

Podstawy teoretyczne: Ciśnienie krwi

Ciśnienie w tętnicach zmienia się w czasie cyklu pracy serca. Komory kurczą się, aby wyrzucić krew do systemu tętniczego, a następnie relaksują, by napełnić się krwią przed kolejnym skurczem. To pulsacyjne przepompowywanie krwi do tętnic jest wyrównywane przez stały upływ krwi z tętnic przez naczynia włosowate. W czasie wyrzutu krwi do tętnic przez serce dochodzi w nich do nagłego wzrostu ciśnienia, które wolno spada zanim dojdzie do następnego skurczu serca. Ciśnienie krwi jest najwyższe zaraz po skurczu komór (ciśnienie skurczowe w systolu) i najniższe w momencie poprzedzającym wpompowanie krwi do tętnic (ciśnienie rozkurczowe w diastolu).

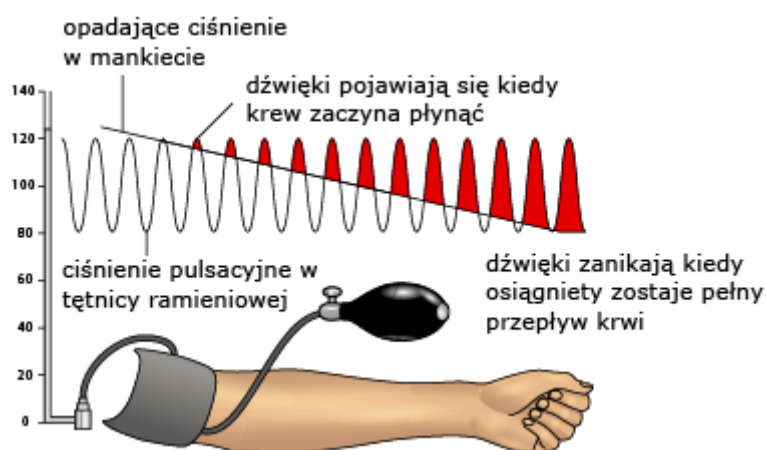
Ciśnienie skurczowe i rozkurczowe może być mierzone przez wprowadzenie małego cewnika do tętnicy i podłączenia go do wskaźnika ciśnienia. Ten sposób bezpośredniego pomiaru może być dokładny, jednak jest inwazyjny i często niewygodny, a także niepraktyczny. Metoda ta była w istocie sposobem pierwszego pomiaru ciśnienia krwi, dokonanego przez wielkiego Stephena Hales'a w 1714 w tętnicy konia (Rysunek 1). Prosty pomiar ciśnienia krwi może być przeprowadzony z akceptowalną dokładnością przy użyciu nieinwazyjnych metod pośrednich.



Rysunek 1. Pierwszy bezpośredni pomiar ciśnienia tętniczego krwi.

Systemowe ciśnienie tętnicze krwi jest tradycyjnie badane przy użyciu stetoskopu i mankietu ciśnieniowego, podłączonego do kolumny wypełnionej rtęcią lub innego sfigmomanometru (Rysunek 2). Mankiet jest umiejscawiany w górnej części ramienia i nadmuchiwany do zatrzymania przepływu krwi w tętnicy ramieniowej, wysokie ciśnienie w mankiecie powoduje zamknięcie światła tętnicy. Ciśnienie w mankiecie

jest wolno obniżane. W momencie gdy ciśnienie skurczowe w tętnicy przewyższy ciśnienie w mankiecie, krew powoli przepływa do ramienia przez częściowo zamkniętą tętnicę. Ze względu na fakt, że przepływ nie odbywa się przez pełne światło tętnicy, zamiast laminarnego, jest on turbulentny. I dzięki temu przepływ może być słyszalny przez stetoskop. Ten wyraźnie słyszalny dźwięk jest nazywany tonem Korotkowa. Kiedy pierwsze tony Korotkowa stają się słyszalne, ciśnienie w mankiecie odpowiada ciśnieniu skurczowemu. Kiedy ciśnienie w mankiecie jest zredukowane, wzrasta intensywność słyszanych przez stetoskop tonów, które następnie nagle stają się przytłumione. Ciśnienie w mankiecie w chwili przytłumienia dźwięków jest zbliżone do ciśnienia rozkurczowego. Ostatecznie, gdy ciśnienie w mankiecie jest jeszcze bardziej zredukowane, tony zanikają całkowicie i następuje całkowite przywrócenie normalnego przepływu krwi przez tętnicę. Ponieważ zanik tonów jest łatwiejszy do zaobserwowania niż ich przytłumienie i ponieważ oba następują w przedziale niewielu milimetrów ciśnienia słupa rtęci, zanik tonów jest zwykle wykorzystywany do oznaczenia ciśnienia rozkurczowego. Zwróć uwagę, że u wielu zdrowych ludzi ton może być zadowalająco słyszalny, przy ciśnieniu wyraźnie niższym niż rzeczywiste ciśnienie rozkurczowe. U tych ludzi nie można dokładnie określić ciśnienia rozkurczowego.



Rysunek 2. Pośredni pomiar ciśnienia tętniczego krwi.

W alternatywnej metodzie używa się prostego przetwornika pulsu, podłączonego do komputera. Mankiet jest napompowany do wartości ciśnienia zaniku pulsu w palcu. Kiedy ciśnienie w mankiecie jest obniżane, puls w palcu powraca i ciśnienie, przy którym się powtórzy, jest mierzone jako tętnicze ciśnienie skurczowe.

Efekt mierzenia ciśnienia tętniczego krwi przy różnej lokalizacji pomiaru

Zwykle we wszystkich metodach pomiarowych zaleca się lokalizację pomiaru na wysokości serca. Jednym ze zjawisk, które będą badane w czasie tych ćwiczeń, jest wpływ pozycji umieszczenia mankieta na wielkość wartości ciśnienia. Czy w tej chwili możesz zdefiniować kilka czynników, które mogłyby zmienić wartość ciśnienia, gdyby pomiary były wykonane na innej wysokości niż wysokość serca?

Podstawy teoretyczne: Krążenie peryferyjne

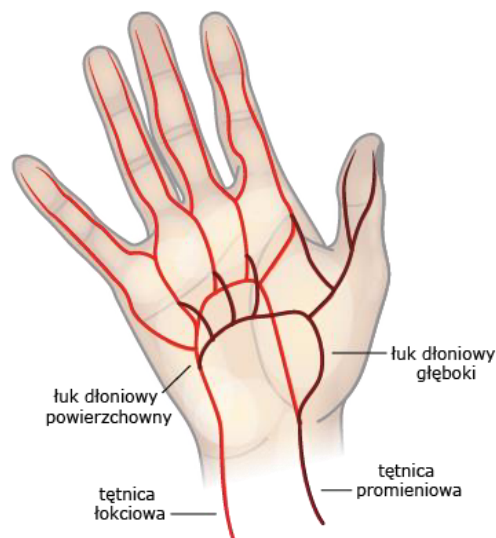
Układ tętniczy funkcjonuje jak rezerwuuar ciśnienia. Krew wypływa z tętnic w sposób ciągły przez kapillary, pomimo że z serca wpływa pulsacyjnie. Komory kurczą się w czasie systola, zastawki półksiężycowate otwierają i krew przepływa do systemu tętniczego. W tym momencie tętnice są rozciągnięte i ciśnienie krwi rośnie.

„Ciśnienie skurczowe (ciśnienie w systolu)” jest definiowane jako szczyt ciśnienia osiągnięty w czasie cyklu pracy serca. Okres w czasie relaksacji komór jest nazywany diastolem (rozkurczem). Podczas diastola, kiedy komórki, przygotowując następny skurcz, napełniają się krwią powracającą układem żylnym, krew kontynuuje przepływ z tętnic do naczyń włosowatych. Przepływ ten jest uwarunkowany sprężystością głównych tętnic. W konsekwencji ciśnienie tętnicze spada. Najniższą wartość tętniczego ciśnienia krwi – bezpośrednio przed skurczem komór wyrzucających krew ponownie do tętnic - nazywamy „ciśnieniem rozkurczowym (ciśnienie w diastolu)”. Szczyt skurczu fali ciśnienia ujawnia się w tętnicach peryferyjnych po kompleksie QRS. Jest to czas, w którym fala ciśnienia skurczowego dociera do kończyn i jest mierzona przez nasz czujnik. Fala dykrotyczna (małe plateau lub obniżenie fali ciśnienia) jest spowodowane zamknięciem zastawki aortalnej.

Pomimo że odchylenie wartości ciśnienia tętniczego krwi podczas cyklu pracy serca jest wygładzane przez wrodzoną elastyczność dużych tętnic, krew nadal wykazuje przepływ pulsacyjny przez małe tętnice i tętniczki.

Przetwornik pulsu palca

W tych ćwiczeniach zastosujemy przetwornik pulsu palca. Mierzony puls jest indykatorem absolutnego przepływu krwi do opuszki palca. Oprogramowanie komputerowe umożliwia obliczanie całek przebiegów czasowych pulsu i wyświetlenie ich w panelu LabTutor. To z kolei jest wskaźnikiem zmian objętości w czasie pomiaru pulsu w palcu. W eksperymentach tych możemy zilustrować przebieg przepływu krwi w małych tętnicach podczas cyklu pracy serca.



Rysunek 1. Dystrybucja przepływu krwi w dłoni