

Według danych statystycznych Światowej Organizacji Zdrowia infekcje dolnych dróg oddechowych pod względem śmiertelności pozostają na pierwszym miejscu w zestawieniu chorób zakaźnych na całym świecie. Przewlekła obturacyjna choroba płuc przyczynia się do śmierci 3,2 mln osób rocznie. Szacuje się, że w obecnym czasie na astmę choruje 235 mln ludzi, a w 2015 r. tylko z jej powodu umarło 383 tys. osób. Rak płuc i oskrzeli, najczęstszy nowotwór złośliwy i piąta najczęstsza przyczyna zgonów na świecie, związany jest z umieralnością na poziomie 1,69 mln ludzi rocznie. Świadomość zagrożeń wynikających z przewlekłych schorzeń układu oddechowego powoduje, że wciąż podejmuje się kolejne próby opracowania bardziej efektywnych metod leczenia tych chorób.

Na rynku urządzeń do wziewnego podawania leków znaczącą pozycję zajmują pasywne inhalatory suchego proszku (*ang. Dry Powder Inhalers*), aktywowane wdechem pacjenta. Swoją popularność zawdzięczają auto-synchronizacji wdechu i uwolnienia dozy proszkowego leku, co oznacza, że energia niezbędna do wyzwolenia i aerolizacji leku pochodzi z przepływu podczas wdechu inhalacyjnego. Specyficzny przebieg zjawisk zachodzących w inhalatorze i w drogach oddechowych, który wynika z zasady działania powyższych inhalatorów, czyni je szczególnym obiektem badań o charakterze podstawowym w dziedzinie inżynierii biomedycznej, szczególnie w obszarze mechaniki aerozoli inhalacyjnych.

Jak pokazuje literatura przedmiotu, analizy procesów rozpraszania, transportu i depozycji cząstek leku podczas aeroloterapii z użyciem inhalatorów DPI stwarzają ogromne wyzwanie dla badaczy ze względu na ich wysoki stopień skomplikowania. Wynika to ze wzajemnego wpływu szeregu czynników, do których należą: postać proszku inhalacyjnego, konstrukcja urządzenia do inhalacji, geometria układu oddechowego, a także sposób realizacji wdechu inhalacyjnego z odpowiadającą mu krzywą oddechową. W głównym nurcie prac dominuje założenie upraszczające o ustalonej wartości przepływu aerozolu, co prowadzi do nieprawidłowego zrozumienia fizyki badanych zjawisk. Dotychczas marginalizowana nieustaloność cyklu oddechowego jest zagadnieniem trudnym do zbadania, a jej wpływ na przebieg wziewnej administracji leku jest istotny, jednak wciąż bardzo słabo poznany. Stanowi to podstawę do podjęcia problemu badawczego w proponowanym projekcie, a zarazem świadczy o jego nowatorskim charakterze.

Przedmiotem planowanego projektu będą zjawiska fizyczne, jakimi są aerolizacja cząstek leku proszkowego uwalnianego z pasywnego inhalatora proszkowego, a także procesy transportu i depozycji tych cząstek w układzie oddechowym człowieka. W ramach prac przeprowadzone zostaną badania podstawowe *in vitro*. Celem realizacji projektu jest określenie wpływu dynamiki wdechu inhalacyjnego na przebieg porwania, transportu i depozycji cząstek aerolizowanych, jakie zachodzą podczas rzeczywistego, zmiennego w czasie przepływu aerozolu w układzie inhalator-proszkowy-drogi oddechowe. Wykonane kompleksowe analizy pomogą odpowiedzieć na pytania takie, jak:

- W jaki sposób dynamika wdechu inhalacyjnego wpływa na przebieg i czas trwania emisji aerozolu?
- W jaki sposób dynamika wdechu inhalacyjnego wpływa na jakość wdychanej chmury aerolizowanej (jej charakterystykę, czyli rozkład wielkości cząstek) i na dystrybucję dozy zdeponowanej w górnych i dolnych drogach oddechowych?
- W jaki sposób warunki aerodynamiczne panujące w układzie wpływają na przebieg mechanizmów rozpraszania i depozycji cząstek, kiedy uwzględnimy ich zmienność w czasie?

W proponowanych badaniach eksperymentalnych zostanie wykorzystana metodyka inżynierii chemicznej i procesowej, rozwiązująca problemy biomedyczne związane z optymalizacją prowadzenia inhalacji z udziałem aerolizacji leczniczych. Uzyskane wyniki zdecydowanie rozszerzą dostępny stan wiedzy dotyczący aerodynamiki cząstek aerolizowanych podczas prowadzenia terapii wziewnej, umożliwiając przewidywanie ich rzeczywistego zachowania w polu przepływu aerozolu. Oczekiwany rezultat jest dostarczenie informacji na temat maksymalizowania dozy leku zdeponowanej w pożądanym regionie drzewa oskrzelowego poprzez wykonywanie manewru inhalacji o odpowiednim przebiegu czasowym. Tym samym proponowane prace znacząco wzbogacą wyniki badań klinicznych przy sporządzaniu wytycznych na temat właściwej techniki inhalacji. Planowany projekt umożliwi także zdobycie nowej, podstawowej wiedzy o badanych zjawiskach fizycznych, co może pełnić kluczową rolę dla opracowania lepszych konstrukcji inhalatorów.