

Układ krążenia

(Ratownictwo Medyczne)

I. Zagadnienia

1. Prawa fizyczne opisujące przepływ płynów:
 - ciągłości strumienia,
 - Bernoulliego,
 - Hagen – Poiseuille'a.
2. Opór naczyniowy przepływu.
3. Przepływ laminarny, burzliwy i pulsacyjny.
4. Biofizyka układu krążenia człowieka:
 - uproszczona budowa układu krążenia,
 - właściwości biomechaniczne i geometryczne naczyń krwionośnych; fala tętna.

II. Zadania

Korzystając z modelu układu krążenia (MUK) należy dokonać:

1. pomiaru ciśnień i przepływu cieczy w wybranych miejscach MUK,
2. określić częstotliwość pracy serca,
3. wyznaczyć objętość wyrzutową i pojemność minutową serca,
4. wyznaczyć opór naczyniowy i przepływ cieczy przez wybrany element MUK.

III. Wykonanie ćwiczenia

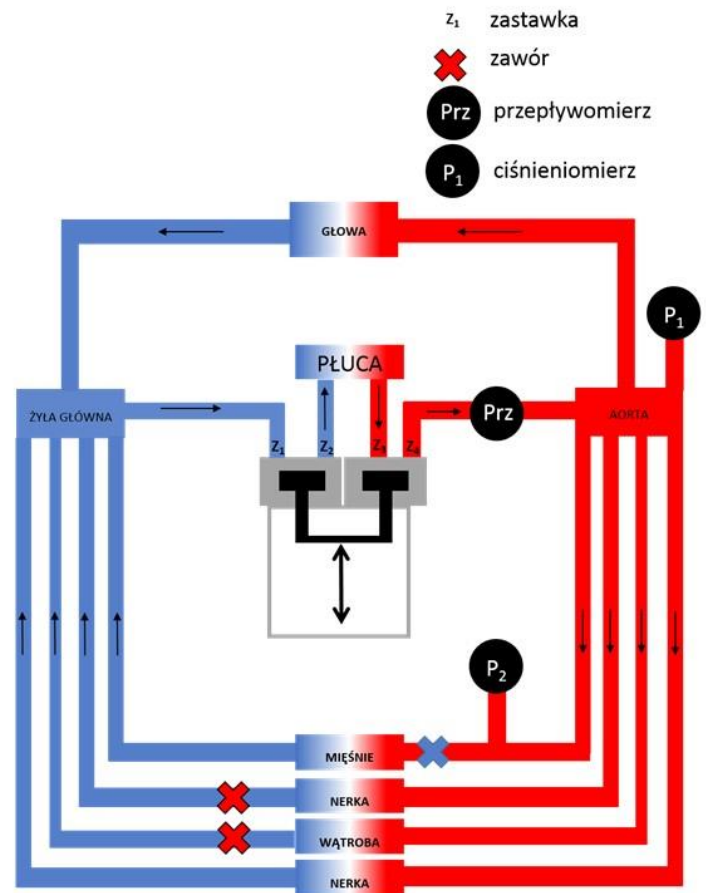
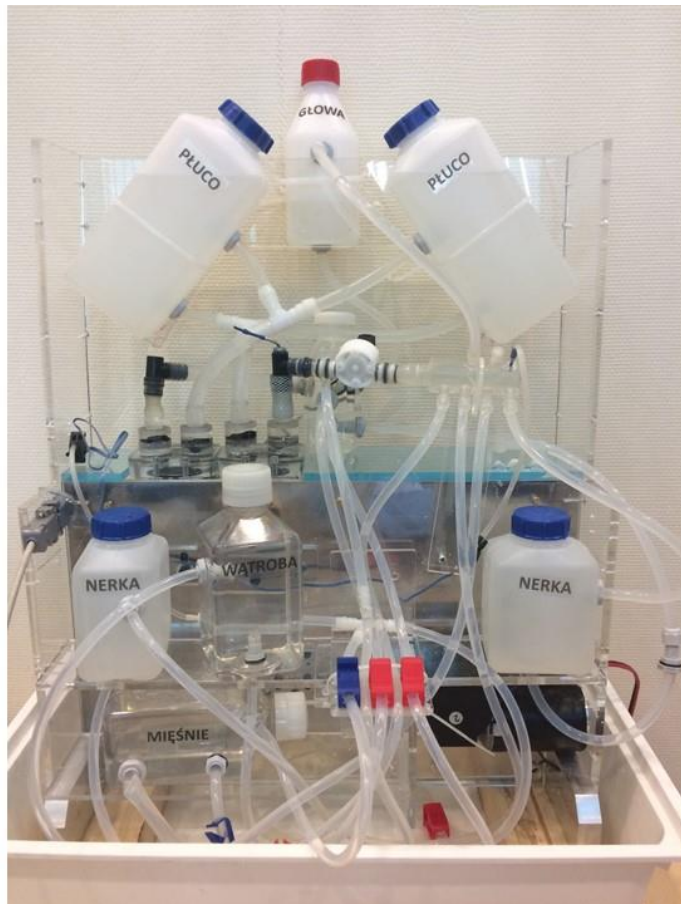
Model układu krążenia (MUK) przedstawiony jest na Rys. 1. MUK stanowi zamknięty układ naczyń, obrazujących poszczególne narządy, w których odbywa się wymuszony przepływ cieczy. Przedstawione naczynia dużego krążenia (systemowego) to: aorta, mózg, wątroba, nerki i mięśnie szkieletowe. Małe krążenie obejmuje naczynia płuc.

Istotne znaczenie dla funkcjonowania MUK ma pompa, symulująca pracę serca. Jest ona zbudowana z napędzanego silnikiem elektrycznym mechanizmu korbowego, który wymusza cykliczny i synchroniczny ruch dwóch tłoków. Tłoki odzwierciedlają pracę lewej i prawej komory serca. Czas ruchu tłoków, powodujący wyrzut cieczy ze zbiorników (skurcz komór), jest krótszy niż czas ich napełniania (rozkurcz komór). W pokrywie tłoków znajdują się 4 sztuczne zastawki, spełniające podobną rolę jak naturalne zastawki: przedsionkowo komorowe Z_1 i Z_3 , pnia płucnego Z_2 i aorty Z_4 . Komory wraz z odpowiednimi zastawkami stanowią pompy ssąco-tłoczące, które łączą w sposób szeregowy krążenie systemowe z krążeniem płucnym.

Układ posiada trzy czujniki pomiarowe: jeden przepływomierz i dwa mierniki ciśnienia.

Przepływomierz turbinkowy **Prz** znajduje się tuż za zastawką aortalną. Mierzy on w sposób ciągły przepływ płynu w trakcie pracy MUK. Pomiar przepływu można prowadzić, kiedy przepływ cieczy ma miejsce we wszystkich narządach wchodzących w skład modelu, lub kiedy przepływ jest blokowany w mięśniach, w nerce lub w wątrobie. Blokowanie przepływu następuje poprzez naciśnięcie odpowiedniego zaworu znajdującego się na panelu urządzenia: **niebieskiego** (blokuje przepływ w **mięśniach**), **czerwonego 1** (blokuje przepływ w **nerce**) lub **czerwonego 2** (blokuje przepływ w **wątrobie**).

Pierwszy czujnik pomiaru ciśnienia, **P₁**, umieszczony jest w aorcie. Podobnie jak przepływomierz, czujnik **P₁** mierzy ciśnienie cieczy w sposób ciągły. Drugi czujnik **P₂**, znajduje się przed obszarem symbolizującym mięśnie. Mierzy on albo aktualne ciśnienie w naczyniu doprowadzającym płyn do modelowych mięśni, albo – po zablokowaniu tego naczynia – ciśnienie w aorcie. Pozwala to na symulowanie pomiaru ciśnienia krwi u człowieka w tętnicy ramiennej. Blokowanie lub odblokowanie naczynia odbywa się poprzez naciśnięcie niebieskiego **zaworu** przepływu cieczy, znajdującego się na panelu urządzenia.



Rys. 1. Widok i schemat układu. Szczegółowy opis w tekście.

Pomiar przepływu cieczy i ciśnień w MUK

Aby dokonać pomiarów proszę:

1. Upewnić się, że sterownik MUK serca jest włączony.
2. Uruchomić program **Model serca**.
3. Odczytać wartości ciśnień wyznaczanych przez czerwoną i niebieską linię, gdy pompa nie jest uruchomiona. Są to ciśnienia hydrostatyczne, rejestrowane przez dwa ciśnieniomierze. W oparciu o różnice w ciśnieniach hydrostatycznych proszę powiązać ciśnieniomierze (P_1 i P_2) z odpowiadającymi im liniami na wykresie (**czerwona** lub **niebieska**).
4. Włączyć pompę (**PUMP ON**) i rejestrować wskazania ciśnieniomierzy i przeływomierza przez 2 minuty.
5. Zapisać uzyskane wyniki (**SAVE MEASUREMENT**) na dysku sieciowym grupy, a następnie wyłączyć pompę (**PUMP OFF**).

6. Otworzyć dane w programie Statistica.
7. Obliczyć średnie natężenie przepływu oraz średnie ciśnienia w aorcie i naczyniu doprowadzającym ciecz do mięśni oraz sporządzić wykres zmian ciśnień i przepływu w czasie 5 s. Na podstawie analizy wykresu obliczyć puls modelowego serca.
8. Powtórzyć pomiar po uprzednim zablokowaniu wskazanego przez asystenta narządu. Przyjmując, że ciśnienie cieczy wpadającej do modelowego serca po tym, jak przepłynęła ona przez cały układ, wynosi **3 mmHg** i w oparciu o wcześniej uzyskane wyniki proszę obliczyć opory naczyniowe całego układu i zablokowanego narządu.

IV. Instrukcje

Instrukcja programu **Statistica**.