

ĆWICZENIE NR 10

POMIARY TĘTNA I POMIARY OSŁUCHOWE WIDMO SYGNAŁÓW BIOLOGICZNYCH

Cel ćwiczenia

Zapoznanie się z metodami pomiaru tętna oraz z czujnikami tętna o różnej konstrukcji i zasadzie działania, identyfikacja widma wytwarzanych sygnałów u człowieka.

Program ćwiczenia

1. Wyczuwając opuszkami palców drgania tętnicy zmierzyć częstość tętna przy różnym czasie uśrednienia. Zinterpretować uzyskane wyniki.
2. Zapoznać się z budową czujników do identyfikacji tętna. Zaobserwować wpływ czynników zewnętrznych na poprawność identyfikacji tętna.
3. Zmierzyć tętno za pomocą PULS-OXIMETRU oraz KARDIOTACHOMETRU współpracującego z KARDIOMONITOREM. Zinterpretować uzyskane rezultaty.
4. Zaobserwować i scharakteryzować falę tętna uzyskaną przy pomocy przyrządów wymienionych w punkcie 3.

Aparatura pomiarowa i sprzęt dodatkowy

- czujniki tętna: transmisyjny, refleksyjny FCT-2,
- puls-oximetr 8171,
- kardiotalchometr CTK 301,
- kardiomonitor CMK 405 S,
- ECG-transcope 8031,
- ultradźwiękowy detektor tętna MDT-10,
- oscyloskop,
- częstościomierz,
- analizator widma SR – 760.

Problemy

1. Charakterystyka parametrów sygnału fali tętna.
2. Wady i zalety różnych typów czujników tętna.
3. Zasada działania przyrządu do pomiaru tętna, dokładność pomiarów, źródła błędów.
4. Schemat blokowy miernika do identyfikacji arytmii.
5. Widmo sygnałów biologicznych – cech charakterystyczne.

Literatura

1. Pałko T.: Układ tachometryczno-sygnalizacyjny do intensywnego nadzoru krążenia. Post. Fiz. Med. 1970, no 1-2.
2. Tompkins W. J., Webster J. G.: Design of microcomputer-based medical instrumentation. Prentice-Hall, Englewood Cliffs 1981.

Pytania

1. Wymienić metody wyznaczania częstości tętna.
2. Wymienić rodzaje czujników stosowanych do identyfikacji tętna.
3. Podać zalety i wady określania wartości chwilowej i średniej częstości tętna.
4. Podać zalety i wady różnych czujników tętna.
5. Podać schemat blokowy miernika do identyfikacji arytmii (na podstawie obserwacji tętna).
6. Określić zalety i wady fotoelektrycznego czujnika tętna.
7. Scharakteryzować metodę pomiaru wysycenia krwi tlenem.
8. Fotoelektryczny czujnik tętna: transmisyjny i refleksyjny. Podać podobieństwa i różnice.

Tętno

Tętno (puls) jest to rytmiczne rozciąganie ścian naczyń krwionośnych wywołane zmianami ciśnienia w następstwie skurczów i rozkurczów serca. Tętno tętnicze przebiega w tętnicach w postaci fali od aorty i od tętnicy płucnej do tętniczek.

Średnia szybkość rozchodzenia się fali tętna jest niezależna i znacznie większa od prędkości przepływu krwi, wynosi około 5 – 8 m/min. Tętno bada się najczęściej na tętnicy promieniowej, ale także na tętnicach: szyjnej zewnętrznej, ramiennej, udowej, podkolanowej i grzbietowej stopy. Istotne znaczenie podczas rejestracji krzywej tętna mają miejsca pomiaru. Badanie tętna daje możliwości oznaczenia następujących jego cech:

1. częstości, która w warunkach prawidłowych wynosi około 70 cykli na minutę; rozróżnia się tętno częste (ponad 100/min) oraz tętno rzadkie (poniżej 50/min),
2. napięcia (zależnie od wartości ciśnienia krwi i grubości ściany tętnicy), odróżnia się tętno twarde i miękkie,
3. wysokości (amplitudy),
4. zachowania się w tętnicach jednoimiennych,
5. miarowości, czyli stopnia równomierności rytmu; rozróżnia się tętno miarowe i niemiarowe; jeżeli od czasu do czasu wypada jedno uderzenie tętna – nazywa się go przepuszczającym, jeżeli chwilami zanika – przerywanym.

Tętno przejawia się w postaci wielu zjawisk tj.: zmiany ciśnienia krwi, objętości, drgań wydłużeniowych tętnic, zmiany oporności ciała itp.

Istnieje obecnie wiele metod pomiarów oraz duża różnorodność czujników do pomiaru tętna.

Czynnikiem wpływającym na dokładność pomiaru jest stopień równomierności rytmu, czyli miarowość tętna. Przy pomiarze wartości średniej tętna istotnym czynnikiem wywołującym błąd jest występowanie niemiarowości zatokowej oddechowej.

Czujniki pojemnościowe

Do rejestracji częstości tętna wykorzystują one zjawisko odkształcania się ściany tętnicy (oraz warstwy leżącej bezpośrednio nad tętnicą) w czasie przejścia fali tętna. Drgania przenoszone są elektrodą ruchomą, która drga w takt drgań tętnicy. Druga elektroda pozostaje nieruchoma. Drgania te wywołują zmiany pojemności

międyelektrodowej, która z kolei powoduje zmiany napięcia. Pomiarów takimi czujnikami dokonuje się na palcach rąk. Możliwy jest także pomiar na tętnicy szyjnej lub udowej.

Zaletą takich czujników jest możliwość wykorzystania ich nie tylko do pomiarów tętna, ale również np. do badania uderzenia koniuszkowego serca.

Wadami są:

- częste uszkodzenia spowodowane obecnością ruchomej, bardzo wrażliwej na odkształcenia, elektrody czynnej,
- konieczność unieruchomienia ręki pacjenta podczas pomiaru,
- wymaganie wprawy przy właściwym mocowaniu czujnika (konieczność wywarcia odpowiedniego ciśnienia wstępnego na elektrodę).

Czujniki piezoelektryczne

Wykorzystują własności piezoelektryczne kryształów takich jak kwarc, turmalin, sól Seignett'a itp. Pod wpływem siły działającej na płytkę kryształu na jego powierzchni pojawiają się ładunki. Dzięki zastosowaniu wzmacniacza o dużej oporności wejściowej, do wzmocnienia różnicy potencjałów będącej efektem zjawiska piezoelektrycznego, możemy rejestrować zmiany siły wywieranej na kryształ, a pochodzącej ze zmian odkształcenia ściany tętnicy pod wpływem tętna. Pomiar przeprowadza się na tętnicy szyjnej.

Zaletami tych czujników są:

- bardzo duża czułość na niewielkie nawet tętnienia,
- możliwość pomiaru nie tylko tętna tętniczego lecz także tętna żylnego.

Do wad tych czujników zalicza się:

- bardzo dużą czułość na wstrząsy zewnętrzne, co powoduje konieczność unieruchomienia zarówno pacjenta jak i czujnika (wymaga to specjalnych statywów do osadzenia czujnika),
- bardzo małą odporność na uszkodzenia części transmitującej siłę z nad tętnicy na piezoelektryk.

Czujniki fotoelektryczne

Zawierają dwa elementy warunkujące ich pracę. Są nimi: źródło światła (np. miniaturowa żarówka) i element światłoczuły (np. fotodioda, fototranzystor). Zasada działania tych czujników polega na prześwietlaniu płata ucha lub opuszki palca. W okresie każdego cyklu tętna fala krwi, przepływająca przez tkanki prześwietlane, modeluje strumień świetlny odbierany przez fotoelement. W czujnikach tego typu następuje zamiana zmian oświetlenia na zmiany napięcia.

Celem eliminacji ewentualnych zakłóceń, powodowanych przez oświetlenie zewnętrzne, osłania się czujnik oraz podświetlaną część palca czarnym przylepcem, który jednocześnie utrzymuje czujnik przy palcu. Aby zniwelować wpływ światła zewnętrznego stosuje się źródła światła o innej długości fali, niż długości dominujące w świetle dziennym, np. pracujące w paśmie podczerwieni.

Zaletą tych czujników jest duża odporność na uszkodzenia.

Do wad należą:

- wpływ zmian oświetlenia zewnętrznego na wynik pomiaru,
- konieczność częstego czyszczenia o ochrony przed zanieczyszczeniami fotoelementu i źródła światła.