

Niezależna wentylacja płuc to technika polegająca na oddzielnej wentylacji każdego z płuc pacjenta. Jest powszechnie stosowana u pacjentów z niewydolnością oddechową w asymetrycznej patologii płuc lub u pacjentów poddawanych operacjom torakochirurgicznym. W klasycznym podejściu w technice tej wykorzystywane są dwa respiratory dla jednego pacjenta, pierwszy do wentylowania lewego płuca, a drugi do prawego płuca. Respiratory muszą pracować synchronicznie, co jest trudne do uzyskania w dłuższym okresie czasu. W Instytucie Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej im. Macieja Nałęcza Polskiej Akademii Nauk (IBIB PAN) opracowano urządzenie Ventil umożliwiające rozdzielanie mieszanki gazów z respiratora. Razem z urządzeniem Ventil, synchroniczna, niezależna wentylacja płuc jest możliwa tylko za pomocą jednego respiratora. Ventil został zaprojektowany do współpracy z respiratorem pracującym w trybach objętościowych. Jednak tryby ciśnieniowe są obecnie ogólnie preferowane w przypadku wentylacji mechanicznej na oddziałach intensywnej terapii.

Wentylacja współdzielona to procedura jednoczesnego mechanicznego wentylowania wielu pacjentów podłączonych równolegle do jednego respiratora. Była ona przedmiotem szerokiej dyskusji w zeszłym roku podczas pierwszej fazy pandemii koronawirusa SARS-Cov-2 i problemu z niedoborem respiratorów. Z technicznego punktu widzenia Ventil może być wykorzystany do wentylacji dwóch pacjentów za pomocą jednego respiratora. Jednym ze zgłaszanych problemów związanych ze wentylacją współdzieloną jest własna czynność oddechowa wentylowanych pacjentów. Kaszel u jednego pacjenta może spowodować nieoczekiwane zaburzenia ciśnienia w drogach oddechowych drugiego pacjenta. Manewr ssania w pętli zamkniętej zastosowany u jednego pacjenta może również spowodować nieoczekiwane zmiany ciśnienia u drugiego pacjenta.

Celem projektu jest ocena skuteczności współpracy urządzenia Ventil z respiratorem ustawionym w trybach kontrolowanego ciśnienia w niezależnej wentylacji płuc oraz zbadanie zaburzeń ciśnienia w układzie składającym się z respiratora, Ventila i dwóch sztucznych pacjentów, wywołanych przez zjawiska takie jak kaszel lub manewr ssania w pętli zamkniętej.

Aby osiągnąć cele projektu zastosuję techniki modelowania i symulacji. Wirtualny pacjent, cyfrowy awatar to nowoczesne pojęcia łączące idee komputerowego modelowania i symulacji z tzw. medycyną spersonalizowaną. Można je wykorzystać do wspomaganie decyzji klinicznej, jako narzędzia do optymalizacji leczenia i poprawy jej wyników u pacjentów. Wg organizacji Avicenna Alliance takie eksperymenty czy badania kliniczne „in silico” to naturalna ewolucja w ochronie zdrowia, po badaniach „in vivo” oraz „in vitro”. Amerykańska Agencja ds. Żywności i Leków również zaleca wykorzystanie technik modelowania i symulacji komputerowych do wspomaganie procesów opracowywania i testowania urządzeń medycznych wykorzystywanych w intensywnej terapii.

W tym projekcie wykorzystam Ventil oraz respirator kliniczny. Rolę płuc pacjenta lub dwóch pacjentów będą pełniły sztuczne płuca (proste fizyczne symulatory układu oddechowego). Oprócz tych sztucznych płuc wykorzystam również opracowany w IBIB PAN hybrydowy symulator układu oddechowego. Symulatory hybrydowe łączą zalety modelowania i symulacji in-silico oraz możliwość interakcji z fizycznymi urządzeniami, takimi jak respiratory lub Ventil. Wspomniany hybrydowy symulator oddechu wyposażony jest w komputerowy model układu oddechowego, symulujący fizjologię układu oddechowego w czasie rzeczywistym oraz w kompatybilny z nim komputerowy model układu sercowo-naczyniowego.

Projekt odpowie na pytania: jakie są ograniczenia urządzenia Ventil i jego przydatność kliniczna w niezależnej wentylacji płuc respiratorem pracującym w trybach ciśnieniowych? W jaki sposób zaburzenia ciśnienia są przenoszone w układzie respirator-Ventil-pacjenci? Efektem projektu będzie wiedza w formie wyników symulacyjnych. Może być ona użyteczna dla lekarzy planujących zastosowanie urządzenia Ventil w niezależnej wentylacji płuc oraz w przypadku gdy w przyszłości rozważana będzie wentylacja współdzielona pacjentów.