pubmed: 20640390.
13. Loh CH, Peters SP, Lovings TM, et al. Suboptimal inspiratory flow rates are associated with chronic obstructive pulmonary disease and all-cause Rreadmissions. Ann Am Thorac Soc. 2017; 14(8): 1305–1311, doi: 10.1513/AnnalsATS.201611-903OC, indexed in Pubmed: 28406710.
14. Keating GM, Faulds D. Airmax: a multi-dose dry powder inhaler. Drugs. 2002; 62(13): 1887–95; discussion 1896, indexed in Pubmed: 12215059.
15. Emeryk A, Pirożyński M. New dry powder inhalers. Pneumonol Alergol Pol. 2015; 83(1): 83–87, doi: 10.5603/PiAP.2015.0012, indexed in Pubmed: 25577539.
16. Berkenfeld K, Lamprecht A, McConville JT. Devices for dry powder drug delivery to the lung. AAPS PharmSciTech. 2015; 16(3): 479–490, doi: 10.1208/s12249-015-0317-x, indexed in Pubmed: 25964142.
17. Emeryk A, Pirożyński M. Forspiro® - nowy inhalator suchego proszku. Czy zbliżamy się do ideału? Adv Respir Med. 2016; 84(Supp. VI): 64–69.
18. Algorta J, Andrade L, Medina M, et al. Pharmacokinetic Bioequivalence of Two Inhaled Tiotropium Bromide Formulations in Healthy Volunteers. Clin Drug Investig. 2016; 36(9): 753–762, doi: 10.1007/s40261-016-0441-8, indexed in Pubmed: 27470430.
19. Buttini F, Hannon J, Saavedra K, et al. Accessorized DPI: a shortcut towards flexibility and patient adaptability in dry powder inhalation. Pharm Res. 2016; 33(12): 3012–3020, doi: 10.1007/s11095-016-2023-0, indexed in Pubmed: 27623625.
20. Given J, Taveras H, Iverson H. Prospective, open-label evaluation of a new albuterol multidose dry powder inhaler with integrated dose counter. Allergy Asthma Proc. 2016; 37(3): 199–206, doi: 10.2500/aap.2016.37.3938, indexed in Pubmed: 26831652.
21. van der Palen J, Thomas M, Chrystyn H, et al. A randomised open-label cross-over study of inhaler errors, preference and time to achieve correct inhaler use in patients with COPD or asthma: comparison of ELLIPTA with other inhaler devices. NPJ Prim Care Respir Med. 2016; 26: 16079, doi: 10.1038/npjpcrm.2016.79, indexed in Pubmed: 27883002.
22. Grant AC, Walker R, Hamilton M, et al. The ELLIPTA® dry powder inhaler: design, functionality, in vitro dosing performance and critical task compliance by patients and caregivers. J Aerosol Med Pulm Drug Deliv. 2015; 28(6): 474–485, doi: 10.1089/jamp.2015.1223, indexed in Pubmed: 26372466.
23. Jones S, Weuthen T, Harmer QJ, et al. P7 Assessing the intuitive ease of use of a novel dry powder inhaler, the Forspiro™ device, for asthma and COPD: Abstract P7 Table 1. Thorax. 2012; 67(Suppl 2): A66.2–A67, doi: 10.1136/thoraxjnl-2012-202678.148.
24. Lavorini F, Magnan A, Dubus JC, et al. Effect of incorrect use of dry powder inhalers on management of patients with asthma and COPD. Respir Med. 2008; 102(4): 593–604, doi: 10.1016/j.rmed.2007.11.003, indexed in Pubmed: 18083019.
25. Price DB, Román-Rodríguez M, McQueen RB, et al. Inhaler errors in the CRITIKAL study: type, frequency, and association with asthma outcomes. J Allergy Clin Immunol Pract. 2017; 5(4): 1071–1081.e9, doi: 10.1016/j.jaip.2017.01.004, indexed in Pubmed: 28286157.
26. Westerik JAM, Carter V, Chrystyn H, et al. Characteristics of patients making serious inhaler errors with a dry powder inhaler and association with asthma-related events in a primary care setting. J Asthma. 2016; 53(3): 321–329, doi: 10.3109/02770903.2015.1099160, indexed in Pubmed: 26810934.
27. Sanchis J, Gich I, Pedersen S, et al. Aerosol Drug Management Improvement Team (ADMIT). Systematic review of errors in inhaler use: has patient technique improved over tme? Chest. 2016; 150(2): 394–406, doi: 10.1016/j.chest.2016.03.041, indexed in Pubmed: 27060726.
28. Molimard M, Raherison C, Lignot S, et al. Assessment of handling of inhaler devices in real life: an observational study in 3811 patients in primary care. J Aerosol Med. 2003; 16(3): 249–254, doi: 10.1089/089426803769017613, indexed in Pubmed: 14572322.
29. Chrystyn H, van der Palen J, Sharma R, et al. Device errors in asthma and COPD: systematic literature review and meta-analysis. NPJ Prim Care Respir Med. 2017; 27(1): 22, doi: 10.1038/s41533-017-0016-z, indexed in Pubmed: 28373682.
30. Wieshammer S, Dreyhaupt J. Dry powder inhalers: which factors determine the frequency of handling errors? Respiration. 2008; 75(1): 18–25, doi: 10.1159/000109374, indexed in Pubmed: 17911976.
31. Sulaiman I, Seheult J, Sadasivuni N, et al. The impact of common inhaler errors on drug delivery: investigating critical errors with a dry powder inhaler. J Aerosol Med Pulm Drug Deliv. 2017; 30(4): 247–255, doi: 10.1089/jamp.2016.1334, indexed in Pubmed: 28277810.
32. Molimard M, Raherison C, Lignot S, et al. Chronic obstructive pulmonary disease exacerbation and inhaler device handling: real-life assessment of 2935 patients. Eur Respir J. 2017; 49(2), doi: 10.1183/13993003.01794-2016, indexed in Pubmed: 28182569.
33. Lewis A, Torvinen S, Dekhuijzen PNR, et al. The economic burden of asthma and chronic obstructive pulmonary disease and the impact of poor inhalation technique with commonly prescribed dry powder inhalers in three European countries. BMC Health Serv Res. 2016; 16: 251, doi: 10.1186/s12913-016-1482-7, indexed in Pubmed: 27406133.
34. Lewis A, Torvinen S, Dekhuijzen PNR, et al. Budesonide + formoterol delivered via Spiromax® for the management of asthma and COPD: The potential impact on unscheduled healthcare costs of improving inhalation technique compared with Turbuhaler®. Respir Med. 2017; 129: 179–188, doi: 10.1016/j.rmed.2017.06.018, indexed in Pubmed: 28732829.
35. Chrystyn H, Price D. Not all asthma inhalers are the same: factors to consider when prescribing an inhaler. Prim Care Respir J. 2009; 18(4): 243–249, doi: 10.4104/pcrj.2009.00029, indexed in Pubmed: 19513494.
36. van Aalderen WM, Garcia-Marcos L, Gappa M, et al. How to match the optimal currently available inhaler device to an individual child with asthma or recurrent wheeze. NPJ Prim Care Respir Med. 2015; 25: 14088, doi: 10.1038/npjpcrm.2014.88, indexed in Pubmed: 25568979.
37. Laube BL, Janssens HM, de Jongh FHC, et al. European Respiratory Society, International Society for Aerosols in Medicine. What the pulmonary specialist should know about the new inhalation therapies. Eur Respir J. 2011; 37(6): 1308–1331, doi: 10.1183/09031936.00166410, indexed in Pubmed: 21310878.
38. Lavorini F, Levy ML, Corrigan C, et al. ADMIT Working Group. The ADMIT series — issues in inhalation therapy. Training tools for inhalation devices. Prim Care Respir J. 2010; 19(4): 335–341, doi: 10.4104/pcrj.2010.00065, indexed in Pubmed: 21049263.
39. Ari A. Patient education and adherence to aerosol therapy. Respir Care. 2015; 60: 941–955, doi: 10.1586/ers.11.49, indexed in Pubmed: 21859275.

40. Bosnic-Anticevich S, Chrystyn H, Costello RW, et al. The use of multiple respiratory inhalers requiring different inhalation techniques has an adverse effect on COPD outcomes. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis. 2017; 12: 59–71, doi: 10.2147/COPD.S117196, indexed in Pubmed: 28053517.
41. Emeryk A, Pirożyński M, Mazurek H. Polski przewodnik inhalacyjny. Via Medica, Gdańsk 2015: 1–22.
42. Vestbo J, Papi A, Corradi M, et al. Single inhaler extrafine triple therapy versus long-acting muscarinic antagonist therapy for chronic obstructive pulmonary disease (TRINITY): a double-blind, parallel group, randomised controlled trial. Lancet. 2017; 389(10082): 1919–1929, doi: 10.1016/S0140-6736(17)30188-5, indexed in Pubmed: 28385353.
43. Lipson DA, Barnacle H, Birk R, et al. FULFIL trial: once-daily triple therapy for patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med. 2017; 196(4): 438–446, doi: 10.1164/rccm.201703-0449OC, indexed in Pubmed: 28375647.
44. Roche N, Scheuch G, Pritchard JN, et al. Patient focus and regulatory considerations for inhalation device design: report from the 2015 IPAC-RS/ISAM Workshop. J Aerosol Med Pulm Drug Deliv. 2017; 30(1): 1–13, doi: 10.1089/jamp.2016.1326, indexed in Pubmed: 27537608.
45. McCormack PL, Plosker GL. Inhaled mometasone furoate: A review of its use in persistent asthma in adults and adolescents. Drugs. 2006; 66(8): 1151–1168, indexed in Pubmed: 16789800.
46. https://ec.europa.eu/health/documents/community-register/2015/20151106133423/anx_133423_pl.pdf.
47. http://www easyhaler pl/Easyhaler_Global/EasyhalerPL/produkty%20spc%20pil/BUDESONIDE%20EH%20PIL%20201209 19%20var.
48. https://www.leki-informacje.pl/sites/default/files/indeks_lekow/ulotki/Ulotka-AsmanexTwisthaler400.pdf.
49. https://www.leki-informacje.pl/sites/default/files/indeks_lekow/ulotki/Ulotka-Fostex_Nexthaler.pdf.
50. https://www.dokteronline.com/pils/pl/patient_information_leaflet-1783-flixotide-pl-dysk.pdf-1352727721.pdf.
51. https://www astrazeneca pl/content/dam/az-pl/ulotki-lekow/PIL_Oxis(4,5)_2016-08-25(CDS_2015pdf.
52. Svedsater H, Jacques L, Goldfrad C, et al. Ease of use of the ELLIPTA dry powder inhaler: data from three randomised controlled trials in patients with asthma. NPJ Prim Care Respir Med. 2014; 24: 14019, doi: 10.1038/npjpcrm.2014.19, indexed in Pubmed: 24966061.
53. Broeders ME, Sanchis J, Levy ML, et al. ADMIT Working Group. The ADMIT series--issues in inhalation therapy. 2. Improving technique and clinical effectiveness. Prim Care Respir J. 2009; 18(2): 76–82, doi: 10.4104/pcrj.2009.00025, indexed in Pubmed: 19475324.
54. Virchow JC, Crompton GK, Dal Negro R, et al. Importance of inhaler devices in the management of airway disease. Respir Med. 2008; 102(1): 10–19, doi: 10.1016/j.rmed.2007.07.031, indexed in Pubmed: 17923402.
55. Vincken W, Dekhuijzen PnR, Barnes P, et al. ADMIT Group. The ADMIT series - Issues in inhalation therapy. 4) How to choose inhaler devices for the treatment of COPD. Prim Care Respir J. 2010; 19(1): 10–20, doi: 10.4104/pcrj.2009.00062, indexed in Pubmed: 19890594.
56. Chrystyn H, Price D. Not all asthma inhalers are the same: factors to consider when prescribing an inhaler. Prim Care Respir J. 2009; 18(4): 243–249, doi: 10.4104/pcrj.2009.00029, indexed in Pubmed: 19513494.