

Układ oddechowy

(Ratownictwo Medyczne)

I. Zagadnienia

1. Mechanika procesu oddychania, wentylacja płuc.
2. Statyczne i dynamiczne parametry spirometryczne.
3. Prawa gazowe i przemiany gazu doskonałego.

II. Zadania

1. Zapoznanie się z pracą modelu układu oddechowego
2. Pomiar statycznych i dynamicznych parametrów spirometrycznych modelu
3. Wyznaczenie średniej podatności płuc

III. Wykonanie ćwiczenia

Badany model układu oddechowego (*Rys. 1.*) składa się z przezroczystego naczynia cylindrycznego (klatki piersiowej), w którym znajduje się gumowy mieszek imitujący płaty płucne. Naczynie to zamyka od dołu ruchoma przepona również wykonana w formie gumowego mieszka, poruszana pneumatycznym siłownikiem. Komputerowe sterowanie siłownikiem odbywa się poprzez zamykanie i otwieranie zaworu regulującego przepływ powietrza zasysanego przez pompę ssącą. Ruch przepony w dół powoduje obniżenie ciśnienia w klatce piersiowej (opłucnej) i w konsekwencji w elastycznych płatach płucnych. W wyniku powstałej różnicy ciśnień następuje napływ powietrza atmosferycznego do płatów płucnych – wdech. Analogicznie, ruch przepony ku górze wywołuje przepływ powietrza z płuc do atmosfery - wydech. Drogę przepływu powietrza stanowi układ rurek z wbudowanymi przepływomierzami i sterowanym komputerowo zaworem mogącym zamykać okresowo swobodny wypływ powietrza z płuc – szaterem.

Klatka piersiowa znajduje się w kabinie pletyzmograficznej (prostokątny pojemnik). Wnętrze pletyzmografu może być połączone z otoczeniem przy pomocy zaworu **Z**. Jeśli zawór **Z** jest otwarty, to w pletyzmografie panuje ciśnienie atmosferyczne p_{atm} .

Praca modelu sterowana jest przy pomocy komputera, gromadzi on również dane pomiarowe, a odpowiedzialny jest za to program *Ster_oddech*. W trakcie pracy modelu komputer rejestruje ciśnienia panujące w płucach (pęcherzyki płucne), opłucnej, ustach i kabinie pletyzmograficznej oraz przepływ powietrza do i z płuc. Mierzone parametry przedstawiane są na wykresach: wykres górny przedstawia przepływ powietrza w funkcji czasu, wykres dolny prezentuje zmiany ciśnień w czasie (czerwony - płuca, granatowy - opłucna, zielony - pletyzmograf, żółty - usta). Istnieje możliwość wyboru, które krzywe będą prezentowane na wykresie ciśnień poprzez zaznaczenie właściwych pól wyboru, ale program zapisuje do pliku zawsze kompletne wyniki pomiarów. Po zaimportowaniu wyników pomiaru do programu *Statistica* dane umieszczone są w tabeli w następujący sposób:

Kolumna Var1 - czas [s]

Kolumna Var2 - ciśnienie w ustach [hPa]

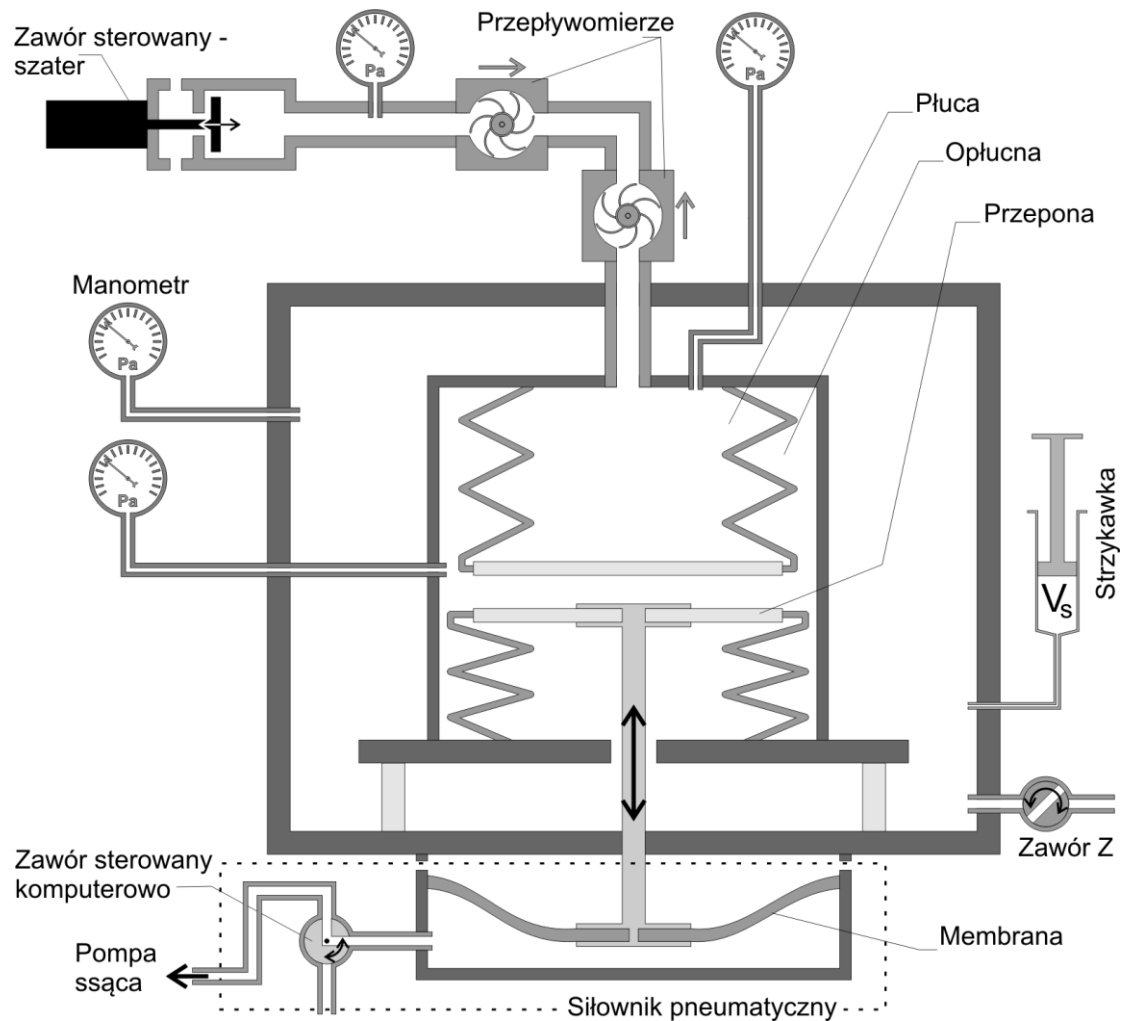
Kolumna Var3 - ciśnienie w pęcherzykach płucnych [hPa]

Kolumna Var4 - ciśnienie w opłucnej [hPa]

Kolumna Var5 - ciśnienie w kabinie pletyzmografu [hPa]

Kolumna Var6 - przepływ w ustach [l/s]

Kolumna Var7 - znacznik pracy szatera w opcji *Compliance*



Rysunek 1 Schemat układu. Szczegółowy opis w tekście.

Uwaga!

- 1) Ciśnienia są mierzone względem ciśnienia atmosferycznego (p_{atm}). Ciśnienie atmosferyczne można odczytać z przenośnej stacji meteorologicznej.
- 2) Przyjęto, że kierunek przepływu powietrza do płuc (wdech) ma wartość ujemną a z płuc (wydech) dodatnią.

1) Przygotowanie do ćwiczenia

- Włączyć zasilacz i uruchomić program *Ster_oddech*
- Otworzyć zawór *Z*
- Uruchomić model opcją *Start* w programie *Ster_oddech*
- Zaobserwować pracę układu, zlokalizować położenie manometrów, przepływomierza i szatera oraz miejsca odpowiednich pomiarów. Powyższe obserwacje przeprowadzić dla różnych czasów „wdechu” (w zakresie 1000 - 2000 ms) z włączonym i

wyłączonym szaterem oraz przy otwartym i zamkniętym zaworze **Z**. Przyporządkować na wykresie miejsca poszczególnych faz pracy układu (wdech, wydech).

2) Pomiar ciśnień w płucach i opłucnej

- Upewnić się, czy zawór **Z** jest otwarty, a szater wyłączony
- Wybrać 10 cykli oddechowych. W tym celu w oknie programu *Ster_oddech* należy zaznaczyć **N** i wpisać liczbę 10.
- Ustawić czasy trwania „wdechu” i „wydechu” na 1500 ms
- Uruchomić model (*Start*). Po zadanej liczbie cykli układ zatrzyma się automatycznie.
- Zapisać rezultaty przy pomocy opcji *Zapisz pomiar*.
- Zaimportować wyniki do programu *Statistica* i wykonać wykres przedstawiający jednocześnie zmiany ciśnienia w płucach i opłucnej w czasie (dwie krzywe na jednym wykresie). Proszę przedstawić na wykresie około trzech cykli oddechowych. Wykres należy opisać uwzględniając jednostki i uaktualniając legendę, a następnie wkleić do sprawozdania. Przebieg krzywych na wykresie należy skomentować.

3) Spirometria

a. Pomiar całkowitego przepływu powietrza w górnych drogach oddechowych

- Wykorzystując wyniki zapisane podczas wykonywania poprzedniego punktu stworzyć wykres przedstawiający przepływ powietrza w ustach. Proszę przedstawić na wykresie około trzech cykli oddechowych.
- Odczytać z wykresu maksymalną wartość przepływu w czasie „wdechu” i „wydechu”.

4) Pomiar ciśnienia w płucach przy użyciu szatera (diagnostyka)

- Ustalić liczbę cykli oddechowych ($N = 10$)
- Ustawić czasy trwania „wdechu” i „wydechu” na 1500 ms
- Włączyć szater (*ON*)
- Uruchomić model (*Start*). Po zadanej liczbie cykli układ zatrzyma się automatycznie.
- Zapisać wyniki (*Zapisz pomiar*)
- Wykonać wykres przedstawiający równocześnie zmian ciśnienia w płucach i ustach w zależności od czasu za pomocą programu *Statistica*. Na wykresie przedstawić maksymalnie 3 cykle oddechowe. Opisany i sformatowany wykres należy wkleić do

sprawozdania. Skomentować otrzymane krzywe i reprezentowane przez nie wyniki w kontekście sposobu wykonywania diagnostyki klinicznej. Proszę tak zdefiniować własności krzywych na wykresie, aby po wydruku można było je odróżnić, ale żeby wykres był równocześnie czytelny (linie różnego rodzaju, wyłączyć markery punktów).

IV. Sprawozdanie

Sprawozdanie przygotowane w oparciu o szablon (*Układ oddechowy.dotx*) powinno zawierać:

- 1) Wykres przedstawiający ciśnienie w płucach i opłucnej wraz z komentarzem.
- 2) Maksymalną wartość przepływu powietrza w drogach oddechowych modelu.
- 3) Wykres przedstawiający przepływ powietrza w płucach przy wdechu i wydechu
Wykres przedstawiający ciśnienie w płucach i ustach wraz z komentarzem na temat praktycznego zastosowania szatera w pomiarach diagnostycznych.

V. Instrukcje obsługi

Instrukcja programu *Statistica*.

