

# Wybór inhalatora w dobie pandemii Sars-CoV-2

Choosing an inhaler in the era of the Sars-CoV-2 pandemic



Prof. dr hab. n. med.  
**Michał Pirożyński**  
ORCID  
0000-0003-3611-4328

Kierownik Centrum  
Alergologii, Pneumonologii,  
Medycyny Ratunkowej –  
Ośrodka Symulacji CMKP  
Warszawa

## S U M M A R Y

Choosing the right inhaler is a key element of inhalation therapy. We must always remember that a good inhaler is one that fulfills its task in treating our patient, i.e. delivers particles of therapeutic aerosol to the right place in the respiratory system. Providing a constant and precisely measured dose is the advantage of a good inhaler. The deposited dose should be constant in its size, independent of the prevailing humidity and temperature conditions, but also as little as possible dependent on the airflow generated by the patient. Unfortunately, not all inhalers ensure complete safety for patients as well as for their caregivers or family members. The spread of SARS-Cov-2 infection causes disease symptoms also in patients with asthma. It has been shown that these patients constitute a large group of patients hospitalized due to suspected SARS-CoV-2 infection. Initially, inhalation therapy was considered a threat in the Covid-19 pandemic, but it was soon emphasized that properly conducted inhalation therapy reduces the risk of asthma exacerbations and COPD and should be absolutely continued. It is a mistake to discontinue inhalation therapy in patients with asthma and / or COPD. Inhalation therapy in patients with Covid-19, and in all patients in the pandemic period, must be optimally matched to the needs of each patient and carried out in accordance with all the rules of hygiene (aimed at reducing the spread of viruses in the patient's environment). Pressurized metering units (pMDI) should only be used with inhalation chambers. The reason is the reduction of cough reflexes in patients. On the one hand the inhalation chamber (spacer) prevents the spread of viral infection and, on the other hand, reduces the deposition of aerosol particles in the oral cavity (elimination of coarse particle aerosol contaminated with virus). Dry powder dispensers (DPI) should be used in patients who are able to generate adequate airflow through the inhaler. Easyhaler has been shown to be an almost ideal inhaler based on many clinical studies. Much better for patients during the pandemic are multi-dose inhalers than the single-dose DPI capsule units. Only when the DPI does not cause any symptoms of hyperreactivity or irritation of the larynx (which causes paroxysmal cough) can be safely used. During the Covid-19 pandemic, nebulization is questioned by many. The most common source of contamination is the non-disinfected mask and the nebulization chamber itself. With this in mind, environmental contamination must be completely prevented during a pandemic. Nebulization that are necessary should only be carried out with undiluted drugs using filters (antiviral, antibacterial) on the exhalation valve to minimize contamination of the patient. Compliance with the principles of safe use of inhalation therapy, especially those relating to maintaining the distance between patients and caregivers, the use of properly selected personalized inhalers (including multi-dose DPIs and not capsules), and keeping the inhalers clean (including inhalation chambers) in a pandemic is absolutely necessary. Sterilization / disinfection of inhalers reduces the risk of infections both for the patient and those around him.

Dobór właściwego inhalatora to kluczowy element terapii inhalacyjnej. Musimy zawsze pamiętać, że dobry inhalator to taki, który spełnia swoje zadanie w leczeniu naszego chorego, tj. dostarcza cząstki aerozolu leczniczego w odpowiednie miejsce układu oddechowego. Dostarczenie stałej i precyzyjnie odmierzonej dawki to zalety dobrego inhalatora. Deponowana dawka powinna być stała w swojej wielkości, niezależna od panujących warunków wilgotności, temperatury, ale również jak najmniej zależna od przepływu powietrza generowanego przez chorego [4]. Niestety nie wszystkie inhalatory zapewniają pełne bezpieczeństwo dla chorych jak również dla ich opiekunów czy członków rodzin. Rozprzestrzenianie się zakażenia SARS-Cov-2 powoduje pojawienie się objawów chorobowych również u chorych na astmę. Wykazano, że wśród chorych hospitalizowanych z powodu podejrzenia zakażenia SARS-CoV-2 dużą grupę stanowią właśnie ci chorzy. Początkowo uważano, że terapia inhalacyjna stanowi zagrożenie w dobie pandemii Covid – 19, ale wkrótce podkreślono, że prawidłowo prowadzona terapia inhalacyjna zmniejsza ryzyko zaostrzeń astmy oraz POChP i powinna być bezwzględnie kontynuowana. Przerwanie terapii inhalacyjnej u chorych na astmę i/lub POChP jest błędem. Terapia inhalacyjna u chorych na Covid-19, oraz u wszystkich chorych w okresie pandemii musi być optymalnie dobrana do potrzeb każdego chorego przeprowadzana z zachowaniem wszystkich zasad higieny (skierowanej na zmniejszenie rozprzestrzeniania się wirusów w otoczeniu chorego). Dozujące dozowniki ciśnieniowe (pMDI) powinny być stosowane wyłącznie z komorami inhalacyjnymi. Powodem jest zmniejszenie odruchów kaszlu u chorych co z jednej strony zapobiega rozprzestrzeniania się infekcji wirusowej a z drugiej strony zmniejsza deponowanie cząstek aerozolu w jamie ustnej (eliminacja aerozolu grubocząstkowego wtórnie skażonego wirusem). Dozowniki suchego proszku (DPI) powinny być stosowane u chorych, którzy są w stanie wygenerować odpowiedni przepływ powietrza przez inhalator. W oparciu o wiele prac klinicznych wykazano, że niemal idealnym inhalatorem jest Easyhaler. Zdecydowanie lepszymi dla chorych w okresie trwania pandemii są inhalatory wielodawkowe od tych jednodawkowych kapsułkowych. DPI nie wywołuje żadnych objawów nadreaktywności lub podrażnienia okolic krtani (co wywołuje napadowy kaszel) i może być bezpiecznie stosowany. W okresie pandemii Covid – 19 nebulizacja jest przez wielu kwestionowana. Najczęstszym źródłem skażenia jest niedezynfekowana maska oraz sama komora nebulizacyjna. Mając to na uwadze w okresie pandemii należy całkowicie uniemożliwić skażenie środowiska. Nebulizacje, które są konieczne należy wyłącznie przeprowadzać nierozcieńczanymi lekami z zastosowaniem filtrów (przeciw-wirusowych, przeciwbakteryjnych) na zaworze wydechowym w celu ograniczenia kontaminacji chorego. Przestrzeganie zasad bezpiecznego stosowania terapii inhalacyjnej, zwłaszcza tych dotyczących utrzymywania dystansu między chorymi a opiekunami, stosowania prawidłowo dobranych spersonifikowanych inhalatorów (w tym DPI wielodawkowych a nie kapsułkowych), utrzymywanie inhalatorów w czystości (w tym komór inhalacyjnych) w pandemii jest bezwzględnie konieczne. Sterylizacja/dezynfekcja inhalatorów zmniejsza ryzyko zakażeń zarówno chorego, jak i osób z jego otoczenia.

**Słowa kluczowe:**  
terapia inhalacyjna;  
pMDI; DPI; Covid-19

**Key words:**  
inhalation therapy;  
pMDI; DPI; nebulization;  
Covid-19

Pirożyński M.: Wybór inhalatora w dobie pandemii Sars-CoV-2. *Alergia*, 2020, 2; 6-10



**T**erapia inhalacyjna jest podstawową metodą leczenia przewlekłych chorób układu oddechowego (astmy, POChP, mukowiscydozy) u dzieci jak i dorosłych. Lek podany doustnie, domięśniowo lub dożylnie / dotętniczo dociera drogą naczyń krwionośnych do narządu docelowego, również dróg oddechowych. Dawka jego musi być odpowiednio dobrana tak aby metabolizm wątrobowy nie zubożył dawki docierającej do narządu docelowego. Wybranie drogi inhalacyjnej pozwala zastosować niską dawkę, która dociera do dróg oddechowych, z pominięciem metabolizmu wątroby. Tym samym ryzyko wystąpienia ogólnych (systemowych) objawów niepożądanych jest dużo mniejsze [1].

### Skuteczna terapia inhalacyjna

Skuteczna terapia inhalacyjna jest możliwa wtedy, gdy wdych chorego zawierający zawieszony cząstki leku dociera do całego drzewa oskrzelowego, nawet a raczej przede wszystkim do najdrobniejszych oskrzelików. Ta doskonała penetracja leku zależna jest od wielkości i ciężaru cząstek. Ciężkie i o wielkości > 10 µm deponują w nosogardzieli oraz w okolicy samej krtani. Stąd przenoszone są (poprzez wchłanianie z powierzchni błony śluzowej) do krążenia systemowego oraz podczas połknięcia do przewodu pokarmowego (stąd są wchłanianie do krążenia systemowego) [2]. Cząstki o wielkości od 5 do 10 µm deponują w drogach centralnych (tchawicy, oskrzelach głównych). Cząstki o wielkości od 2 do 5 µm docierają do mniejszych oskrzeli, to jest do miejsca toczącego się procesu zapalnego w schorzeniach obturacyjnych [3].

**Wiedza o wielkości cząstek generowanych przez inhalator pozwala zaplanować i dobrać odpowiedni generator dla konkretnego chorego a to stanowi personalizację leczenia.**

### Dobór właściwego inhalatora

Dobór właściwego inhalatora to kluczowy element terapii inhalacyjnej. Musimy zawsze pamiętać, że dobry inhalator to taki, który spełnia swoje zadanie w leczeniu naszego chorego, tj. dostarcza cząstki aerozolu leczniczego w odpowiednie miejsce układu oddechowego. Dostarczenie stałej i precyzyjnie odmierzonych dawki to zalety dobrego inhalatora. Deponowana dawka powinna być stała w swojej wielkości, niezależna od panujących warunków wilgotności, temperatury, ale również jak najmniej zależna od przepływu powietrza generowanego przez chorego [4]. Niestety nie wszystkie inhalatory zapewniają pełne bezpieczeństwo dla chorych jak również dla ich opiekunów czy członków rodzin.

### Astma a Covid-19

W grudniu ubiegłego roku w Chinach rozpoznano pierwsze przypadki ciężkich zapaleń śródmiąższowych o etiologii wirusowej [5]. Wkrótce pojawiły się pierwsze przypadki chorych w różnych krajach między innymi w USA. Większość deklarowała powrót z Chin, z regionów, w których panowała już epidemia śródmiąższowych zapaleń płuc wywołanych koronawirusem [5]. Wszystkie te przypadki charakteryzowały się obecnością suchego kaszlu. Po kilku dniach występowała gorączka, której towarzyszyło uczucie zmęczenia. Do tych objawów dołączały się też nudności, wymiotów, biegunki,

dyskomfort w jamie brzusznej oraz w późniejszym okresie wysięki surowicze z nosa [5].

Rozprzestrzenianie się zakażenia SARS-Cov-2 powoduje pojawienie się objawów chorobowych również u chorych na astmę [6]. Wykazano, że wśród chorych hospitalizowanych z powodu podejrzenia zakażenia SARS-CoV-2 dużą grupę stanowią właśnie ci chorzy [7]. Podobne dolegliwości - suchy męczący kaszel, duszność to objawy występujące zarówno w Covid-19 oraz w astmie przyczyniają się do częstszej hospitalizacji tych chorych. Należy pamiętać, że zakażenie Sars-Cov-2 mogą wywoływać zwiększoną nadreaktywność oskrzeli. Objawy kliniczne zaostrzenia astmy oraz zakażenia Sars-CoV-2 – suchy, męczący kaszel oraz duszność – są bardzo do siebie podobne. Stąd dobra kontrola astmy, utrzymanie leczenia dotychczas stosowanego jest zalecane w okresie pandemii Covid – 19 [6, 8]. Suchy kaszel oraz gorączka to najczęstsze objawy Covid-19, ale również najczęstsze objawy zaostrzeń astmy w przebiegu innych infekcji wirusowych [9]. Przebieg chorobowy Covid – 19 jest heterogeny. Jak wspominałem najczęściej, dominują gorączka, suchy kaszel oraz duszność, dlatego też w okresie pandemii Covid-19 każdy chorujący na astmę, powinien mieć przeprowadzone procedury przesiewowe w celu wyeliminowania zakażenia SARS-CoV-2 [9].

**Uważa się, że chorzy na przewlekłe choroby układu oddechowego są bardziej narażeni na cięższy przebieg zakażenia SARS-CoV-2 [10]. Dotyczy to chorych na astmę, ale zwłaszcza na POChP. Dlatego też regularne przyjmowanie leków inhalacyjnych w tych grupach chorych jest tak pożądane.**

Według danych z pracy Zhu i wsp astma jest jednym z najczęściej występujących czynników współistniejących z ciężkimi postaciami Covid-19. Stwierdzono, że wśród hospitalizowanych w USA u 17% chorych było to schorzenie współistniejące co czyniło astmę najczęściej współistniejącym schorzeniem.

**Zwraca jednak uwagę heterogenność astmy, bowiem astma alergiczna współistniejąca z POChP już predysponuje to ciężkiego przebiegu Covid-19 [11].**

### Dobra kontrola astmy i POChP

Dobra kontrola astmy jak również POChP to przede wszystkim prawidłowa terapia inhalacyjna, m.in. prawidłowa technika inhalacji, właściwy dobór inhalatora, unikanie czynników zaostrzających astmę i POChP, ale zwłaszcza w okresie pandemii SARS-Cov-2, dystansowanie społeczne (utrzymywanie co najmniej 1,5 m odległości od drugiej osoby), noszenie masek (zapobiegają inhalowaniu cząstek wirusa, ale również zapobiegają wydalaniu przez osoby o przebiegu bezobjawowym zakażenia SARS-Cov-2), regularne mycie rąk [9].

Początkowo uważano, że terapia inhalacyjna stanowi zagrożenie w dobie pandemii Covid – 19, ale wkrótce podkreślono, że prawidłowo prowadzona terapia inhalacyjna zmniejsza ryzyko zaostrzeń astmy oraz POChP i powinna być bezwzględnie kontynuowana.

**• Przerwanie terapii inhalacyjnej u chorych na astmę i/lub POChP jest błędem [6].**



- Również próby ograniczenia stosowania steroidów wziewnych to błąd.

W badaniach przedklinicznych wykazano, że cyklozonid, budesonid oraz flutykazonu hamują replikację koronawirusów (w tym SARS-CoV-2) w nabłonku oddechowych [12].

Wykazano również, że stosowanie wziewnych kortykosteroidów zmniejsza ekspresję ACE2, co sugeruje, że wziewne steroidy mogą zmniejszać zdolność przyłączania się wirusów SARS-CoV-2 do komórek nabłonka oddechowego oraz hamować wnikanie wirusów do wnętrza komórek.

Optymalny wybór inhalatora to jeden z ważniejszych elementów kontroli astmy na każdym etapie terapii inhalacyjnej. Stosowanie dozownika ciśnieniowego z komorą inhalacyjną (pMDI + KI) lub dozownika suchego proszku (DPI) jest zalecane u chorych w czasie pandemii Covid-19. Niektórzy uważają, że w tym okresie należy zastanowić się nad celowością stosowania nebulizacji. Spowodowane to jest zjawiskiem intensywnego wydalania wirusów w czasie prowadzonej inhalacji. Zakażenie wirusem SARS-CoV-2 następuje drogą kropelkową, gdy wdychamy aerozol, skażony biologicznie, powstały w czasie głośnego mówienia, kaszlu, kichania czy krzyku. Nadal głównymi elementami ograniczenia skażenia to indywidualne środki ochronne (maseczki) oraz środki higieny (mycie rąk, stosowanie płynów dezynfekujących) [13].

Terapia inhalacyjna u chorych na Covid-19, oraz u wszystkich chorych w okresie pandemii musi być optymalnie dobrana do potrzeb każdego chorego przeprowadzana z zachowaniem wszystkich zasad higieny (skierowanej na zmniejszenie rozprzestrzeniania się wirusów w otoczeniu chorego). Ostrzeżenia przed stosowaniem leków o działaniu immunosupresyjnym u chorych zakażonych wirusem SARS-CoV-2 przeniesiono na wszystkie formy leczenia glikokortykosteroidami, w tym na wziewną glikokortykosteroidoterapię [6, 14, 15]. Pierwsze obawy dotyczące stosowania terapii inhalacyjnej u chorych w pandemii Covid – 19 nie są już aktualne [8]. Jak wspomniano indywidualną terapię inhalacyjną należy prowadzić przy pomocy dozowników ciśnieniowych z komorą inhalacyjną oraz dozownikami proszkowymi. Dozowników ciśnieniowych bez komór inhalacyjnych nie powinno się stosować u chorych na Covid-19. Powodem jest indukcja kaszlu, co przyczynia się do propagacji aerozolu biologicznego (cząstek wirusów w drobinach płynu wyściełającego nabłonek oddechowy). Każde kichnięcie, każdy forsowny wydech w postaci napadu kaszlu zagraża całemu otoczeniu.

**Wykazano, że żywe wirusy SARS-CoV-2 mogą pozostać zawieszane w postaci aerozolu nawet do kilku godzin [16-18].**

Tęgi i wsp pobierając powietrze z otoczenia przymotnego swobodnie oddychającego chorego, u którego wykonywano nebulizację zakażonego wirusem stwierdzili 612 wirusów / L bezpośrednio wokół głowy chorego, 174 / L powietrza wirusów w okolicy brzucha chorego i 18 wirusów/L

powietrza w okolicy jego nóg. Oznacza to, że terapia inhalacyjna wykonywana w domu musi być poddana takim samym rygorom jak ta prowadzona w warunkach szpitalnych [19].

**Osoba opiekująca się chorym, pracownicy ochrony zdrowia, rodzice muszą mieć nałożone maski minimalizujące ilość wdychanego aerozolu biologicznego. Konieczne staje się częste mycie rąk i/lub stosowanie płynów dezynfekujących.**

Dozujące dozowniki ciśnieniowe (pMDI) powinny być stosowane wyłącznie z komorami inhalacyjnymi. Powodem jest zmniejszenie odruchów kaszlu u chorych co z jednej strony zapobiega rozprzestrzeniania się infekcji wirusowej a z drugiej strony zmniejsza deponowanie cząstek aerozolu w jamie ustnej (eliminacja aerozolu grubocząstkowego w odróżnieniu skażonego wirusem).

### Jak może dojść do potencjalnego skażenia aerozolu w pMDI

W czasie wydechu chory wydalą drobiny zawierające płyn nawilżający nabłonek oddechowy. Każdy wydech, forsowny czy płytki, zwiększa liczbę tych drobin, które zawierają, u osób zakażonych, wirusy, bakterie lub grzyby [20]. Dlatego też, zwłaszcza u osób chorych, należy przestrzegać przed wykonywaniem wydechu do inhalatora. To zalecenie jest jednym z elementów prawidłowej terapii inhalacyjnej – zawsze prosimy chorych o nie wykonywania wydechu do inhalatora. Niestety chorzy zakażeni wirusem SARS-CoV-2, wykonują wydech zawierający aerozol biologiczny (drobiny aerozolu zawierają cząstki wirusa) – stąd obostrzenia higieniczne dla opiekunów. Ilość aerozolu możemy zmniejszyć stosując komorę inhalacyjną – wydech wykonywany do komory inhalacyjnej ogranicza rozprzestrzenianie się aerozolu biologicznego [19]. Sama komora powinna być po każdej inhalacji myta / dezynfekowana. W okresie pandemii nie należy stosować maseczek a jedynie ustniki z powodu łatwiejszego przenoszenia aerozolu skażonego wirusami [21].

### Dozowniki suchego proszku (DPI)

Dozowniki suchego proszku (DPI) powinny być stosowane u chorych, którzy są w stanie wygenerować odpowiedni przepływ powietrza przez inhalator. W oparciu o wiele prac klinicznych wykazano, że niemal idealnym inhalatorem jest Easyhaler [22, 23]. W porównaniu z pMDI dostarcza większą dawkę zdeponowaną w obwodowych drogach oddechowych, a w porównaniu z Turbuhaler osiąga większą porównywalną powtarzalność zdeponowanych dawek. W czasie pandemii Covid-19 należy jednak zwrócić uwagę czy inhalacja suchego proszku nie podrażnia chorego do kaszlu [21].

- Zdecydowanie lepszymi dla chorych w okresie trwania pandemii są inhalatory wielodawkowe od tych jednodawkowych kapsułkowych.
- Jeżeli DPI nie wywołuje żadnych objawów nadreaktywności i podrażnienia okolic krtani (co wywołują napadowy kaszel) to może być bezpiecznie stosowany.
- Preferowane są DPI nie wymagające wykonania silnego wdechu, który nasila podrażnienie dróg oddechowych (np. Easyhaler).



## Nebulizator w okresie pandemii Covid-19

W okresie pandemii Covid – 19 nebulizacja jest przez wielu kwestionowana. Spowodowane to jest faktem skażenia środowiska przez nebulizator. Około 2/3 aerozolu wytwarzanego przez nebulizator jest wyzwalany do otoczenia samego chorego. Najczęstszym źródłem zakażenia pozostaje sam nebulizator. U chorych na POChP aż 73% nebulizatorów jest skażonych bakteriami chorobotwórczymi. Najczęstszym źródłem skażenia jest niedezynfekowana maska oraz sama komora nebulizacyjna [8]. Mając to na uwadze w okresie pandemii należy całkowicie uniemożliwić skażenie środowiska. Nebulizacje, które są konieczne należy wyłącznie przeprowadzać nierozcieńczanymi lekami z zastosowaniem filtrów (przeciwvirusowych, przeciwbakteryjnych) na zaworze wydechowym w celu ograniczenia kontaminacji chorego.

**Stosowanie roztworów chlorku sodu (0,9%, 3% czy 6%) oraz leków mukolitycznych, w celu upłynnienia gęstej wydzieliny zarówno w przypadku schorzeń górnych jak i dolnych dróg oddechowych, jest przeciwwskazane u chorych zakażonych wirusem SARS-CoV-2.**

W przypadku chorych wentylowanych należy stosować inhalatory przystosowane do używania z respiratorami (np.

Aerogen). W przypadku nieprzytomnych chorych wentylowanych, jak i chorych przytomnych na swobodnym oddechu, najistotniejsza pozostaje izolacja komory nebulizacyjnej od wydechu chorego (unikanie skażenia nebulizowanego roztworu lub zawiesiny) oraz stosowanie filtra oczyszczającego powietrze wydychane. Tego rodzaju filtry można zastosować w nebulizatorach pneumatycznych firmy PARI. Materiał filtrujący zastosowany w tym filtrze z zaworem zatrzymuje 98,2% wszystkich cząstek o rozmiarach od 0,06 do 0,1  $\mu\text{m}$  znajdujących się w wydychanym powietrzu. Co pozwala na zmniejszenie ryzyka skażenia środowiska wokół chorego [8].

**Przestrzeganie zasad bezpiecznego stosowania terapii inhalacyjnej, zwłaszcza tych dotyczących utrzymania dystansu między chorymi a opiekunami, stosowania prawidłowo dobranych spersonifikowanych inhalatorów (w tym DPI wielodawkowych a nie kapsułkowych), utrzymywanie inhalatorów w czystości (w tym komór inhalacyjnych) w pandemii jest bezwzględnie konieczne. Sterylizacja/dezynfekcja inhalatorów zmniejsza ryzyko zakażeń zarówno chorego, jak i osób z jego otoczenia.** ■

**Piśmiennictwo:** 1. Sorino C, Negri S, Spanevello A et al. Inhalation therapy devices for the treatment of obstructive lung diseases: the history of inhalers towards the ideal inhaler. *Eur J Intern Med* 2020; 75: 15-18. 2. Pirożyński M. ABC Nebulizacji. Gdańsk: ViaMedica, 2015. 3. Usmani OS, Ito K, Maneechotesuwan K et al. Glucocorticoid receptor nuclear translocation in airway cells after inhaled combination therapy. *Am J Respir Crit Care Med* 2005; 172: 704-712. 4. Corradi M, Chrystyn H, Cosio BG et al. NEXThaler, an innovative dry powder inhaler delivering an extrafine fixed combination of beclomethasone and formoterol to treat large and small airways in asthma. *Expert Opin Drug Deliv*. 2014; 11: 1497-1506. 5. Holshue ML, DeBolt C, Lindquist S et al. First Case of 2019 Novel Coronavirus in the United States. *N Engl J Med* 2020; 382: 929-936. 6. Pirożyński M. Terapia wziewna – ze szczególnym uwzględnieniem steroidów – w okresie pandemii COVID-19. *Alergia* 2020; 4-6. 7. Goyal P, Choi JJ, Pinheiro LC et al. Clinical Characteristics of Covid-19 in New York City. *N Engl J Med* 2020; 382: 2372-2374. 8. Pirożyński M. Terapia inhalacyjna u dzieci w dobie pandemii COVID-19 ze szczególnym uwzględnieniem nebulizacji. *Alergoprofil* 2020; 16: 1-5. 9. Shaker MS, Oppenheimer J, Grayson M et al. COVID-19: Pandemic Contingency Planning for the Allergy and Immunology Clinic. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2020; 8: 1477-1488 e1475. 10. CDC. Centers for Disease Control and Prevention. Coronavirus disease (COVID-19)—people who are at higher risk for severe illness. 2020 pobranie w dniu 4.09.2020. 11. Zhu Z, Hasegawa K, Ma B et al. Association of asthma and its genetic predisposition with the risk of severe COVID-19. *J Allergy Clin Immunol* 2020; 146: 327-329 e324. 12. Wang R, Bikov A, Fowler SJ. Treating asthma in the COVID-19 pandemic. *Thorax* 2020. 13. Jiang F, Deng L, Zhang L et al. Review of the Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *J Gen Intern Med* 2020. 14. Lai CC, Shih TP, Ko WC et al. Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and coronavirus disease-2019 (COVID-19): The epidemic and the challenges. *Int J Antimicrob Agents* 2020; 55: 105924. 15. Recommendations for inhaled asthma controller medications - Global Initiative for Asthma – GINA 2020. 16. Chen YC, Huang LM, Chan CC et al. SARS in hospital emergency room. *Emerg Infect Dis* 2004; 10: 782-788. 17. van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH et al. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med* 2020; 382: 1564-1567. 18. van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH et al. Aerosol and surface stability of HCoV-19 (SARS-CoV-2) compared to SARS-CoV-1. *medRxiv* 2020. 19. Ari A. Use of aerosolised medications at home for COVID-19. *Lancet Respir Med*. 2020; 8: 754-756. 20. Papinini RS, Rosenthal FS. The size distribution of droplets in the exhaled breath of healthy human subjects. *J Aerosol Med* 1997; 10: 105-116. 21. Ari A. Practical strategies for a safe and effective delivery of aerosolized medications to patients with COVID-19. *Respir Med* 2020; 167: 105987. 22. Chrystyn H. Closer to an 'ideal inhaler' with the Easyhaler: an innovative dry powder inhaler. *Clin Drug Investig* 2006; 26: 175-183. 23. Pirożyński M. Nowoczesna terapia inhalacyjna przy pomocy Easyhaler - część 1. *Alergia* 2014; 38-40.

**Piśmiennictwo ze str. 26:** 1. Mączka, W., Wińska, K., Grabarczyk, M., Aniol, M. Właściwości biologiczne geraniolu. *Postępy Fitoterapii*, 2016, 39-43. 2. Chen, W., Viljoen, A.M. Geraniol — A review of a commercially important fragrance material. *South African Journal of Botany*, 2010, 76, 643-651. 3. Rastogi, S.C., Heydorn, S., Johansen, J.D., Basketter, D.A. Fragrance chemicals in domestic and occupational products. *Contact Dermatitis*, 2001, 45, 221-225. 4. Lei, Y., Fu, P., Jun, X., Cheng, P. Pharmacological properties of geraniol - A Review. *Planta Medica*, 2019, 85, 48-55. 5. Jeon, J.H., Kim, H.W., Kim, M.G., and Lee, H.S. Mite-control activities of active constituents isolated from *Pelargonium graveolens* against house dust mites. *J. Microbiol. Biotechnol.* 2008, 18, 1666-1671. 6. Jeon, J.H., Lee, C.H., Lee, H.S. Food protective effect of geraniol and its congeners against stored food mites. *Journal of Food Protection*, 2009, 72, 1468-1471. 7. Kheradmand, K., Kamali, K., Fathipour, Y., Gollapeh, E.M. Development, life table and thermal requirement of *Tyrophagus putrescentiae* (Astigmata: Acaridae) on mushrooms. *J. Stored Prod. Res.* 2007, 43, 276-281. 8. Traina, O., Cafarchia, C., Capelli, G., Iacobellis, N.S., Otranto, D. In vitro acaricidal activity of four monoterpenes and solvents against *Otodectes cynotis* (Acari: Psoroptidae). *Experimental and Applied Acarology*, 2005, 37, 141-146. 9. Salman, S.Y., Erbaş, S. Contact and repellency effects of *Rosa damascena* Mill. essential oil and its two major constituents against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Türk. Entomol. Derg.*, 2014, 38, 365-376. 10. Quan, M., Liu, Q.Z., Liu, Z.L. Identification of Insecticidal Constituents from the Essential Oil from the Aerial Parts *Stachys riederi* var. *japonica*. *Molecules*, 2018, 23, 1200. 11. Müller, G.C., Junnila, A., Kravchenko, V.D., Revay, E.E., Butler, J., Schlein, Y. Indoor protection against mosquito and sand fly bites: a comparison between citronella, linalool, and geraniol candles. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 2008, 24, 150-153. 12. Müller, G.C., Junnila, A., Butler, J., Kravchenko, V.D., Revay, E.E., Weiss, R. W., Schlein, Y. Efficacy of the botanical repellents geraniol, linalool, and citronella against mosquitoes. *Journal of Vector Ecology*, 2009, 2-8. 13. Hao, H.L., Wei, J.R., Dai, J.Q., Du, J.W. Host-seeking and blood-feeding behavior of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) exposed to vapors of geraniol, citral, citronellal, eugenol, or anisaldehyde. *Journal of Medical Entomology*, 2008, 45, 533-539. 14. Deletre, E., Martin, T., Duménil, C., Chandre, F. Insecticide resistance modifies mosquito response to DEET and natural repellents. *Parasites Vectors*, 2019, 12, 89. 15. Khanikar, B., Parida, P., Yadav, R.N.S., Bora, D. Comparative mode of action of some terpene compounds against octopamine receptor and acetylcholinesterase of mosquito and human system by the help of homology modeling and docking studies. *J Appl Pharm Sci*, 2013, 3(2), 6. 16. Khallaayoune, K., Biron, J.M., Chaoui, A., Duvallet, G. Efficacy of 1% geraniol (Fulltec) as a tick repellent. *Parasite*, 2009, 16, 223-226. 17. Singh, N.K., Miller, R.J., Klafke, G.M., Goolsby, J.A., Thomas, D.B., Perez de Leon, A.A. In-vitro efficacy of a botanical acaricide and its active ingredients against larvae of susceptible and acaricide-resistant strains of *Rhipicephalus* (Boophilus) *microplus* Canestrini (Acari: Ixodidae). *Ticks and Tick-borne Diseases*, 2018, 9, 201-206. 18. Bissinger, B.W., Schmidt, J.P., Owens, J.J., Mitchell, S.M., Kennedy, M.K. Activity of the plant-based repellent, TT-4302 against the ticks *Amblyomma americanum*, *Dermacentor variabilis*, *Ixodes scapularis* and *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae). *Exp Appl Acarol* 2014, 62, 105-113. 19. Bissinger, B.W., Kennedy, M.K., Carroll, S.P. Sustained efficacy of the novel topical repellent TT-4302 against mosquitoes and ticks. *Med Vet Entomol*, 2016, 30, 107-111. 20. Friedman, M., Henika, P.R., Mandrell, R.E. Bactericidal activities of plant essential oils and some of their isolated constituents against *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella enterica*. *Journal of Food Protection*, 2002, 10, 1545-1560. 21. Inouye, S., Takizawa, T., Yamaguchi, H. Antibacterial activity of essential oils and their major constituents against respiratory tract pathogens by gaseous contact. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 2001, 47, 565-573. 22. Cantrell, C.L., Franzblau, S.G., Fischer, N.H. Antimycobacterial plant terpenoids. *Planta Medica*, 2001, 67, 685-694. 23. Dalleau, S., Cateau, E., Bergès, T., Berjeaud, J.-M., Imbert, C. In vitro activity of terpenes against *Candida* biofilms. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 2008, 31, 572-576. 24. Viollon, C., Chaumont, J.P. Antifungal properties of essential oils and their main components upon *Cryptococcus neoformans*. *Mycopathologia*, 1994, 128, 151-153. 25. Hall, R. L. and B. L. Oser. Recent progress in the consideration of flavoring ingredients under the food additive positive rates in laboratory animal carcinogenicity studies. *Fundam. Appl. Toxicol.* 1995, 7, 573-584. 26. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-12/documents/minrisk-active-ingredients-tolerances-2015-12-15.pdf> [dostęp dnia 12.08.2020].