

Streszczenie popularnonaukowe

Projekt koncentruje się na badaniach dotyczących mechanizmów wpływu sztucznej wentylacji na niehomogeniczne, patologicznie zmienione płuca.

Celami projektu jest wyraźne poszerzenie wiedzy o obecnym stanie wiedzy na temat czynników ryzyka urazu płuc wywołanego przez respirator (Ventilatory Induced Lung Injury -VILI), spowodowanego przez: barotraumę, wysokie ciśnienie wyjściowe (tzw. napędowe) dostarczane z respiratora, volutraumę, biotraumę i ergotraumę. VILI jest najpoważniejszym efektem ubocznym sztucznej wentylacji płuc. Rezultaty naszych badań pokażą, jakie metody wentylacji lub nastawy respiratora (parametry wentylacji) mogą być najbardziej odpowiednie, aby uniknąć VILI, szczególnie u pacjentów z patologią płuc. Uwzględnione zostaną różne kryteria minimalizacji ryzyka VILI (maksymalne ciśnienie pęcherzykowe, praca oddechowa oraz moc oddechowa).

Od ponad 70 lat, sztuczna wentylacja płuc jest realizowana za pomocą respiratorów mechanicznych, w większości przypadków niewydolności układu oddechowego lub podczas operacji chirurgicznych. Respiratory działają automatycznie, wytwarzając periodycznie dodatnie ciśnienie w drogach oddechowych, co skutkuje stale zmieniającym się dodatnim ciśnieniem w pęcherzykach płucnych. U pacjentów z patologią płuc lub/i w przypadku źle dobranych parametrów wentylacji, takich jak zbyt wysokie ciśnienie wdechowe lub objętość oddechowa, może dojść do tzw. urazu płuc wywołanego respiratorem (VILI), czyli poważnego, czasem śmiertelnego efektu ubocznego wentylacji. Płuca mają właściwości lepkosprężyste, więc stres i napięcie płucne powodujące VILI zależą od ciśnienia wdechowego i prędkości jego zmian, która jest proporcjonalna do przepływu wdechowego. Oznacza to, że moc mechaniczna jako iloczyn ciśnienia wdechowego i przepływu wdechowego dostarczana do płuc jest dobrym wskaźnikiem ryzyka wystąpienia VILI.

W projekcie przyjęto więc tezę, że optymalna metoda wentylacji to taka, która dostarcza żadaną objętość oddechową do płuc przy minimalnej mocy wdechowej. Tak więc celami badawczymi w projekcie są: opracowanie optymalnej metody wentylacji płuc minimalizującej ryzyko wystąpienia VILI oraz ocena skuteczności optymalnej wentylacji płuc na modelu zmienionych patologicznie płuc. Badania kliniczne są kosztowne, czasochłonne i wielu pacjentów jest potrzebnych do badań dla uzyskania statystycznie potwierdzonych wyników badań. Poza tym takie autorytety instytucjonalne jak Komisja Europejska czy Food and Drug Administration (USA) zachęcają badaczy do zmniejszania liczby eksperymentów na zwierzętach i zastępowania ich badaniami *in silico*, zwłaszcza w fazie przedklinicznej. W przeciwieństwie do badań klinicznych – modelowanie układu respirator-płuca i wykorzystanie symulacji do badania ich interakcji jest tanie, oszczędza czas i generalnie jest łatwe do wykonania dla doświadczonych badaczy wyposażonych w odpowiednie narzędzia eksperymentalne. Bardzo ważne jest również to, że badania na wirtualnych pacjentach, takich jak modele płuc, są pozbawione kwestii etycznych. Dla osiągnięcia celów projektu badania symulacyjne zostaną przeprowadzone na opracowanym w IBIB PAN hybrydowym (pneumatyczno-komputerowym) symulatorze układu oddechowego człowieka, który umożliwi połączenie pompy wentylatora mechanicznego z komputerowym modelem płuc umieszczonym w symulatorze, za pomocą transformatorów impedancji. Rezultatem projektu będzie znalezienie takich przebiegów ciśnienia wdechowego i przepływu, które zapewniają minimalizację mocy mechanicznej dostarczanej podczas wentylacji płuc i utrzymanie jej na stałym minimalnym poziomie podczas wdechu. Wyniki projektu dostarczą nowych informacji badaczom, lekarzom i inżynierom pracującym nad automatyzacją terapii wentylacyjnej, w celu poprawy jej wyników i przyspieszenia badań naukowych w tej dziedzinie, poprzez promowanie wykorzystania symulacji *in silico* do optymalizacji strategii wentylacji.

Zaproponowana w projekcie metoda badań polega na wentylacji modelu płuc, który jest częścią hybrydowego symulatora oddychania, za pomocą pompy wentylacyjnej, generującej przerywane dodatnie ciśnienie o zmiennym wzorcu. W zakresie ryzyka wystąpienia VILI, nie jest do tej pory znany potencjalnie bezpieczny poziom zastosowanej mocy wentylacji dla pacjentów. Tak więc minimalna wartość mocy wentylacji będzie automatycznie śledzona w badaniu symulacyjnym za pomocą tzw. regulatora ekstremalnego. Dzięki unikalnym cechom systemu HRS-AVP przeprowadzona zostanie analiza możliwości wygenerowania testowej bazy danych w celu oceny przydatności AI do diagnostyki wentylacji płuc. Ogromne znaczenie miałyby użycie sztucznej inteligencji w przypadkach różnych patologii płuc oraz w warunkach ograniczonej dostępności danych pomiarowych.