

Ćw. M 11

Pomiar ciśnienia krwi metodą osłuchową Korotkowa

Zagadnienia:

- Oddziaływania międzycząsteczkowe. Siły Van der Waalsa.
- Zjawisko lepkości. Równanie Newtona dla płynięcia cieczy.
- Współczynniki lepkości; bezwzględny (dynamiczny), względny, kinematyczny
- Równanie Poiseuille'a. Ciecze newtonowskie i nienewtonowskie.
- Lepkość krwi.
- Przepływy laminarne i turbulentne.
- Prawo ciągłości strugi.
- Prawo Bernoulliego; interpretacja ciśnieniowa, energetyczna i wysokościowa.
- Liczba Reynoldsa.
- Ciśnienie hydrostatyczne krwi

Ruch krwi jest wywołany różnicą ciśnień między układem tętniczym a żylnym. Różnica ta jest podtrzymywana dzięki pracy serca. Ciśnienie krwi w aorcie zmienia się od ok. 120 mm Hg w czasie skurczu, do ok. 70 mm Hg podczas rozkurczu. Wartości ciśnienia krwi podaje się zwyczajowo w mm Hg, dlatego że, historycznie, działanie ciśnieniomierzy lekarskich opierało się na zasadzie pomiaru wysokości słupa rtęci. W układzie SI jednostką ciśnienia jest Pa (N/m^2). Przelicznik wynosi $1 \text{ mm Hg} = 133,3 \text{ Pa}$. Ważne jest jeszcze to, iż podawane ciśnienie krwi np. 120/80 mm Hg określa o ile ciśnienie krwi jest większe od atmosferycznego (średnio ciśnienie atmosferyczne to ok. 760 mm Hg).

Układ naczyń krwionośnych znajduje się w polu sił ciężkości, w związku z tym ciśnienie krwi wywołane pracą serca sumuje się z ciśnieniem hydrostatycznym krwi. W pozycji stojącej prowadzi to do wzrostu całkowitego ciśnienia w naczyniach położonych poniżej serca o $p = \rho \cdot g \cdot h$ gdzie h oznacza odległość pomiędzy poziomem serca i określonego miejsca w układzie krążenia, ρ – gęstość krwi i g – przyspieszenie ziemskie. Ciśnienie w naczyniach położonych powyżej poziomu serca zmniejsza się proporcjonalnie do ich odległości od serca.

Zależność pomiędzy ciśnieniami tętniczymi krwi na poziomie stopy, serca i mózgu można zapisać następująco (zaniedbujemy efekt wywołany lepkością):

$$P_{stopy} = P_{serca} + \rho g h_{serca} = P_{mózgu} + \rho g h_{mózgu}$$

gdzie:

$$\rho - 1,0595 \times 10^3 \text{ kg/s}^3$$

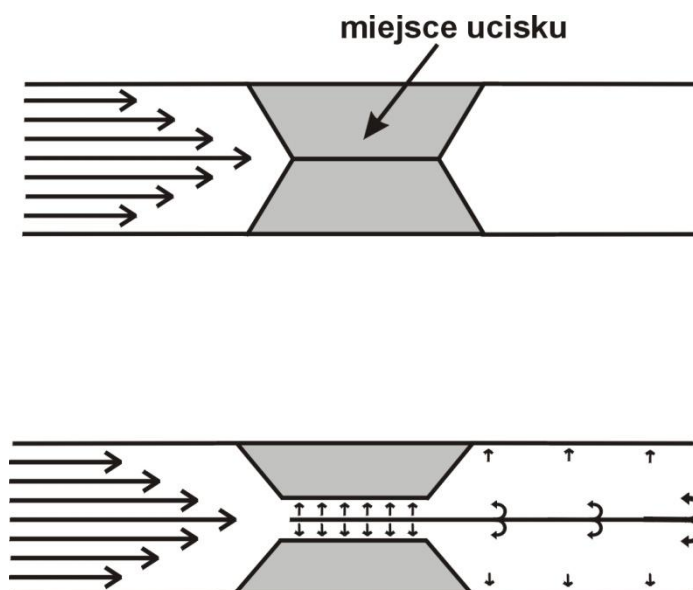
Celem ćwiczenia jest zaobserwowanie jaki wpływ na ciśnienie krwi ma efekt hydrostatyczny oraz wysiłek fizyczny

Opis metody:

Pomiar ciśnienia krwi metodą osłuchową Korotkowa

Ciśnienie mierzymy na tętnicy ramieniowej. Wdmuchując powietrze do mankietu swingomanometru, doprowadzamy do zamknięcia światła tętnicy. Powietrze wdmuchuje się do momentu, aż przez stetoskop umieszczony nad zgięciem łokciowym przestajemy słyszeć falę tętna (ciśnienie w mankiecie jest wyższe niż ciśnienie skurczowe krwi). Następnie należy powoli wypuszczać powietrze. Pierwszy usłyszany ton oznacza, że krew zaczęła z powrotem płynąć w tętnicy (ciśnienie w mankiecie równe ciśnieniu skurczowemu). Następnie przez stetoskop będzie słyszanych kilka faz tonów i szmerów (fazy Korotkowa), aż dźwięki ucichną. W chwili zaniku dźwięku należy odczytać ciśnienie rozkurczowe.

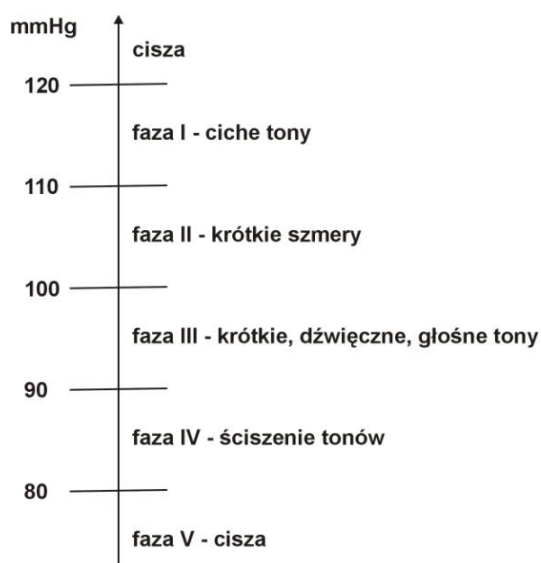
Słyszane w trakcie pomiaru dźwięki są efektem turbulentnego przepływu krwi, wywołanego poprzez sztuczne zwężenie tętnicy. W warunkach fizjologicznych można przyjąć, że przepływ krwi ma charakter laminarny. Gdy zwężamy światło tętnicy prędkość krwi rośnie (prawo ciągłości strugi). Jeśli wartość prędkości przekroczy wartość graniczną v_g , ruch staje się nieuporządkowany - turbulentny. Pojawia się ruch wirowy, który wywołuje drgania, a przez to falę akustyczną możliwą do usłyszenia przez stetoskop.



Rys. 1.

Pierwszy wysłuchany ton jest wynikiem rozpoczęcia przepływu krwi poprzez, wcześniej zamkniętą, tętnicę ramienną. Prędkość przepływu krwi jest większa od prędkości granicznej v_g , więc ruch jest burzliwy. W miarę dalszego wypuszczania powietrza z mankieta, ton przechodzi w szmer, który ma różne fazy głośności aż do zniknięcia. Prędkość przepływu krwi spada poniżej wartości prędkości granicznej v_g i pojawia się ruch laminarny. Okresy zmiany natężenia i charakteru tonów i szmerów są związane z ciśnieniem fali tętna i oddziaływaniem ciśnienia panującego w mankiecie na ściany tętnicy.

Wyróżnia się 5 faz tonów i szmerów (rys. 1).



Rys. 2. Zjawiska dźwiękowe występujące podczas pomiaru ciśnienia krwi metodą osłuchową.

Pomiar

1. Założyć mankiet na ramię. Mankiet powinien być założony równo, bez zagięć i ucisku. Dolny brzeg mankieta powinien być oddalony od zgięcia łokciowego ok. 2 – 4 cm.
2. Umieścić stetoskop przy zgięciu łokciowym pod mankiem.
3. Znajdź tętno na tętnicy promieniowej. Pompuj mankiet, aż do momentu gdy tętno przestanie być wyczuwalne. Podpompuj jeszcze 30 mmHg. (nie przekraczaj 180 mmHg).
4. Powoli upuszczaj powietrze (ok. 5 mmHg/s) jednocześnie słuchając pojawiających się odgłosów.
5. Zapamiętaj wartość ciśnienia przy jakiej pojawia się pierwszy ton (ciśnienie skurczowe) i przy jakiej następuje zanik odgłosów (ciśnienie rozkurczowe).

Próba wysiłkowa Martineta

Jest to prosta próba stosowana często w badaniach masowych. Polega na pomiarze wartości tętna i ciśnienia krwi w spoczynku i po wysiłku. Pierwszy pomiar wykonujemy w pozycji leżącej, po kilku minutach spokojnego leżenia. Następnie badany wykonuje 15 przysiadów w tempie 1 przysiad na sekundę i natychmiast wraca do pozycji leżącej, aby poddać się kolejnemu pomiarowi. Trzeci pomiar wykonujemy po upływie 3 minut.

U zdrowych osób po taki wysiłku częstość tętna zwiększa się o ok. 20-30/min. a ciśnienie skurczowe podnosi się o ok. 10-30 mm Hg. W ciągu 3 minut wartości te powinny powrócić do wysokości wyjściowych.

Instrukcja do ćwiczenia

Osoba badana nr 1:

Wykonujemy próbę wysiłkową Martineta.

Osoba badana:		
wartość ciśnienia tętniczego krwi	w spoczynku	
	po wysiłku	
	po 3 min od wysiłku	
częstość serca/min	w spoczynku	
	po wysiłku	
	po 3 min od wysiłku	

Osoba badana nr 2:

- Wykonujemy pomiar ciśnienia tętniczego krwi w pozycji stojącej na:
 - ramieniu,
 - łydce.
- Te same pomiary powtarzamy w pozycji leżącej.
- Korzystając ze zmierzonej wartości ciśnienia tętniczego na poziomie serca i miary wysokości, obliczamy wartość ciśnienia tętniczego krwi w tętnicach stopy i mózgu, w pozycji stojącej. Wyniki podaj w mm Hg i w kPa.

Osoba badana:		
wartość ciśnienia tętniczego krwi w pozycji stojącej	ramię	
	łydka	
wartość ciśnienia tętniczego krwi w pozycji leżącej	ramię	
	łydka	

	mm Hg	kPa
P_{serca}		
P_{stopy}		
P_{mózgu}		