

# PODRĘCZNIK SZKOLENIOWY DLA UCZESTNIKÓW/UCZESTNICZEK KURSU SPECJALISTYCZNEGO WYKONANIE I INTERPRETACJA ZAPISU ELEKTROKARDIOGRAFICZNEGO U DOROSŁYCH dla pielęgniarek i położnych

Opracowano w związku z realizacją projektu  
Wsparcie kształcenia podyplomowego pielęgniarek i położnych  
w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój  
na lata 2014 – 2020 (PO WER 2014-2020)  
współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Społecznego,  
numer POWR.07.01.00-00-0004/22





PODRĘCZNIK SZKOLENIOWY  
DLA UCZESTNIKÓW/UCZESTNICZEK  
KURSU SPECJALISTYCZNEGO  
WYKONANIE I INTERPRETACJA ZAPISU  
ELEKTROKARDIOGRAFICZNEGO U DOROSŁYCH  
  
dla pielęgniarek i położnych

Opracowano w związku z realizacją projektu  
Wsparcie kształcenia podyplomowego pielęgniarek i położnych  
w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój  
na lata 2014 – 2020 (PO WER 2014-2020)  
współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Społecznego,  
numer POWR.07.01.00-00-0004/22

Warszawa 2022

ISBN 978-83-67664-00-4

## AUTORZY MATERIAŁÓW DYDAKTYCZNYCH:

### **mgr Beata Nowosad**

specjalista w dziedzinie pielęgniarstwa kardiologicznego, Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Chełmie, Samodzielny Publiczny Wojewódzki Szpital Specjalistyczny w Chełmie, Oddział Kardiologiczny

### **mgr Ewa Piskała**

specjalista w dziedzinie pielęgniarstwa anestezjologicznego i intensywnej opieki, specjalista w dziedzinie pielęgniarstwa zachowawczego, Samodzielny Publiczny Wojewódzki Szpital Specjalistyczny w Chełmie, Oddział Intensywnej Opieki

## RECENZENT MATERIAŁÓW DYDAKTYCZNYCH:

### **dr n. med. Magdalena Bielacz**

specjalista w dziedzinie pielęgniarstwa anestezjologicznego i intensywnej opieki, specjalista w dziedzinie pielęgniarstwa kardiologicznego, specjalista w dziedzinie pielęgniarstwa chirurgicznego



## SPIS TREŚCI

Cel kursu specjalistycznego Wykonywanie i interpretacja zapisu elektrokardiograficznego u dorosłych	4
Plan nauczania	4
Moduł I. Podstawy elektrokardiografii i technika badania EKG	6
Moduł II. Analiza zapisu elektrokardiograficznego. Podstawy rozpoznawania nieprawidłowości w zapisie EKG	28
Moduł III. Zapis elektrokardiograficzny w wybranych stanach kardiologicznych	39
Moduł IV. Badania diagnostyczne z wykorzystaniem zapisu elektrokardiograficznego	63
Wykaz świadczeń, do których jest uprawniona pielęgniarka po ukończeniu kursu specjalistycznego Wykonywanie i interpretacja zapisu elektrokardiograficznego u dorosłych	69
Literatura	70



## CEL KURSU SPECJALISTYCZNEGO WYKONANIE I INTERPRETACJA ZAPISU ELEKTROKARDIOGRAFICZNEGO U DOROSŁYCH

Kurs specjalistyczny jest to rodzaj kształcenia, który zgodnie z ustawą z dnia 15 lipca 2011 r. o zawodach pielęgniarki i położnej (Ustawa z dnia 15 lipca 2011 r. o zawodach pielęgniarki i położnej, Dz. U. z 2022 r., poz. 551 ze zm.) ma na celu uzyskanie przez pielęgniarkę lub położną wiedzy i umiejętności do wykonywania określonych czynności zawodowych przy udzielaniu świadczeń pielęgnacyjnych, zapobiegawczych, diagnostycznych, leczniczych lub rehabilitacyjnych.

Celem kształcenia jest przygotowanie pielęgniarki, położnej do wykonania u osoby dorosłej, badania elektrokardiograficznego w spoczynku oraz do udziału w badaniach diagnostycznych oraz monitorowaniu pacjenta z wykorzystaniem zapisu elektrokardiograficznego, a także do interpretacji składowych prawidłowego zapisu czynności bioelektrycznej serca oraz rozpoznania cech elektrokardiograficznych wybranych stanów chorobowych, w tym stanów zagrożenia życia i zdrowia.

### PLAN NAUCZANIA

Lp.	Nazwa modułu	Liczba godzin teorii	Miejsce realizacji stażu	Liczba godzin stażu	Łączna liczba godzin kontaktowych
I	Podstawy elektrokardiografii i technika badania EKG	6	Pracownia EKG; Oddział kardiologiczny; Oddział chorób wewnętrznych	14	20
II	Analiza zapisu elektrokardiograficznego Podstawy rozpoznawania nieprawidłowości w zapisie EKG	20	Pracownia EKG; Oddział kardiologiczny; Oddział chorób wewnętrznych	12	32
III	Zapis elektrokardiograficzny w wybranych stanach kardiologicznych	20	Oddział kardiologiczny; Oddział chorób wewnętrznych	12	32
IV	Badania diagnostyczne z wykorzystaniem zapisu elektrokardiograficznego	4	Pracownie diagnostyki kardiologicznej	20	24
	<b>Łączna liczba godzin</b>	<b>50*</b>		<b>58</b>	<b>108</b>

\* Organizator kształcenia w porozumieniu z kierownikiem kursu ma prawo dokonać modyfikacji czasu trwania zajęć teoretycznych w wymiarze nie większym niż 10% (z wyłączeniem ćwiczeń), które może być wykorzystane na samokształcenie.

## WSTĘP

Badanie elektrokardiograficzne to jedna z najstarszych technik stosowanych w kardiologii. Umożliwia nieinwazyjną rejestrację aktywności elektrycznej serca. Interpretacja wyników jest umiejętnością rozpoznawania nieprawidłowości i wczesne wykrywanie stanów chorobowych. Od przeszło stu lat do czasów współczesnych pozostało jednym z najczęściej wykonywanych badań w diagnostyce chorób serca.

Zaświadczenie o ukończeniu kursu specjalistycznego Wykonanie i interpretacja zapisu elektrokardiograficznego u dorosłych otrzymuje pielęgniarka, położna, która<sup>1</sup>:

1) w zakresie wiedzy posiada:

- specjalistyczną wiedzę dotyczącą istoty, celu oraz techniki badania elektrokardiograficznego, cech prawidłowego zapisu EKG oraz cech podstawowych zaburzeń rytmu serca, cech zaburzeń przewodnictwa, niedokrwienia, martwicy mięśnia sercowego, zaburzeń elektrolitowych oraz rytmu ze sztucznego rozrusznika w zapisie EKG;
- wiedzę dotyczącą istoty oraz wskazań i przeciwwskazań do wykonania badań diagnostycznych wykorzystujących zapis elektrokardiograficzny (badanie wysiłkowe EKG, badanie EKG metodą Holtera);

2) w zakresie umiejętności potrafi:

- przygotować pacjenta oraz stanowisko do wykonania standardowego badania EKG;
- wykonać spoczynkowe badanie elektrokardiograficzne;
- ocenić zapis EKG pod kątem stanów zagrożenia życia i zdrowia pacjentów;
- przygotować pacjenta do badania wysiłkowego EKG oraz do badania EKG metodą Holtera;
- monitorować zapis EKG pacjenta na kardiomonitorze;
- ocenić poprawność wykonanego zapisu EKG;

3) w zakresie kompetencji społecznych:

- szanuje godność i autonomię pacjenta bez względu na jego wiek, płeć, niepełnosprawność, orientację seksualną oraz pochodzenie narodowe i etniczne;
- ponosi odpowiedzialność za prawidłowe wykonanie oraz udokumentowanie uzyskanego zapisu elektrokardiograficznego;
- krytycznie ocenia własne kompetencje;
- systematycznie aktualizuje wiedzę i umiejętności w zakresie wykonywania i interpretacji zapisu EKG;
- współpracuje z członkami zespołu terapeutycznego.

---

1 Zgodnie z programem kursu specjalistycznego Wykonanie i interpretacja zapisu elektrokardiograficznego u dorosłych dla pielęgniarek i położnych zatwierdzonego przez Ministra Zdrowia 26.10.2017 r. <https://ckppip.edu.pl/wp-content/uploads/2020/10/Wykonanie-i-interpretacja-zapisu-elektrokardiograficznego-u-doroslych-2017.11.10.pdf>.

# MODUŁ I

## PODSTAWY ELEKTROKARDIOGRAFII I TECHNIKA BADANIA EKG

### Cele kształcenia

Dostarczenie wiedzy dotyczącej podstaw elektrofizjologicznych badania elektrokardiograficznego (EKG), techniki i zasad wykonania badania oraz przygotowanie pielęgniarki, położnej do wykonywania badania EKG o optymalnej jakości zapisu.

### Zagadnienia modułu

Fizjologiczne podstawy elektrokardiografii

Zjawiska elektryczne w izolowanym włóknie mięśnia sercowego

Związek między zjawiskami elektrycznymi i hemodynamicznymi serca a krzywą EKG

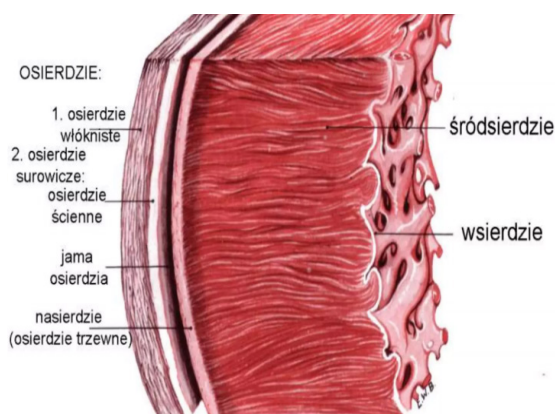
Fizyczne podstawy elektrokardiografii

Budowa i użytkowanie różnych typów aparatów rejestrujących zapis EKG

Technika wykonania badania EKG.

### 1. Fizjologiczne podstawy elektrokardiografii

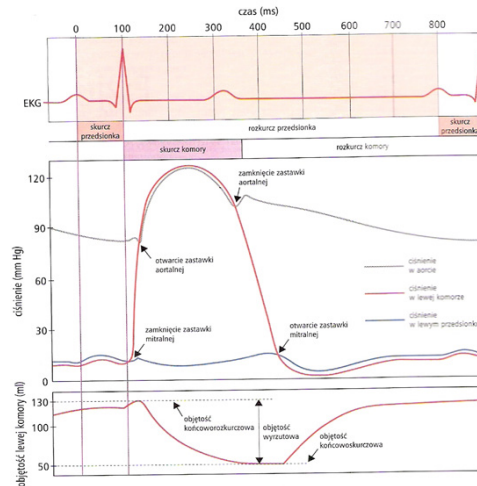
Serce jest mięśniem. Serce jest rodzajem pompy położonej w klatce piersiowej w śródpierśiu środkowym. Od tyłu graniczy z przełykiem, tchawicą, z boku z płucami, a z przodu z mostkiem. Z zewnątrz otoczone jest workiem osierdziowym z niewielką ilością płynu, który chroni serce w czasie skurczów przed tarcieniem o inne narządy (Ryc. 1).



Ryc. 1. Budowa ściany mięśnia sercowego  
(źródło: <https://www.slideshare.net/martasobolska/serce-budowa>).

Serce podzielone jest na cztery części. Dwie górne nazywane są przedsionkami, a dwie dolne komorami. Od wewnątrz jamy serca wyściełane są warstwą tkanki łącznej zwanej wsierdziem. Pojemność wszystkich jam serca wynosi 500-750 ml. Przedsionki serca mają ścianę znacznie cieńszą od ścian komór. Wewnątrz, między jamami serca oraz między jamami serca i dużymi naczyniami, znajdują się zastawki serca. Jest ich cztery. Dwie z nich umiejscowione są pomiędzy przedsionkami i komorami. Pozostałe dwie w ujściach tętnic wychodzących z komór serca. Zastawki pomiędzy przedsionkami a komorami nazywane są zastawkami przedsionkowo-komorowymi. Przedsionek prawy łączy się z prawą komorą przez zastawkę trójdzielną, a lewy z lewą komorą przez zastawkę dwudzielną (mitralną). Prawy przedsionek otrzymuje krew odtlenowaną powracającą żyłami z całego ciała i dostarcza ją przez zastawkę trójdzielną do prawej komory. Prawa komora pompuje krew przez zastawkę tętnicy płucnej do pnia płucnego, który rozdziela się na dwie tętnice płucne, przez które krew trafia do płuc. Do lewego przedsionka utlenowana krew wpływa żyłami płucnymi i następnie przepływa przez zastawkę mitralną do lewej komory. Lewa komora pompuje krew przez zastawkę aortalną do głównej tętnicy zwanej aortą i dalej

naczyniami do całego ciała. Lewa komora jest pompą ciśnieniową, a prawa komora pompą objętościową. Lewa komora bierze udział w opróżnieniu także prawej komory, do której wnętrza wpukła się w czasie skurczu przegroda międzykomorowa (Ryc. 3). Zjawiska zachodzące w sercu od początku jednego skurczu do początku następnego nazywa się **cyklem hemodynamicznym serca lub cyklem serca** (Ryc. 2).



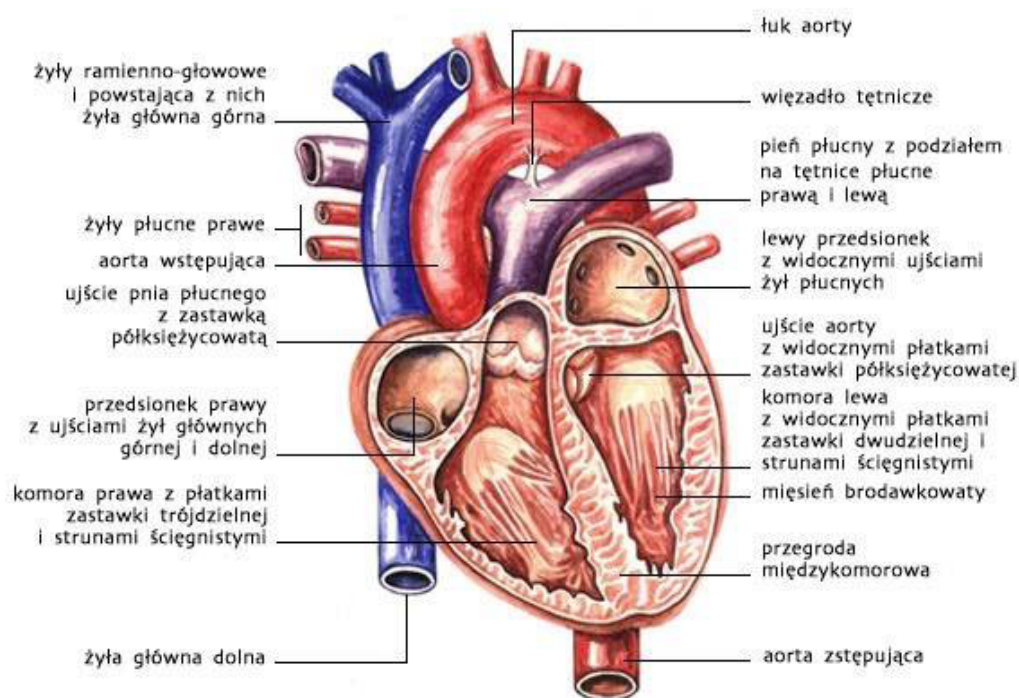
Ryc. 2. Cykl hemodynamiczny, zjawiska zachodzące w sercu  
(źródło: <https://docplayer.pl/10550173-Fizjologia-ukladu-krazenia.html>).

Kurczliwość kardiomiocytów (i całego mięśnia sercowego) rośnie w miarę ich biernego spoczynkowego rozciągnięcia. Mechanizm regulacji kurczliwości mięśnia sercowego polega na tym, że samo spoczynkowe wydłużenie sarkomerów (jednostka czynnościowa mięśnia poprzecznie prążkowanego) stwarza warunki do powstawania większej ilości mostków miozynowych. Zjawisko to nazywa się **mechanizmem Starlinga**. W całym sercu mechanizm ten jest uruchamiany przez spoczynkowy napływ krwi do komór. Powoduje on proporcjonalne do tego napływu spoczynkowe rozciągnięcie mięśnia komór i wzrost jego siły skurczu. Poprzez mechanizm Starlinga powrót żylny wpływa na kurczliwość serca. Praktycznie można stwierdzić, że prawidłowa adaptacja serca do wzmożonego zapotrzebowania na tlen odbywa się przez zwiększenie objętości wyrzutowej, a nie przyśpieszenie akcji serca, która pogarsza krążenie wieńcowe.

**Cykl serca** – sekwencja zdarzeń podczas pojedynczego uderzenia serca.

**Skurcz** – faza wyrzutu krwi z jam serca.

**Rozkurcz** – faza relaksacji, w której napętniają się krwią przedsionki oraz komory.



Ryc. 3. Budowa anatomiczna serca w przekroju  
(źródło: projekt: R. Aleksandrowicz, rys. M. Pinkawa. PZWL).

**Funkcja zastawek** serca polega na ukierunkowaniu przepływu krwi pomiędzy poszczególnymi jamami serca. Skurcz komór powoduje zamknięcie zastawek przedsionkowo-komorowych (dwudzielna i trójdzielna), co zabezpiecza przed wtłoczeniem krwi do przedsionków zamiast do pni tętniczych (I ton serca). Podczas rozkurcu komór zastawki przedsionkowo-komorowe otwierają się. Krew ma swobodny przepływ z przedsionków, a zastawki półksiężycowate zamykają się zapobiegając cofaniu krwi z naczyń do komór (II ton serca). Stosując stetoskop usłyszymy dźwięk: lab-dab, lab-dab. W chwili skurczu komór krew wtłaczana jest drogą odpływową do tętnic, ponieważ droga powrotna do przedsionków jest zamknięta przez zastawki przedsionkowo-komorowe. W chwili rozkurczu komór płatki półksiężycowate zamykają się automatycznie. Krew wypełnia płatki i tak je poszerza, że wspólne brzozy wszystkich trzech płatków obu ujść tętniczych szczelnie przylegają do siebie.

## 2. Budowa układu bodźco-przewodzącego

Ludzkie serce, wyjęte z ciała, może bić jeszcze nawet przez kilka minut. Właściwość ta związana jest z wytwarzaniem przez nie bodźców wywołujących skurcze i rozkurcze. Wspecjalizowane komórki mięśnia sercowego ok. 70 razy na minutę **inicjują** i rozprawdzają impulsy, które pobudzają serce do rytmicznego kurczenia się i rozkurczania. Zdolność serca do samowytwarzania bodźców wywołujących skurcze i rozkurcze mięśnia sercowego nosi nazwę **automatyzmu serca**. Zespół zmodyfikowanych komórek mięśniowych, które cechuje zdolność samoistnego, automatycznego inicjowania potencjałów czynnościowych błony komórkowej, nazywamy **układem bodźco-przewodzącym serca** (Ryc. 4). Dzięki temu układowi serce może pracować jeszcze przez kilka godzin po wyizolowaniu i umieszczeniu go w bogatym w tlen płynie fizjologicznym.

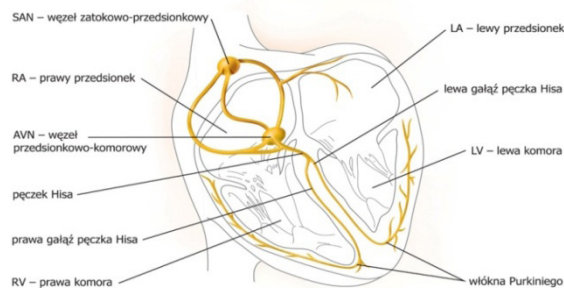
W zależności od morfologicznych i funkcjonalnych właściwości w sercu rozróżnia się dwa typy włókien:

- włókna robocze myocardium, związane z wykonywaniem pracy mechanicznej, komórki kurczliwe;
- włókna układu przewodzenia, odpowiadające za generowanie wzbudzenia (obdarzone właściwościami **automatyzmu**) i jego przewodzenia, **niezależne od naszej woli**.

Wspecjalizowana w układ przewodzący tkanka mięśnia sercowego, tzw. tkanka nerwowo-mięśniowa, układa się w dwa węzły: zatokowo-przedsionkowy i przedsionkowo-komorowy oraz odchodzące od nich włókna. W warunkach fizjologicznych bodźce do skurczów mięśnia sercowego powstają w węzle **zatokowo-przedsionkowym**. Jest on głównym rozrusznikiem serca, a impulsy w nim powstałe rozchodzą się do przedsionków i następnie przez węzeł przedsionkowo-komorowy do komór, pobudzając je do skurczu. Szybkość przewodzenia impulsu



zmienia się w kolejnych odcinkach układu bodźco-przewodzącego. W węźle zatokowo-przedsionkowym wynosi ok. 1 m/s, a na końcach włókien Purkiniego dochodzi do 2 m/s. Impuls najwolniej rozchodzi się w węźle przedsionkowo-komorowym – ok. 0,05 m/s. Zmniejszenie szybkości przewodzenia w tym odcinku wynika z tego, że docierające tu pobudzenie musi pokonać strefę graniczną. Tworzą ją rozgałęzione włókna mięśniowe związane z tkanką łączną otaczającą węzeł. To wyhamowanie szybkości impulsu powoduje, że **komory kurczą się później niż przedsionki**. Uszkodzenie węzła zatokowo-przedsionkowego powoduje uaktywnienie drugorzędowego środka pobudzania. W pierwszej kolejności jego rolę przejmuje węzeł przedsionkowo-komorowy. Częstotliwość generowania impulsów jest tu mniejsza niż w przypadku węzła zatokowo-przedsionkowego (około 50 skurczów na minutę). W dalszej kolejności strukturami pobudzającymi serce do skurczu są **włókna Purkiniego**, zaś ostatnim ośrodkiem zdolnym do wytworzenia impulsu są kardiomiocyty. Częstotliwość generowania impulsów przez te komórki to około 30 skurczów na minutę. Nieprawidłowości związane z powstaniem nieodpowiedniego impulsu bądź z zaburzeniami jego przekazywania prowadzą do arytmii (zaburzenia rytmu serca) lub zwolnionej pracy serca.



Ryc. 4. Budowa układu bodźco-przewodzącego serca  
(źródło: <https://www.wada-serca.pl/rodzice/wady-serca/uklad-przewodzacy-serca>).

#### Węzeł zatokowo-przedsionkowy (Keith-Flacka):

- dominujący rozrusznik serca;
- zlokalizowany w górnej części prawego przedsionka, nadaje własny rytm sercu: 60-100/ min.

#### Węzeł przedsionkowo-komorowy (Aschoffa-Tawary):

- zwalnia przewodzenie impulsu elektrycznego z przedsionków do komór i wyznacza rytm 40–60/min;
- drogi międzywęzłowe: przewodzą impulsy elektryczne bezpośrednio między węzłem SA a AV.

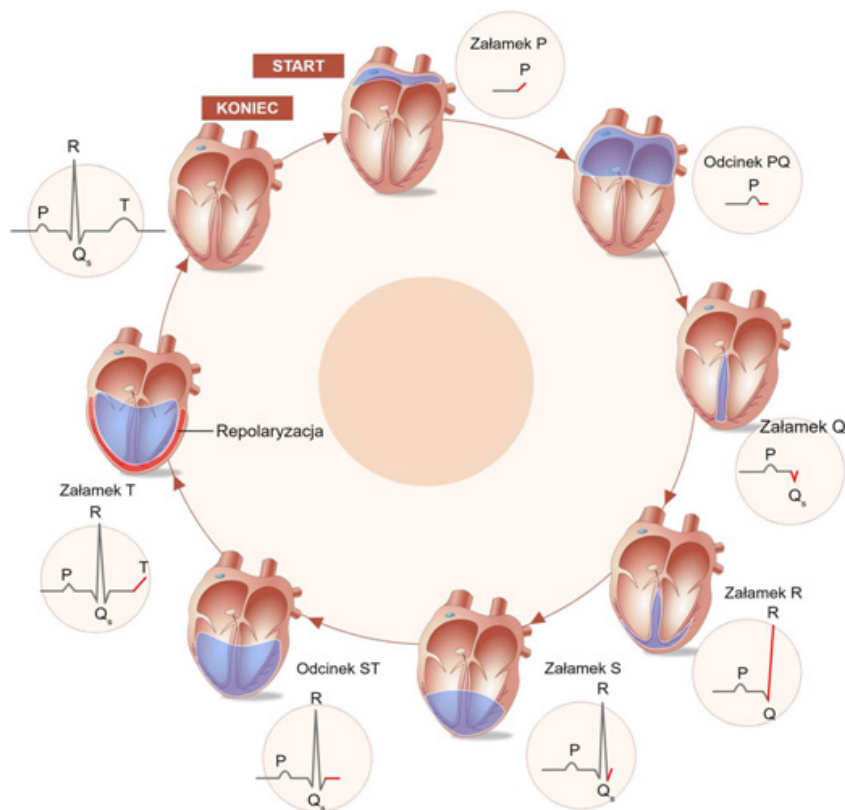
**Pęczek przedsionkowo-komorowy (Paladino-Hisa):** zlokalizowany poniżej AV, przewodzi impulsy do dalszych części układu bodźco-przewodzącego:

- lewa odnoga pęczka Hisa: przewodzi impulsy do lewej komory serca;
- prawa odnoga pęczka Hisa: przewodzi impulsy do prawej komory serca.

**Włókna Purkiniego:** zlokalizowane w końcowej części odnóg pęczka Hisa, przewodzą impulsy wzdłuż całej grubości ściany komory.

### 3. Zjawiska elektryczne w izolowanym włóknie mięśnia sercowego

Skurcze inicjowane są w węźle zatokowo-przedsionkowym (z-p) u ujścia żyły głównej górnej do prawego przedsionka. To fizjologiczny nadawca rytmu. Powstały impuls elektryczny (Ryc. 5) przemieszcza się, powodując skurcz przedsionków. Dalej przechodzi przez węzeł przedsionkowo-komorowy (p-k). Stąd przesuwa się pęczkiem Hisa do rozgałęziających się w obu komorach włókien Purkiniego. Następuje skurcz komór.



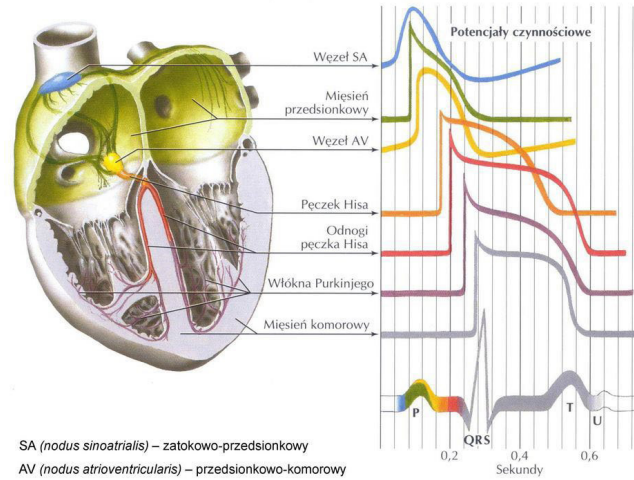
Ryc. 5. Schemat przemieszczania się impulsu elektrycznego (źródło: Constant J.: Podstawy elektrokardiografii - poradnik dla lekarzy praktyków. Via Medica, Gdańsk 2003).

### Potencjał spoczynkowy komórki mięśnia sercowego (polaryzacja)

Włókna mięśnia sercowego (myocardium) należą do tkanek pobudliwych. Komórki mięśniowe w sercu połączone są ze sobą strukturami (wstawkami) o bardzo małym oporze elektrycznym. Wzbudzenie jakiegokolwiek elementu przedsionków lub komór prowadzi do wzbudzenia wszystkich komórek przedsionków lub komór. Zasada „wszystko lub nic”. Serce stanowi dwa funkcjonalne syncytia – lewy i prawy przedsionek oraz lewa i prawa komora oddzielone tkanką łączną (izolator). Węzeł przedsionkowo-komorowy i pęczek Hisa stanowią pomost dla pobudzenia i umożliwiają jego szerzenie się do komór. Automatyzm pracy związany jest z działaniem układu przewodzenia serca. Węzeł zatokowo-predsionkowy stanowi „pierwszorzędowy” ośrodek bódźcotwórczy (najszybszy, narzucający swój rytm 60-100/min). Pobudzenie powstające w tym węźle depolaryzuje prawy, a potem lewy przedsionek. Pomiędzy węzłem z-p i p-k istnieją szlaki międzywęzłowe (zbudowane z włókien mięśniowych), po których pobudzenie przynosi się szybciej niż w komórkach mięśniowych. W węźle p-k pobudzenie zostaje spowolnione, zanim przez pęczek Hisa i jego odnogi oraz włókna Purkiniego dotrze do mięśniówki komór. W zależności od rodzaju komórki potencjał wewnątrz komórki jest o 60 do ok. 90 mV niższy od potencjału zewnątrz komórki. Taka różnica potencjałów związana jest z różnicą stężeń jonów wewnątrz i na zewnątrz komórki i różną ich przepuszczalnością przez błonę. Zmiany przewodności błony komórki mięśnia sercowego dla jonów  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{K}^+$  prowadzą do powstawania **potencjału czynnościowego** serca.

Mechanizm depolaryzacji włókien mięśnia sercowego podobny jest do tego występującego w neuronach – aktywacja szybkich kanałów sodowych. We włóknach mięśnia sercowego bardziej złożony jest mechanizm „plateau” i mechanizm repolaryzacji. „Plateau” związane jest ze wzrostem przewodności dla jonów wapnia (wolny kanał wapniowy) i zmniejszeniem przewodności dla jonów potasowych. Repolaryzacja zachodzi przy zmniejszeniu przewodności dla jonów wapniowych (prąd dośrodkowy) i wzroście przewodności dla jonów potasowych (prąd odśrodkowy). Komórki rozrusznikowe wchodzące w skład układu bódźco-przewodzącego mają unikalną właściwość powolnej spoczynkowej depolaryzacji do progu pobudliwości. W przypadku węzła zatokowo-predsionkowego (ogólnie komórek rozrusznikowych) nie można mówić o potencjale spoczynkowym. Zaraz po fazie repolaryzacji następuje powolna spontaniczna depolaryzacja spowodowana prawdopodobnie napływem jonów sodowych lub wapniowych. Im szybszy jest proces powolnej depolaryzacji, tym większa czę-

stotliwość generowanych pobudzeń. W komórkach rozrusznikowych węzła zatokowo-przedsionkowego częstotliwość pobudzeń wynosi 60-100 na minutę, w węzle przedsionkowo-komorowym 40-60 na minutę, w komórkach Purkiniego 30-40 na minutę.



Ryc. 6. Potencjał czynnościowy włókna mięśnia sercowego i towarzyszące mu zmiany przewodności błony komórkowej (źródło: Garcia T.: EKG – Sztuka interpretacji. Wyd. Medipage, 2015).

Kształt (Ryc. 6) potencjału czynnościowego zapewnia odpowiednio długi czas refrakcji bezwzględnej, co zabezpiecza komórkę przed zbyt szybkim ponownym pobudzeniem, zapewnia wygaszenie pobudzenia. Czas refrakcji bezwzględnej winien być dłuższy od czasu rozprzestrzeniania się pobudzenia po przedsionkach i komorach.

### Fazy potencjału czynnościowego komórki mięśnia sercowego

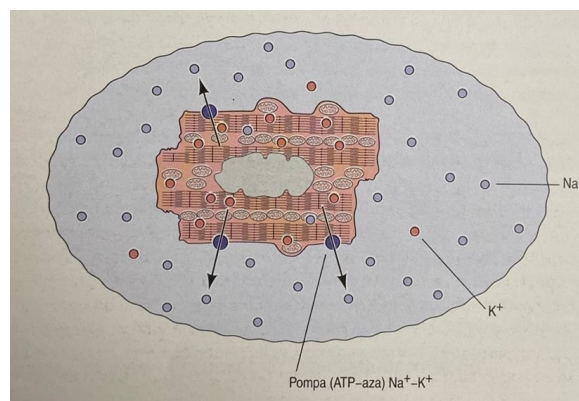
Schemat pracy włókna mięśniowego:

- spoczynkowy potencjał błonowy:  $-90$  mV
- pobudzenie bodźcem
- potencjał progowy:  $-65$  mV (po przekroczeniu jest generowany potencjał czynnościowy)
- szybka depolaryzacja i zablokowanie kanałów sodowo-potasowych
- impuls czynnościowy: zmiana potencjału do  $+30$  mV.

### Spoczynkowy potencjał błonowy

Pobudzenie elektryczne błony komórkowej następuje dzięki przepływowi jonów:

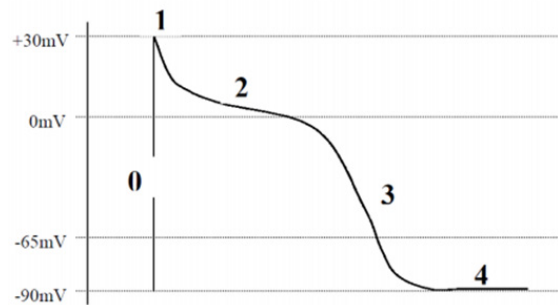
- $\text{Na}^+$  (duże stężenie na zewnątrz komórki, w trakcie spoczynku nieprzepuszczalna dla  $\text{Na}^+$ )
- $\text{K}^+$  (większe stężenie wewnątrz komórki, w czasie spoczynku przepuszczalna dla jonów  $\text{K}^+$ ).



Ryc. 7. Działanie pompy sodowo-potasowej (źródło: Garcia T.: EKG - Sztuka interpretacji. Wyd. Medipage, 2015).



Różnica potencjału między wnętrzem komórki a przestrzenią międzykomórkową utrzymywana jest przez pompę ATP-aza sodowo-potasową (Ryc. 7).



Ryc. 8. Potencjał pojedynczego włókna mięśnia sercowego podczas pobudzenia (źródło: Kurpesa M., Szafran B.: Interpretacja EKG. Kurs podstawowy. Wydawnictwo Lekarskie PZWL 2018).

FAZA 0 – szybka depolaryzacja-szybki dośrodkowy prąd sodowy

- Pobudzenie czynnościowe: - 65 mV
- Nagły wzrost przepuszczalności błony komórkowej dla Na<sup>+</sup>
- Początek wolnego dośrodkowego prądu wapniowego, skurcz włókna od -55 mV do -60 mV.

FAZA 1 – wstępna szybka repolaryzacja

- Napływ jonów chloru do wnętrza komórki
- Przepływ jonów potasu do przestrzeni zewnątrzkomórkowej.

FAZA 2 – plateau – powolna repolaryzacja potencjału czynnościowego

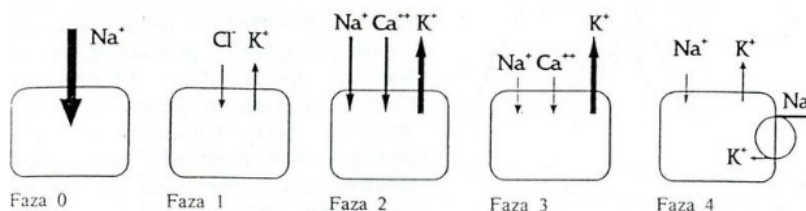
- Opóźniony wypływ K<sup>+</sup> w wyniku chwilowej blokady kanałów potasowych i dokomorowym prądem Ca<sup>2+</sup>
- Czas ok. 100 ms
- Brak reakcji komórki na bodźce, uniemożliwia wykonanie kolejnego skurczu.

FAZA 3 – szybka repolaryzacja

- Dominuje odśrodkowy prąd potasowy nad dokomorowym prądem wapniowo-sodowym
- Szybko narasta ujemny ładunek wnętrza komórki
- Od -65 mV zmniejsza się przepuszczalność błony komórkowej dla Na<sup>+</sup>
- Rozpoczyna pracę pompa sodowo-potasowa.

FAZA 4 – polaryzacja – faza spoczynku

- Potencjał błonowy: -90 mV.



Ryc. 9. Fazy potencjału czynnościowego. Przepływ jonów do i z komórki podczas całego cyklu 4 fazy (źródło: Kurpesa M., Szafran B.: Interpretacja EKG. Kurs podstawowy. Wydawnictwo Lekarskie PZWL 2018)

### Pojęcia depolaryzacji i repolaryzacji komórki

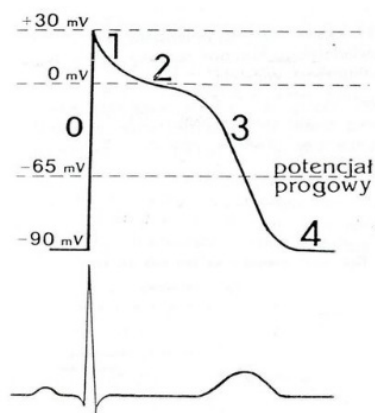
**Depolaryzacja** to zmiana potencjału spoczynkowego błony komórkowej powodowana bodźcem nadprogowym. Ujemny przechodzi w dodatni. W komórkach nerwowych potencjał spoczynkowy wynosi ok.  $-90$  mV. Pobudzenie rozprzestrzenia się wzdłuż błony komórkowej i następuje skurcz mięśnia. Następnie błona komórkowa powoli powraca do stanu spoczynku.

**Repolaryzacja** to stan spoczynku. Moment rozkurczu mięśnia sercowego. Proces odwrotny do depolaryzacji. Ma na celu przywrócenie polaryzacji komórki nerwowej, a zarazem wartości spoczynkowego potencjału błonowego.

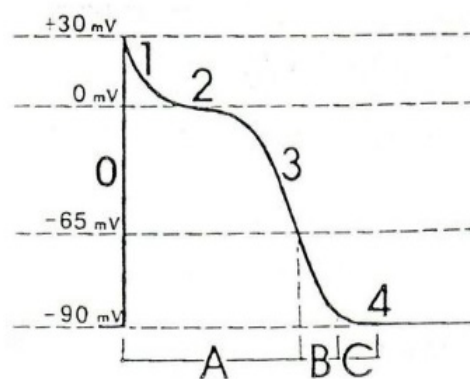
### Pojęcia refrakcji bezwzględnej, względnej i fazy ranliwej

- **Refrakcja bezwzględna:** Czas braku pobudliwości komórki nerwowej, niezależnie od siły bodźca. To dwie pierwsze fazy potencjału czynnościowego. Następuje przepływ jonów przez błonę komórkową. Nie jest wrażliwa na bodźce. Obejmuje dwie pierwsze fazy potencjału czynnościowego. Czas trwania: 1-2 ms.
- **Refrakcja względna:** czas zmniejszonej pobudliwości komórki nerwowej. W tym okresie najmniejsza siła bodźca, która umożliwiłaby koleny potencjał czynnościowy, musi być większa od bodźca progowego.
- **Faza ranliwa:** Faza zwiększonej pobudliwości komórki nerwowej. Nawet słaby bodziec może wywołać pobudzenie. Końcówka 3 i początek 4 fazy cyklu (Ryc. 10).

#### element elektrokardiogramu



#### refrakcja



- Refrakcja bezwzględna
- Refrakcja względna
- Faza ranliwa

Ryc. 10. Element elektrokardiogramu i fazy refrakcji (źródło: Kurpesa M., Szafran B.: Interpretacja EKG. Kurs podstawowy. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2018).

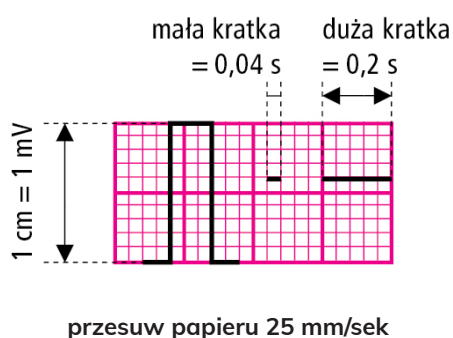
### 4. Związek między zjawiskami elektrycznymi i hemodynamicznymi serca a krzywą EKG

Serce kurczy się pojedynczymi skurczami. Posiadając swój **własny automatyzm**, ma zdolność do samodzielnego wytwarzania bodźców inicjujących skurcz serca i przewodzenia ich w głąb mięśnia sercowego. Komórki mięśniowe mają budowę przypominającą komórki mięśni gładkich ubogich w miofibrille, o dużej ilości sarkoplazmy i glikogenu. Otoczone są osłonkami z tkanki łącznej. Taka budowa powoduje brak bezpośredniej łączności z mięśniem roboczym serca. Komórki węzłów są typu „regulator rytmu” (**pacemaker**). Jest nieznużalny. Automatyzm wytwarza rytmiczne bodźce dla samego siebie. Nerwy tylko regulują pracę serca. Nie utrzymują one stałego potencjału spoczynkowego, ale na skutek zwiększonej przepuszczalności błony komórkowej dla jo-

nów  $\text{Na}^+$  i  $\text{Ca}^{2+}$  powolnie depolaryzują się (potencjał rozrusznikowy) do osiągnięcia potencjału krytycznego. W następstwie tego regularnie generują potencjał czynnościowy, który rozprzestrzenia się w sercu. Zmiany ładunku elektrycznego występujące na powierzchni mięśnia sercowego mogą być odbierane za pomocą elektrod przystawionych do powierzchni skóry. Różnice potencjałów generowanych przez serce mierzy się na powierzchni ciała za pomocą **galwanometru**. Jest on miernikiem magnetoelektrycznym w elektrokardiografie. Aby ujednolicić metodę pomiaru i oceny potencjałów czynnościowych mięśnia sercowego, ustalono miejsca na powierzchni ciała, do których przystawia się elektrody.

#### Składowe prawidłowego elektrokardiogramu

Elektrokardiograf zapisuje na papierze załamki i odcinki składające się na krzywą EKG. Papier do EKG przesuwa się z prędkością 25 mm/s. Każda mała kratka odpowiada więc  $1/25$  s, czyli 0,04 s. Ponieważ duża kratka składa się z pięciu małych kratek, więc odpowiada  $5 \times 0,04$  s = 0,20 s. Zatem pięć dużych kratek to jedna sekunda. Stosuje się również zapis z prędkością 50 mm/s i wtedy mała kratka to 0,02 s, duża 0,10 s (Ryc. 11).

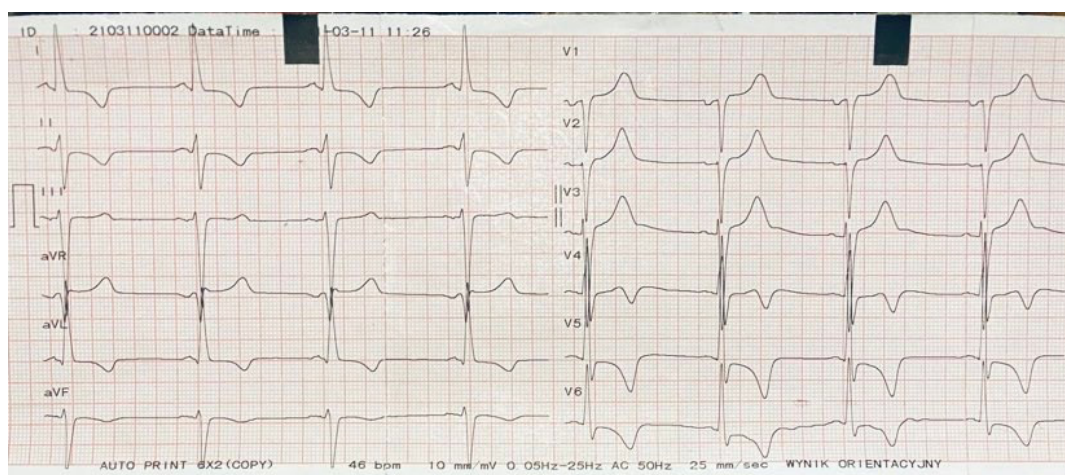


Ryc. 11. Element papieru milimetrowego.

**Cecha** to wzorcowe wychylenie linii izoelektrycznej: 1 cm=1 mV

#### Czas trwania:

- 1 mm=0,04s(40 ms) – przy standardowym przesuwie papieru 25 mm/s
- 1 mm= 0,02s (20 ms) – przy przesuwie papieru 50 mm/s.



Ryc. 12. Rozkład odprowadzeń na taśmie rejestrującej.

**Załamki, odcinki, odstępy, zespoły (Ryc. 13, 16)**

**odcinek** – wstawka między dwoma sąsiednimi załamkami

**odstęp** – łączny czas trwania załamka i odcinka

**odstęp** – odległości pomiędzy szczytami dwóch kolejnych załamków R (odstęp R-R) i P (odstęp P-P)

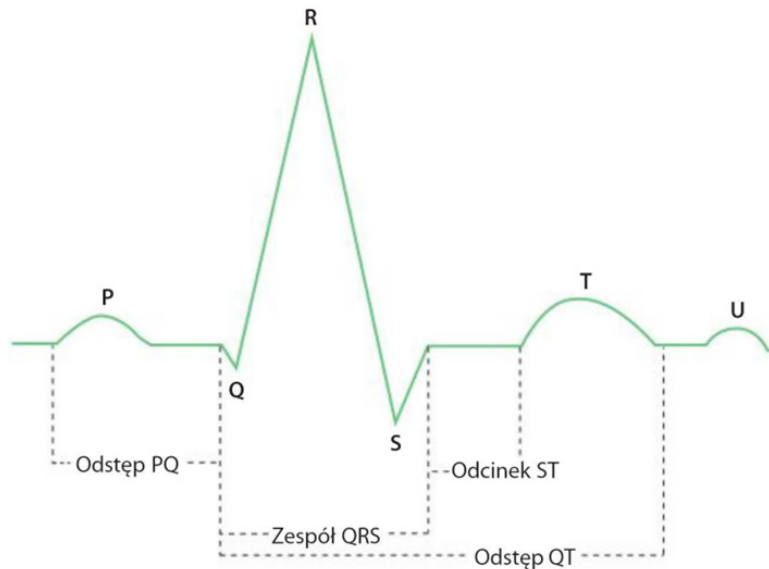
**odstęp PQ** – czas przewodzenia od węzła zatokowego do mięśnia komór

**zespół QRS** – depolaryzacja mięśnia komór

**odcinek ST** – wolna repolaryzacja komór (plateau potencjału czynnościowego)

**załamek T** – repolaryzacja komór

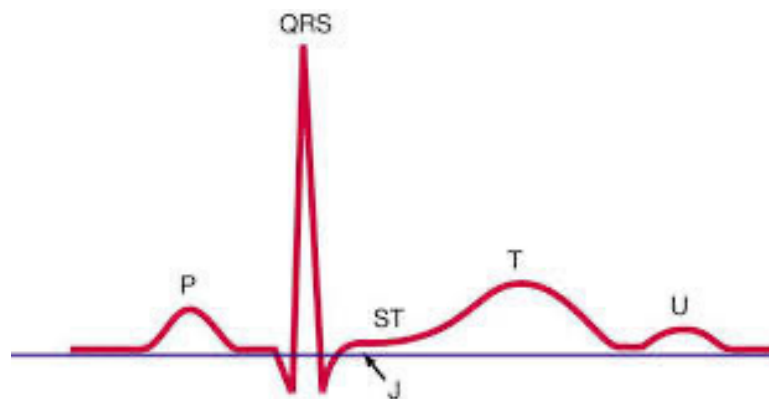
**załamek U** – niewyjaśniony, spotykany w ok. 25 % zapisów EKG, wychylenie zwykle zgodne z załamkiem T.



Ryc. 13. Składowe elektrokardiogramu (źródło: Kurpesa M., Szafran B.: Interpretacja EKG. Kurs podstawowy. PZWL, 2018).

### Linia izoelektryczna

To linia prosta położona poziomo, zarejestrowana w czasie, gdy w sercu nie stwierdza się żadnej aktywności. W stosunku do niej określa się przemieszczenia wszystkich odcinków i wychylenia załamków. Można wyznaczyć ją wg odcinka TP, PQ (Ryc. 14).



Ryc. 14. Wyznaczanie linii izoelektrycznej w zapisie EKG (kolor fioletowy).

### Załamek P

Przedstawia aktywność elektryczną obu przedsionków, czyli jest wyrazem depolaryzacji obu przedsionków, pochodzenia zatokowego. Czas trwania wynosi **0,04 s – 0,11 s**. Amplituda wynosi:

- do **2,5 mm** w odprowadzeniach kończynowych
- do **3 mm** w odprowadzeniach przedsercowych.

Załamek P w prawidłowym EKG jest dodatni w większości odprowadzeń, a ujemny w aVR, może być również ujemny lub dodatni w V1.

**Cecha rytmu zatokowego to obecność dodatniego załamka P w odprowadzeniach I, II oraz ujemny w odprowadzeniu aVR.**

### Odstęp PP

Jest to odległość między dwoma takimi samymi punktami kolejnych załamków P.

W przypadku miarowego rytmu zatokowego odstęp PP jest równy odstępowi RR.

### Odcinek PQ

Fragment krzywej EKG między końcem załamka P a początkiem zespołu QRS, znajduje się w linii izoelektrycznej.

Czas trwania wynosi **0,04 s – 0,10 s**.

### Odstęp PQ

To czas od początku załamka P do początku zespołu QRS.

Obejmuje załamek P oraz odcinek PQ.

Odstęp odzwierciedla zjawiska elektryczne od depolaryzacji przedsionka do początku depolaryzacji komór.

Czas trwania **0,12 s – 0,20 s**.

### Zespół QRS

Jest elektrokardiograficznym odzwierciedleniem depolaryzacji obu komór.

Składa się z załamków Q, R, S.

Czas trwania 0,07 – 0,11 s.

Amplituda zespołu w odprowadzeniach kończynowych: 5 – 24 mm

Amplituda zespołu w odprowadzeniach przedsercowych: 8 – 24 mm

dodatni w I, II, aVL, V4 – V6

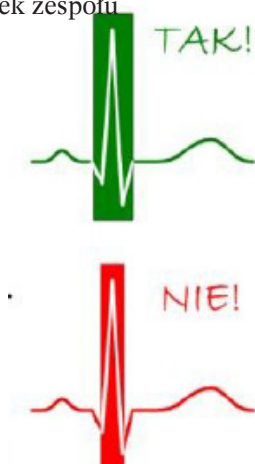
ujemny w aVR, V1 – V3.

### Elementy zespołu QRS

Q – pierwszy ujemny załamek zespołu

R – pierwszy dodatni załamek zespołu

S – pierwszy, po załamku R, ujemny załamek zespołu



Ryc. 15. Zespół QRS, od początku załamka Q do końca załamka S.

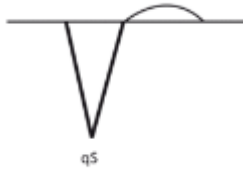
## Rodzaje zespołów QRS

Zespół dodatni – jeśli największy z załameków zespołu QRS znajduje się powyżej linii izoelektrycznej.

Zespół ujemny – jeśli największy z załameków zespołu QRS znajduje się poniżej linii izoelektrycznej.

Zespół dwufazowy – jeżeli wychylenia załameków zespołu QRS są jednakowe.

### Zespół QS



Ujemne zespoły QRS bez załameków.

### Załamek Q

To pierwsze ujemne wychylenie po załamku P w odprowadzeniach I, aVL i V6. W prawidłowym EKG załamek Q jest z reguły nieobecny, ale może być obecny w odprowadzeniach I, aVL i V6. Jego czas trwania nie może przekroczyć 0,03 s, a amplituda nie może przekroczyć 1 mm. Pojawienie się załamka Q w zapisie EKG świadczy o przebyłym zawale pełnościennym.

### Załamek R

To pierwsze dodatnie wychylenie po załamku P. Jeśli największym załamkiem w zespole jest załamek R, zespół nazywamy dodatnim.

### Odstęp RR

Odległość pomiędzy szczytami dwóch kolejnych załameków R. Często mierzy się ten odstęp, oceniając rytm serca. Rytm miarowy to taki, w którym odstęp R - R jest stały.

### Załamek S

To pierwszy po załamku R załamek ujemny zespołu. Jeśli największym załamkiem jest załamek Q lub S, zespół nazywamy ujemnym. Od odprowadzenia V1 mały dodatni załamek R stopniowo wzrasta odwrotnie do załamka S, który w V5 – V6 nie występuje.

### Odcinek ST

Zaczyna się od końca zespołu QRS do początku załamka T i odpowiada powolnej repolaryzacji komór.

Czas trwania wynosi 0,02 s – 0,12 s.

Odcinek ST prawidłowo przebiega w linii izoelektrycznej, jednak może występować jego uniesienie w odprowadzeniach kończynowych, które nie może przekroczyć 1 mm, a w przedsercowych V2 – V3 2 mm. Natomiast obniżenie we wszystkich odprowadzeniach nie może przekroczyć 0,5 mm.

### Załamek T

Jest wyrazem końcowej fazy repolaryzacji mięśnia komór, czyli odpowiada szybkiej repolaryzacji. Jest to pierwszy załamek dodatni lub ujemny za odcinkiem ST. Prawidłowe załamki T powinny być zwrócone w tą samą stronę co zespół QRS. Istnieją jednak stany patologiczne, w których jest inaczej. Czas trwania załamka T wynosi 0,12 s – 0,16 s. Amplituda wynosi: w odprowadzeniach kończynowych do 6 mm, w odprowadzeniach przedsercowych do 10 mm.



## Odstęp QT

To fragment zapisu EKG składający się z zespołu QRS, odcinka ST i załamka T, czyli mierzymy od początku zespołu QRS do końca załamka T. Obejmuje on wszystkie zdarzenia następujące podczas skurczu komór. Od początku ich depolaryzacji do końca repolaryzacji.

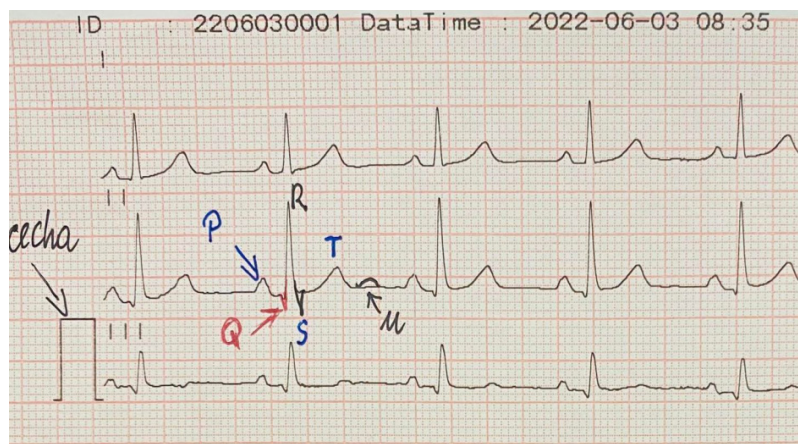
Czas trwania odstępu QT zależy od częstości rytmu serca, zaburzeń elektrolitowych, wieku oraz płci i nie powinien przekraczać **0,45 s**. Im częściej rytm serca jest większy, tym odstęp QT jest krótszy, zazwyczaj wynosi mniej niż połowa odstępu R – R. Ze względu na zwalnianie i przyspieszanie akcji serca oblicza się skorygowany odstęp QT wg wzoru:

$$QTc = QT + 1,75 (\text{częstość rytmu komór} - 60) \text{ lub } QTc = QT / \text{pierwiastek z RR}$$

Wydłużony odstęp  $QTc > 0,45 \text{ s}$ .

## Fala U

To załamek mały, płaski, który czasami jest widoczny po załamku T. Spotykany jest u około 25% zapisów EKG. Jest zgodny z wychyleniem załamka T.



Ryc. 16. Miejsca szukania załameków w odprowadzeniach zapisu elektrokardiograficznego.

## Miarowość rytmu serca

Ocenianie, czy rytm serca jest miarowy, polega na sprawdzeniu, czy mięsień sercowy pracuje w prawidłowym, równym rytmie. W elektrokardiogramie jest to porównanie odległości na szczytach R–R (Ryc. 16). Do tego możemy użyć cyrkla (Ryc. 18) lub linijki kardiologicznej EKG (Ryc. 17).

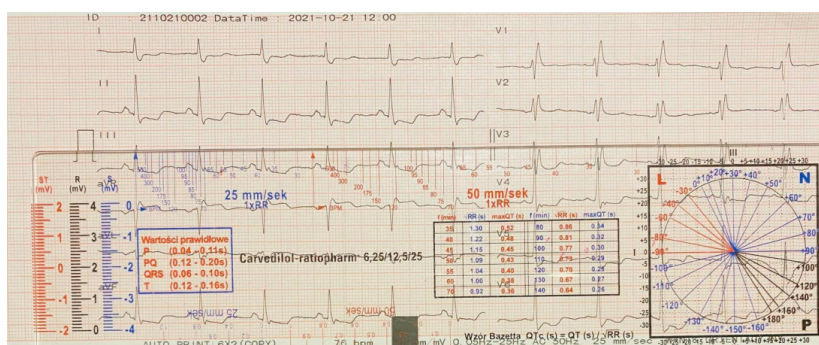
## Obliczanie częstości rytmu serca

**Metoda 1.** Należy policzyć małe kratki między dwoma kolejnymi załamekami R. Następnie 1500 podzielić przez ilość otrzymanych małych kratek.

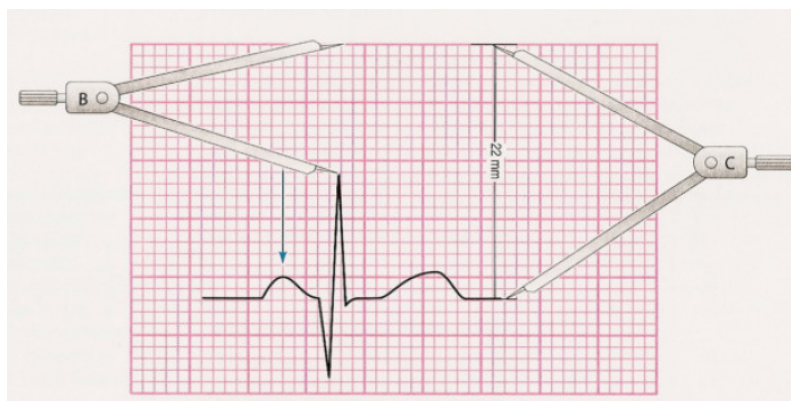
[60 sek.: 0,04 (1 mała kratka) = 1500 małych kratek]

**Metoda 2.** 6-sekundowa rejestracja. Stosowana w niemiarowej akcji serca. Należy pomnożyć liczbę załameków R występującej podczas 6-sekundowej rejestracji EKG i otrzymany wynik pomnożyć przez 10.

Wzór: ilość załameków R x 10 = częstość rytmu na minutę.



Ryc. 17. Sposób użycia linijki EKG do obliczenia częstości rytmu serca.



Ryc. 18. Sposób użycia cyrkla do pomiarów odległości  
(źródło: Garcia T.: EKG - Sztuka interpretacji. Wyd. Medipage 2015).

**Metoda 2.** Polega na liczeniu dużych kratek (0,2s) między załamkami R (Ryc. 19). Wynik oblicza się wg wzoru:  
1 kratka – 300; 2 kratki – 150; 3 kratki – 100; 4 kratki – 75; 5 kratek – 60; 6 kratek – 50. Większe odległości między R-R dają wynik akcji serca poniżej 50 ud./min.



Ryc. 19. Metoda liczenia dużych kratek. Na powyższym rysunku częstość wynosi ok. 60/min  
(źródło: Garcia T.: EKG - Sztuka interpretacji. Wyd. Medipage, 2015).

## 5. Fizyczne podstawy elektrokardiografii

### Elektrokardiografia

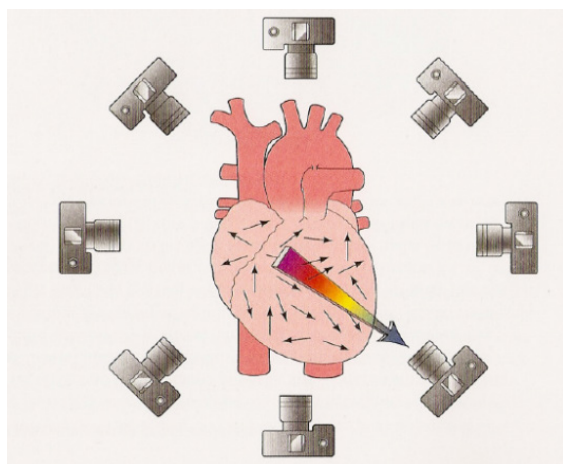
**Metoda obrazowania zmienności potencjału elektrycznego wytwarzanego przez serce.** Badanie elektrofizjologiczne jest jednym z podstawowych badań we współczesnej medycynie.

**Aparat EKG zapisuje aktywność elektryczną serca.** Aby zrozumieć istotę badania EKG, ważne jest wyjaśnienie pojęcia „odprowadzenie” EKG.

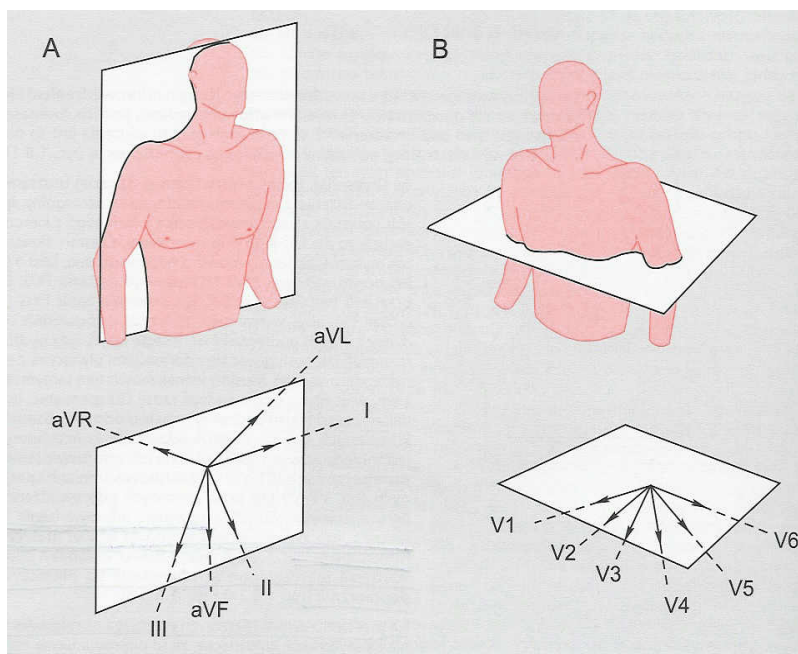
### Odprowadzenia

Są różnymi spojrzeniami na aktywność elektryczną serca. Odprowadzenie to obwód elektryczny składający się z galwanometru połączonego przez elektrody z dwoma punktami. Aparat zbiera informacje z 4 elektrod umieszczonych na kończynach oraz 6 elektrod umieszczonych na klatce piersiowej. Zachowuje się jak aparat fotograficzny (Ryc. 20) rejestrujący obrazy pod różnym kątem. Czyli aktywność elektryczna serca zbierana jest przez 12 odprowadzeń. Każde odprowadzenie posiada swoją nazwę, a kolejność ich w zapisie EKG jest określana standardowo, aby interpretacja EKG była łatwiejsza. Każde odprowadzenie kończynowe spogląda na serce w płaszczyźnie czołowej i pod innym kątem. Natomiast każde odprowadzenia przedsercowe spoglądają na serce w płaszczyźnie poprzecznej i pod innym kątem (Ryc. 21).





Ryc. 20. Kąty „patrzenia” odprowadzeń na serce  
(źródło: Garcia T.: EKG - Sztuka interpretacji .Wyd. Medipage, 2015).



Ryc. 21. Płaszczyzny „patrzenia” odprowadzeń na serce  
(źródło: [https://seromed.net/file/23112021\\_Podstawy%20EKG](https://seromed.net/file/23112021_Podstawy%20EKG)).

### Elektrokardiogram (EKG)

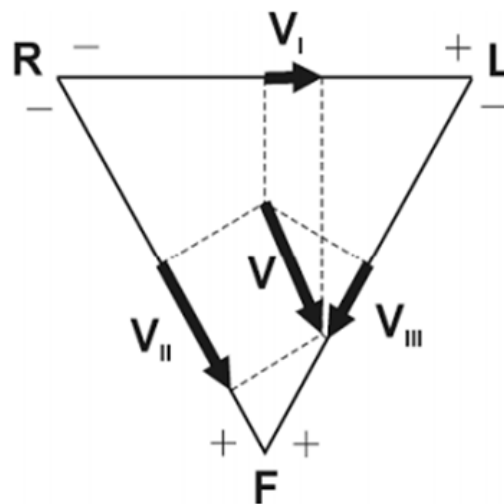
EKG jest graficznym zapisem wielkości i kierunku zmian potencjału elektrycznego w czasie pod wpływem depolaryzacji i repolaryzacji serca. Upływ czasu wyraża przesuw taśmy rejestrującej zapis. Zmiany potencjału są obrazowane poprzez wielkość i kierunek wychyleń krzywej w zapisie. W praktyce EKG jest rejestrowany z powierzchni ciała. Chwilowy wektor wypadkowy (AB) potencjałów powstających w sercu nazywany jest wektorem siły elektromotorycznej serca (SEM). Metodę analizy wektorowej zapisu EKG opracował Einthoven (1913), zapisując zmiany rzutu wektora SEM na boki trójkąta opisanego na sercu. Każdy bok tego trójkąta obrazuje jedno odprowadzenie dwubiegunowe z elektrod umieszczonych na kończynach. Jeżeli wielkość i zwrot kolejno zarejestrowanych wektorów SEM przedstawimy w funkcji czasu, to linia łącząca końce wektorów jest zapisem czynności elektrycznej mięśnia sercowego – EKG. Sam zapis elektrokardiograficzny nie jest odzwierciedleniem czynności ruchowej (hemodynamicznej) serca, choć w większości przypadków jest z nią zgodny. **Należy zawsze interpretować badanie całościowo, tzn. razem z oceną stanu klinicznego pacjenta!**

**Zastosowanie:**

- ocena niedokrwienia;
- OZW;
- STEMI;
- zawał;
- ocena arytmii;
- ocena zaburzeń przewodzenia;
- ocena zaburzeń elektrolitowych (głównie K<sup>+</sup>);
- w innych chorobach (np. zator płucny).

**Serce jako dipol elektryczny**

Serce można porównać do **dipola** (Ryc. 22), czyli układu pary biegunów – dodatniego i ujemnego, tworzących najprostsze źródło (generator) energii elektrycznej. Stosuje się to określenie przy ocenie wytwarzanego przez serce pola elektrycznego (Ryc. 23).



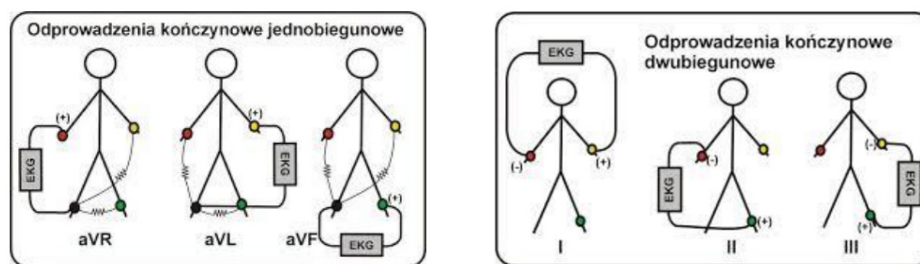
Ryc. 22. Schemat dipola (źródło: <https://www.umw.edu.pl/sites/default/files/2022-05/suplement%20teoretyczny%20do%20C4%87wiczenia%2024>).

W badaniu EKG standardowo stosuje się trzy grupy odprowadzeń:

**Odprowadzenia jednobiegunowe Einthoven: aVR, aVL, aVF**

**Odprowadzenia dwubiegunowe Goldbergera: I, II, III**

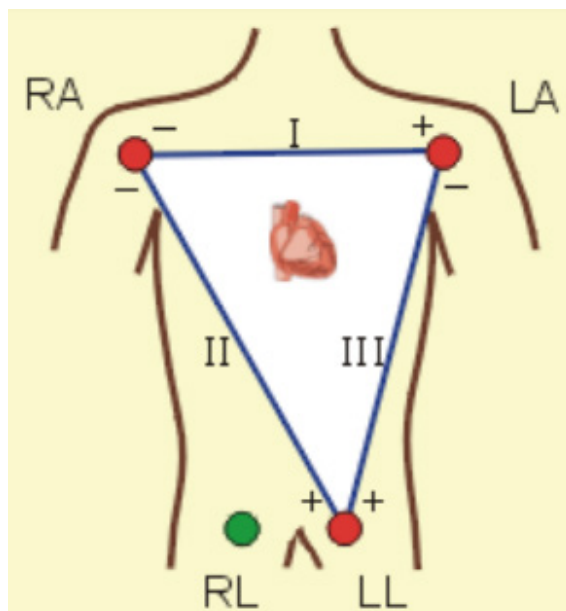
**Odprowadzenia jednobiegunowe przedsercowe Wilsona.**



Ryc. 23. Schemat rozmieszczenia elektrod jednobiegunowych i dwubiegunowych (źródło: <http://www.uwm.edu.pl/kfib/dydaktyka/instrukcje%20medycyna/19-07-2011%20ekg>).

### Pojęcie trójkąta Einthovena

Punkty połączeń obu kończyn górnych i lewej kończyny dolnej z tułowiem są wierzchołkami trójkąta, w środku którego jest serce. W założeniu jest trójkątem równobocznym. Linie poprowadzone z każdego boku przetną się w środku trójkąta. Ten trójkąt zwany jest trójkątem Einthovena (Ryc. 24). Obrazuje układ trzech dwubiegunowych odprowadzeń kończynowych.



Ryc. 24. Trójkąt Einthovena (źródło: Garcia T.: EKG - Sztuka interpretacji. Wyd. Medipage 2015).

### Odprowadzenia standardowe dwubiegunowe zw. odprowadzeniami Einthovena

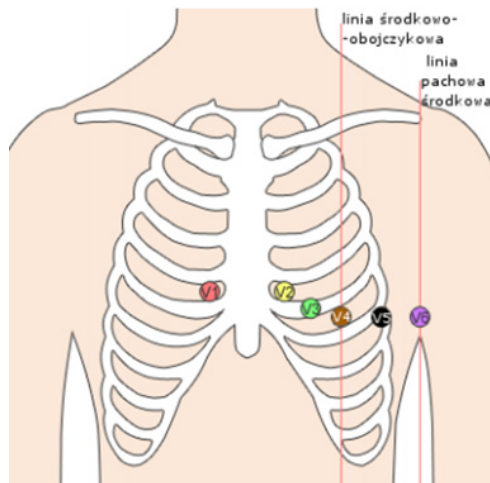
- I – prawa ręka (biegun -) i lewa ręka (biegun +)
- II – prawa ręka (biegun -) i lewa noga (biegun+)
- III – lewa ręka (biegun -) i lewa noga (biegun+)

### Odprowadzenia kończynowe jednobiegunowe; modyfikacja Goldberga

- aVR – rejestruje potencjał serca na prawym barku
- aVL – rejestruje potencjał serca na lewym barku
- aVF – rejestruje potencjał serca od strony dolnej

### 12 Odprowadzeń przedsercowych – Wilsona (Ryc. 25)

- V1 – IV międzyżebro przymostkowo po stronie prawej
- V2 – IV międzyżebro przymostkowo po stronie lewej
- V3 – w połowie odległości między V2 i V4
- V4 – V międzyżebro w linii środkowo obojczykowej
- V5 – na poziomie V4 w linii pachowej przedniej
- V6 – na poziomie V4 i V5 w linii pachowej środkowej



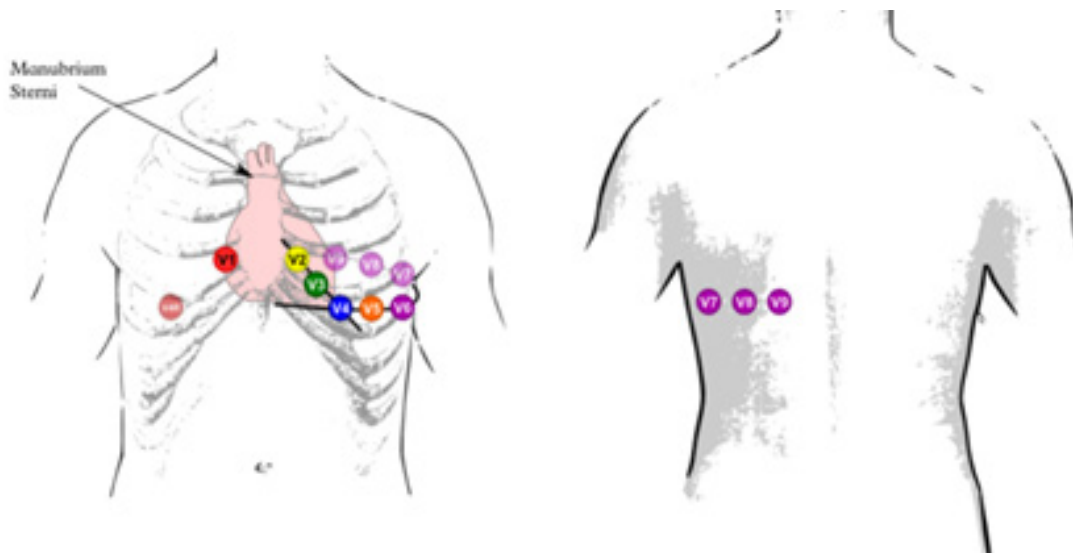
Ryc. 25. Rozmieszczenie elektrod przedsercowych na klatce piersiowej.

#### Odprowadzenia dodatkowe (V7, V8, V9)

Odprowadzenia ze ściany tylnej. Dotyczy ściany serca zwróconej do kręgosłupa, która nie jest widoczna w standardowym EKG. Zawał może być widoczny pośrednio jako odbicie lustrzane: wysokie załamki R w V1, V2. Dodatkowe elektrody umieszczamy w piątym międzyżebżu: V7 w linii pachowej tylnej, V8 w linii łopatkowej, V9 w linii przykręgosłupowej. W opisie elektrokardiogramu V4, V5, V6 zastępujemy opisem V7, V8, V9.

#### Odprowadzenia dodatkowe prawokomorowe (V3R, V4R, V5R, V6R)

EKG prawostronne są wykonywane na prawą stronę klatki piersiowej. Aby uzyskać te odprowadzenia należy przełożyć cztery elektrody V3-V6 ze strony lewej na prawą w lustrzanym odbiciu. Po wykonaniu EKG opisujemy: zamiast VR-V3R; zamiast V4-V4R; zamiast V5-V5R; zamiast V6-V6R (Ryc. 26).



Ryc. 26. Umiejscowienie odprowadzeń dodatkowych.

## 5. Budowa i użytkowanie różnych typów aparatów rejestrujących zapis EKG

### Rodzaje aparatów rejestrujących zapis EKG

Zaawansowane aparaty EKG to nieinwazyjne urządzenia pozwalające na zobrazowanie aktualnego stanu pracy serca. Historia elektrokardiografii sięga 1872 r., kiedy to francuski fizyk Gabriel Lippman wynalazł elektrometr kapilarny. Jego konstrukcja była dość prosta, jednak dała możliwość obserwacji pod mikroskopem niewielkich ruchów potencjałów elektrycznych. Korzystając z takiego urządzenia, dwóch brytyjczyków – John Burden Anderson i Friderick Page, w 1878 r. zarejestrowało po raz pierwszy przebieg prądu elektrycznego serca. Pierwszy elektrokardiogram opublikował Augustus Wallis w 1887 r. Jednak najbardziej w historii elektrokardiologii zapisał się holenderski fizjolog Willem Einthoven, który udoskonalił elektrometr. Wprowadził w 1893 r. termin elektrokardiogram oraz wprowadził określenia dla pięciu rejestrowanych wychyleń: P, Q, R, S i T. W 1906 r. skonstruował galwanometr strunowy, a w 1906 r. opublikował pierwszy, zawierający prawidłowe i nieprawidłowe zapisy, atlas EKG. **Willem Einthoven otrzymał w 1924 r. w dziedzinie medycyny Nagrodę Nobla.**

Nowoczesne elektrokardiografy rejestrują sygnały cyfrowo i zapisują je na papierze milimetrowym. Najbardziej stosowany jest zapis przy przesuwie 25/s. Obecnie dostępna jest cała gama aparatów EKG pozwalających na maksymalne dopasowanie urządzenia do potrzeb i zastosowań. Są dostępne urządzenia stacjonarne, przenośne w różnych kompaktowych rozmiarach umożliwiające natychmiastowe wykonanie badania. Są także moduły bezprzewodowe do aparatu EKG. Aparaty wyposażone w ekrany dotykowe umożliwiają sprawną pracę.

### Rodzaje aparatów do EKG:

- stacjonarne;
- komputerowe;
- przenośne;
- bezprzewodowe;

### Standardowy aparat EKG zawiera:

- pojemnik papieru;
- gniazdo RS-232;
- gniazdo sieciowe;
- wyłącznik zasilania sieciowego;
- wyświetlacz do podglądu bieżącego zapisu;
- klawiatura membranowa;
- gniazdo kabla pacjenta;
- drukarka termiczna.

W obecnych aparatach EKG wymiana papieru milimetrowego jest bardzo prosta. Należy włączyć zasilanie. Na wyświetlaczu pojawi się brak papieru. Rolkę wkłada się do pojemnika i podsuwa pod wałek napędowy. Aparat samoczynnie wciągnie papier. Zamyka się pokrywę pojemnika tak, aby końcówka papieru znajdowała się na zewnątrz. Zaleca się jednak w pierwszej kolejności zapoznać z instrukcją obsługi. Zasada ta dotyczy każdego urządzenia, którego zamierzamy użyć.

### Błędy techniczne i artefakty

W zapisie EKG błędy techniczne mogą być spowodowane przez:

- nieprawidłowe przyłożenie elektrod;
- uszkodzenie przewodów;
- drżenie mięśniowe;
- ruchy pacjenta;
- nieprawidłową kalibrację;
- nieprawidłową szybkość przesuwu.

Są to elementy niepożądane. Mogą uniemożliwiać interpretację wyniku badania oraz być przyczyną błędów diagnostycznych.

### Usuwanie zakłóceń

- Aparat nie załącza się – rozładowany jest wewnętrzny akumulator. Należy podłączyć aparat do sieci zasilającej.
- Aparat zatrzymuje się podczas wydruku – akumulator wewnętrzny rozładowany. Należy podłączyć aparat do sieci zasilającej w celu naładowania akumulatora.
- Aparat sygnalizuje INOP – nie podłączona jest jedna z elektrod. Należy sprawdzić ułożenie wszystkich elektrod. Jeżeli dalej sygnalizuje, to uszkodzony jest kabel pacjenta.

## 6. Technika wykonania badania EKG

### Podstawowe zasady wykonania badania

Badanie EKG jest powszechnie stosowane w diagnostyce chorób serca i rejestracji dynamiki zmian w przebiegu chorób serca lub innych chorób wywołujących dysfunkcje serca. Badanie trwa 5-10 minut, jest nieinwazyjne, bezbolesne i całkowicie bezpieczne dla pacjenta. Badanie nie wymaga specjalnego przygotowania. Przed przystąpieniem do pracy z EKG należy zapoznać się z funkcjami klawiatury, sprawdzić, czy zostały wprowadzone parametry konfiguracji. Należy wprowadzić prawidłowe dane pacjenta, wchodząc w tryb wprowadzeń (imię i nazwisko, wiek, płeć).

### Artefakty

Wędrowanie linii izoelektrycznej w dół lub w górę uzależnione jest od ruchów oddechowych lub nieprawidłowego kontaktu elektrod ze skórą pacjenta. Artefakty to zakłócenia, które powstają w wyniku drżeń, drgawek, prężeń mięśni w przebiegu choroby Parkinsona czy SM. **Dokładne przypięcie kabli do odzieży pacjenta minimalizuje artefakty ruchu.** Pacjent powinien zdjąć metalowe dodatki (biżuteria, zegarek), ponieważ mogą zakłócić przebieg badania. Należy zdjąć ubranie z górnej części ciała oraz odsłonić kostki u nóg i nadgarstki. Pokój badań powinien być odpowiednio ciepły i zapewniać intymność pacjentowi. Częstość problemem są kikuty kończyn dolnych. Można wtedy umieścić elektrodę czarną i zieloną na jednej kończynie. Najważniejsze, aby elektrody te były umieszczone poniżej poziomu serca. Elektroda czarna to tzw. elektroda obojętna. Nie ma z niej zapisu w EKG. W warunkach nie odbiegających od normy należy trzymać się standardowego umieszczenia elektrod.

### Interferencja

Interferencja z prądem o częstotliwości 60 Hz jest wywołana przez nieprawidłowe uziemienie instalacji elektrycznej lub aparatu. Należy sprawdzić, czy przewody EKG nie krzyżują się z kablami elektrycznymi, czy instalacja nie jest uszkodzona, czy jest uziemienie instalacji elektrycznej oraz czy końcówki przewodów nie są zniszczone.

### Procedura wykonania EKG:

- sprawdzenie zlecenia wykonania zapisu EKG;
- określenie stanu funkcji układu krążenia u pacjenta w badaniu podmiotowym i przedmiotowym (wywiad na temat dolegliwości ze strony serca i układu krążenia; pomiar ciśnienia tętniczego, ocena wydolności oddechowej, tolerancji na wysiłek i ocena obręzków);
- stworzyć warunki zapewniające dobrą jakość zapisu, zwrócić uwagę na izolację elektryczną oraz ułożenie pacjenta;
- eliminowanie czynników, które mogą negatywnie wpływać na wynik zapisu EKG (zdenerwowanie pacjenta, wysiłek fizyczny, stan po używkach);
- przygotowanie informacyjne pacjenta do przeprowadzenia badania (informowanie o celu, sposobie i przebiegu EKG);
- higieniczne mycie rąk (przed i po wykonaniu EKG);
- przygotowanie aparatu EKG, potrzebnych materiałów oraz warunków otoczenia;
- ułożenie pacjenta w pozycji wygodnej, aby był prawidłowy przebieg zapisu EKG;
- założenie elektrod kończynowych i przedsercowych zgodnie z obowiązującym schematem oraz zleceniami specjalnymi, gdy są dodatkowe wskazania;
- badanie wykonać w pozycji leżącej, tak aby kończyny górne nie stykały się tułowiem, a dolne ze sobą;



- w celu zmniejszenia oporu elektrycznego między skórą a elektrodami wskazane jest odtłuszczenie skóry alkoholem, benzyną lub gazikiem nasączonym wodą;
- zaprogramowanie aparatu EKG zgodnie z przyjętym standardem;
- rejestracja zapisu poszczególnych odprowadzeń pomiarowych;
- otoczenie opieką pacjenta po wykonaniu zapisu EKG;
- przygotowanie dokumentu badania EKG dla pacjenta;
- porządkowanie miejsca pracy, dezynfekcja i przygotowanie aparatu EKG do ponownego użytkowania. Dezynfekcję przeprowadza się środkami do dezynfekcji sprzętu medycznego. Zwykle stosuje się odkażanie elektrod w pojemniku z płynem dezynfekcyjnym przez 30 min, następnie płucze i osusza;
- udokumentowanie wykonanej czynności.

#### Tryby pracy aparatu

- **Zapis ręczny** – polega na rejestracji wybranej grupy odprowadzeń EKG. W trybach tych istnieje możliwość ustawienia żądanej prędkości i czułości zapisu włączenia lub wyłączenia filtra.
- **Zapis automatyczny** – polega na jednoczesnym zebraniu 10 sekund sygnału EKG ze wszystkich 12 odprowadzeń, a następnie przeprowadzeniu analizy zawierającej pomiary odstępów czasowych i amplitud załamków oraz obliczenie osi elektrycznych. Wydruk pełnego raportu zawiera zapis sygnałów EKG. Uśrednione zespoły P-QRS-T, wyniki pomiarów i obliczeń.

**Prędkość rejestracji** – aparat posiada możliwość zapisu w czterech prędkościach: 5, 10, 25, 50 mm/s.

**Czułość zapisu:** 2,5; 5; 10; 20 mm/mv.

#### Filtr aparatu

50 Hz – filtr zakłóceń sieciowych

35 Hz – filtr zakłóceń mięśniowych

25 Hz – filtr zakłóceń mięśniowych

35/50 Hz – filtr zakłóceń mięśniowych i sieciowych

25/50 Hz – filtr zakłóceń mięśniowych i sieciowych.

#### Pytania Moduł I

1. Zespół QRS związany jest z:

- depolaryzacją przedsionków
- depolaryzacją komór
- repolaryzacją przedsionków
- repolaryzacją komór

2. Węzeł zatokowo-przedsionkowy leży w:

- miejscu ujścia żyły głównej górnej do prawego przedsionka
- miejscu ujścia żyły głównej dolnej do prawego przedsionka
- przy przegrodzie międzykomorowej
- na dnie lewego przedsionka

3. Rozrusznikiem serca jest/są:

- włókna Purkiniego
- pęczek Hisa
- węzeł zatokowo-przedsionkowy
- węzeł przedsionkowo-komorowy

4. Odprowadzenia jednobiegunowe kończynowe to:

- aVR, aVL, aVF
- V7, V8, V9
- V3R–V6R
- I, II, III

5. W standardowym 12-odprowadzeniowym EKG elektrodę V4 (przedsercową Wilsona) umieścisz:
- w lewym IV międzyżebrzu przy brzegu mostka
  - w lewym V międzyżebrzu w linii środkowo-obojętkowej lewej
  - w lewym V międzyżebrzu w linii pachowej przedniej lewej
  - w lewym V międzyżebrzu w linii pachowej środkowej lewej
6. W prawidłowym EKG załamki P są:
- dodatnie w odprowadzeniach I i II, ujemne w aVR
  - dodatnie w odprowadzeniach III, aVR, ujemne w aVR
  - dodatnie w odprowadzeniach II, V2-V6
  - dodatnie w odprowadzeniach VR, ujemne w III, aVR
7. Fala Pardięgo to:
- poszerzony zespół QRS
  - poziome wypukłością skierowane ku dołowi obniżenie odcinka ST
  - poziome wypukłością skierowane ku górze uniesienie odcinka ST
  - torsade de pointes
8. Prawidłowy rytm serca mieści się w przedziale:
- 50–100 uderzeń/min
  - 60–100 uderzeń/min
  - 70–100 uderzeń/min
  - 80–100 uderzeń/min
9. Skalibrowany aparat EKG musi posiadać tzw. cechę. Standardowo jest to wychylenie pisaka o:
- 1 mm (0,1 mV)
  - 10 mm (1 mV)
  - 20 mm (2 mV)
  - 50 mm (5 mV)
10. Lokalizację zawału mięśnia sercowego można ocenić za pomocą:
- EKG 3-odprowadzeniowego
  - EKG 4-odprowadzeniowego
  - EKG 5-odprowadzeniowego
  - EKG 12-odprowadzeniowego

Odpowiedzi: 1b, 2a, 3c, 4a, 5b, 6a, 7c, 8b, 9b, 10d.



# MODUŁ II

## ANALIZA ZAPISU ELEKTROKARDIOGRAFICZNEGO.

### PODSTAWY ROZPOZNAWANIA

### NIEPRAWIDŁOWOŚCI W ZAPISIE EKG

#### Cel kształcenia

Przygotowanie pielęgniarki i położnej do oceny prawidłowego zapisu EKG oraz rozpoznania nieprawidłowości poszczególnych elementów zapisu elektrokardiograficznego.

#### Zagadnienia modułu

Wyznaczenie osi elektrycznej serca i odchylenia osi elektrycznej.

Zmiany załamka P.

Zmiany odstępu PQ.

Zmiany zespołu QRS.

Zmiany odcinka ST.

Zmiany odstępu QT.

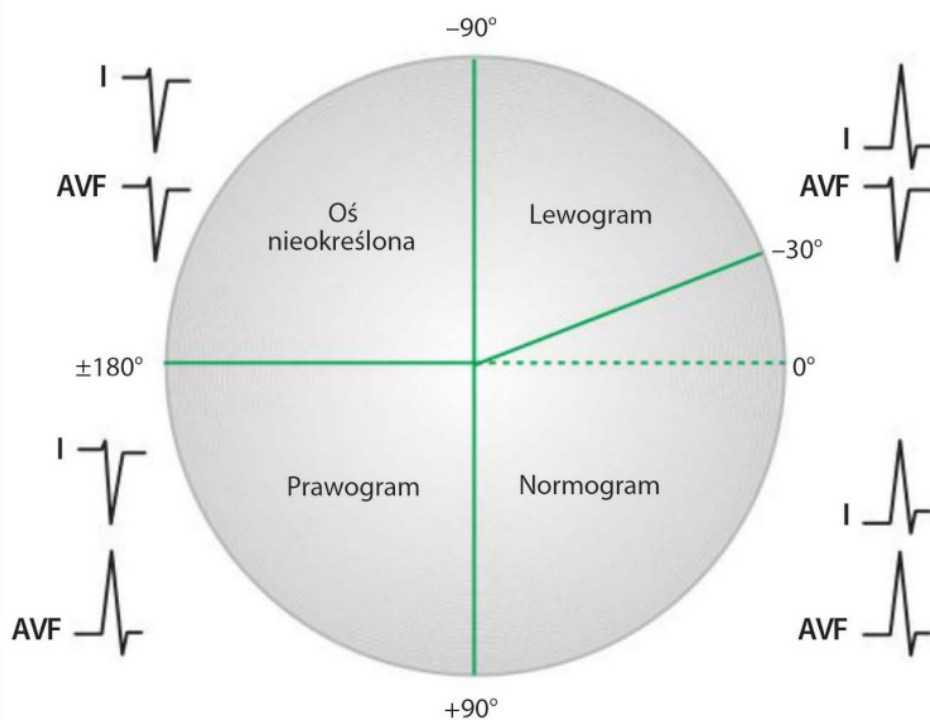
Zmiany załamka T.

Prawidłowy elektrokardiogram u dorosłych – kryteria rozpoznawania.

#### 1. Wyznaczenie osi elektrycznej serca i odchylenia osi elektrycznej

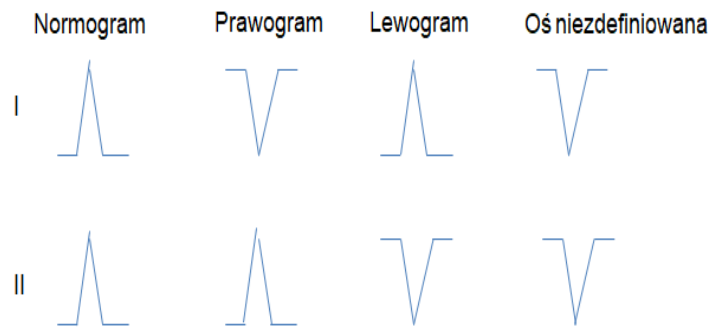
##### Podstawy teoretyczne pojęcia i znaczenia osi elektrycznej serca

Impulsy wytwarzane w sercu mają swój kierunek i energię, czyli wektor. Sumują się, gdy mają jednakowy kierunek, natomiast odejmują się, gdy są skierowane przeciwnie. **Kierunek średniego wektora depolaryzacji komór serca to oś elektryczna serca.** W praktyce klinicznej najczęściej określa się oś elektryczną serca na podstawie wychylenia zespołów QRS w odprowadzeniach I, II, III (Ryc. 27).



Ryc. 27. Określanie osi serca. (źródło: Kurpesa M., Szafran B.: Interpretacja EKG. Kurs podstawowy. Wydawnictwo Lekarskie PZWL 2018).

Wzrokowy model oceny osi elektrycznej serca na podstawie odprowadzeń I, II, III lub I, aVF (Ryc. 28).



Ryc. 28. Określenie osi serca na podstawie przykładowych wychyleń QRS w I i II.

**Oś prawidłowa:** mieści się w zakresie +90 do -30

**Oś nieprawidłowa:**

- prawogram: +90 do +180 stopni
- lewogram: -30 do -90 stopni
- lewogram patologiczny: -30 do -90
- oś nieokreślona: + 180 do -90.

**Odchylenie osi serca w prawo – przyczyny:**

- niskie ustawienie przepony;
- przerost prawej komory;
- ostre serce płucne;
- zaburzenia przewodnictwa (blok – RBBB, tylnej wiązki lewej odnogi);
- zespół preekscytacji WPW;
- zawał ściany bocznej.

**Odchylenie osi elektrycznej w lewo – przyczyny :**

- wysokie ustawienie kopuły przepony;
- przerost lewej komory;
- zaburzenia przewodnictwa śródkomorowego (LBBB, blok przedniej wiązki);
- zespół preekscytacji – WPW;
- zawał ściany dolnej.

## 2. Zmiany załamek P

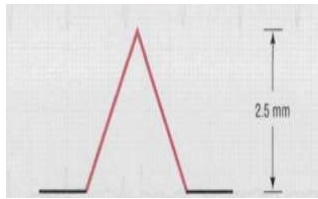
**a) Załamek P niewidoczny:**

- nieregularne fale „f” – migotanie przedsionków;
- regularne fale „F” (zęby piły) – trzepotanie przedsionków;
- rzekomy brak załamek P – pobudzenia złącza przedsionkowo-komorowego (załamek P ukryte w zespołach QRS); częstoskurcz (załamek P ukryte w załamekach T poprzedniego pobudzenia);
- zahamowanie zatokowe lub blok zatokowo-predsionkowy.

**b) Załamek P o nieprawidłowym kształcie:**

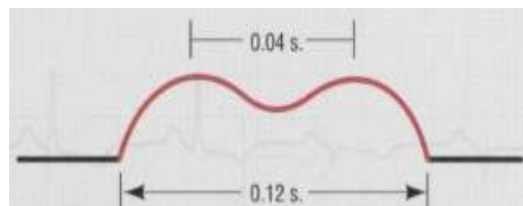
- różnokształtne (pochodzą z różnych ośrodków);
- ujemne załamek P w odprowadzeniach II, III, aVF: pobudzenia z dolnej części przedsionka; wsteczne pobudzenia złącza AV lub komór;

- wysoki i szpiczasty, o amplitudzie  $>2,5$  mm w odpr. II, III, aVF, ujemny aVL;
- tzw. „P pulmonale” – przerost prawego przedsionka (Ryc. 29);



Ryc. 29. Załamek P-pulmonale (źródło: Garcia T.: EKG - Sztuka interpretacji. Wyd. Medipage 2015).

- dwuszczytowy, szeroki w I, II, V1 tzw. „P mitrale” – przerost lewego przedsionka (Ryc. 30);



Ryc. 30. Załamek P-mitrale (źródło: Garcia T.: EKG - Sztuka interpretacji. Wyd. Medipage 2015).

- t zazębiony – zaburzenia przewodzenia wewnątrzprzedsionkowego;
- t niskie – przewaga układu parasympatycznego;
- t wysokie – przewaga układu sympatycznego.

### 3. Zmiany odstępu PQ

#### a) Wydłużenie odstępu PQ powyżej 0,02 s.

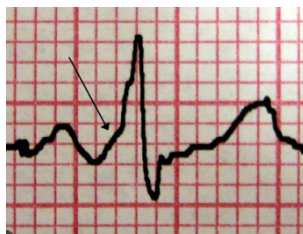
- t blok przedsionkowo-komorowy I<sup>o</sup> (Ryc. 31);



Ryc. 31. Blok przedsionkowo-komorowy I<sup>o</sup> (źródło: Garcia T.: EKG - Sztuka interpretacji. Wyd. Medipage 2015).

#### b) Skrócenie odstępu PQ poniżej 0,12 s.

- zespół preekscytacji WPW (Ryc. 32) charakterystyczna fala Delta na ramieniu R;



Ryc. 32. Strzałka pokazuje falę Delta.

- pobudzenia złącza AV;
- pobudzenia zsumowane;

c) Zmiany odstępu PQ (zmieniający się czas trwania w kolejnych ewolucjach)

- rozkojarzenie przedsionkowo-komorowe;
- blok przedsionkowo-komorowy II<sup>o</sup>;
- Mobitz I (periodyka Wenckebacha) – stopniowe wydłużanie odstępów PQ, okresowe wypadanie zespołów QRS (Ryc. 33).



Ryc. 33. Blok Mobitz I.

- blok przedsionkowo-komorowy oraz Mobitz II – stały odstęp PQ, okresowe wypadanie zespołów QRS (Ryc. 34).



Ryc. 34. Blok Mobitz II.

- blok przedsionkowo-komorowy III<sup>o</sup> – zupełna niezależność czynności przedsionków i komór, częstość załamek P większa od częstości QRS (Ryc. 35).



Ryc. 35. Blok zupełny III.



Elektrokardiogram 1. Przykład bloku Mobitz I. Stopniowe wydłużanie odstępu P-Q; okresowe wypadanie QRS.

#### 4. Zmiany zespołu QRS

a) wysokie załamki R w odprowadzeniach lewokomorowych V5, V6:

- przerost komory lewej;
- blok lewej odnogi pęczka Hisa;
- zespół preekscytacji WPW typ A lub B;
- norma;

b) wysokie załamki R w odprowadzeniach prawokomorowych V1, V2:

- przerost komory prawej;
- blok prawej odnogi pęczka Hisa;
- zespół preekscytacji WPW typ A;

c) niskie zespoły QRS:

- płyn w worku osierdziowym;
- niedoczynność tarczycy;

d) poszerzony zespół QRS powyżej 0,10 s.

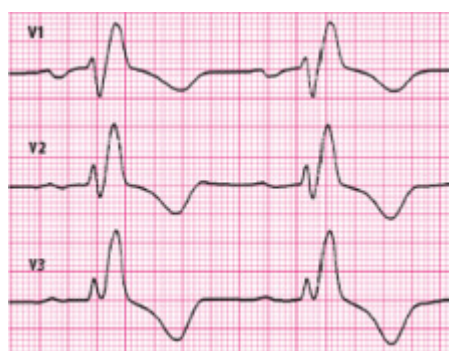
- bloki odnóg pęczka Hisa;
- pobudzenia dodatkowe komorowe;
- zespół preekscytacji WPW i Mahaima;
- przerost komór;

e) zazębienie na ramieniu wstępującym załamka R, tzw. fala delta:

- zespół preekscytacji WPW i Mahaima;

f) obecny załamek „R” i „r” „królicze uszy” – załamki wyglądem przypominają uszy królika (Ryc. 36):

- niezupełny lub całkowity blok odnogi pęczka Hisa;



Ryc. 36. Załamek „R” i „r”.

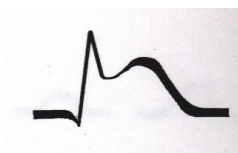
g) nieprawidłowy załamek Q:

- pełnościenny zawał mięśnia sercowego;
- przerostowa kardiomiopatia.

## 5. Zmiany odcinka ST

a) uniesienie wypukłe (Ryc. 37):

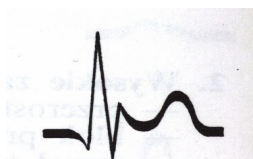
- świeży zawał mięśnia sercowego z falą Pardego;
- angina Prinzmetalą;
- tętniak pozawałowy;



Ryc. 37.

b) uniesienie wklęsłe (Ryc. 38):

- zespół wczesnej repolaryzacji;

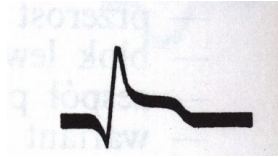


Ryc. 38.



**c) uniesienie poziome (Ryc. 39):**

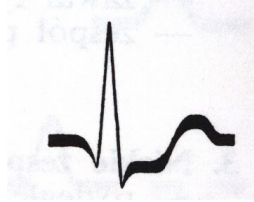
- ostre zapalenie osierdzia;



Ryc. 39.

**d) obniżenie równoległe do linii izoelektrycznej (Ryc. 40):**

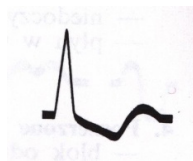
- niedokrwienie mięśnia sercowego OZW;



Ryc. 40.

**e) obniżenie skośne do dołu (Ryc. 41):**

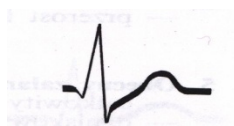
- niedokrwienie mięśnia sercowego;
- blok odnóg pęczka Hisa;
- przerost i przeciążenie komór;



Ryc. 41.

**f) obniżenie skośne do góry (Ryc. 42):**

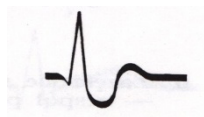
- wariant normy;
- zaburzenia elektrolitowe;



Ryc. 42.

**g) obniżenie miseczkowate (Ryc. 43):**

- przenerparstnicowanie;

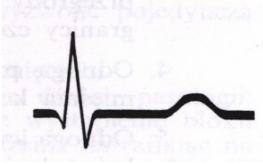


Ryc. 43.

## 6. Zmiany odstępu QT

### a) wydłużony (Ryc. 44):

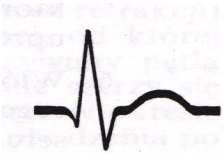
- zaburzenia elektrolitowe: hipokaliemia, hipokalcemia, hipomagnezemia;
- wpływ leków, np. antydepresanty, chinidyna;
- wrodzone wydłużenie QT;
- naczyniopochodne choroby OUN, niedotlenienie serca;



Ryc. 44.

### b) skrócony (Ryc. 45)

- zaburzenia elektrolitowe: hiperkaliemia, hiperkalcemia;
- leki, np. napastrnica.

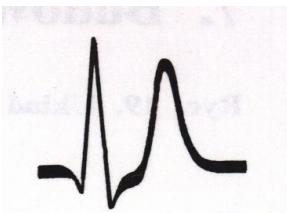


Ryc. 45.

## 7. Zmiany załamka T

### a) wysoki, kończysty (Ryc. 46):

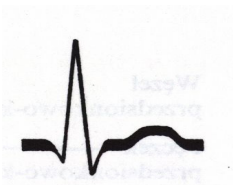
- hiperkaliemia;
- ostre niedotlenienie mięśnia sercowego;
- wago-tonia;
- nerwice;
- hiperkaliemia;



Ryc. 46.

### b) płaski (Ryc. 47):

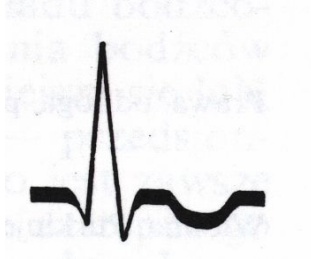
- hipokaliemia;
- wysięk w osierdziu;
- niedoczynność tarczycy;
- nerwice;



Ryc. 47.

**c) ujemny, płytki (Ryc. 48):**

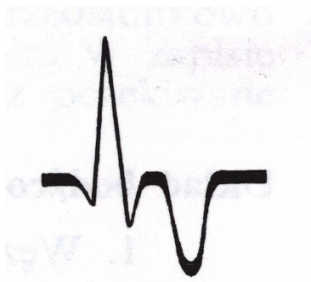
- niedotlenienie mięśnia sercowego;
- miażdżyca;



Ryc. 48.

**d) ujemny, symetryczny, zaostrowany (Ryc. 49):**

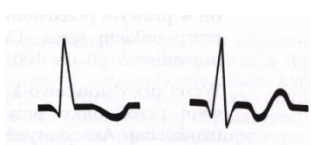
- ostre niedokrwienie mięśnia sercowego;
- zawał mięśnia sercowego podwiersiowy;
- w przebiegu ewolucji zawału pełnościennego;



Ryc. 49.

**e) ujemny, niesymetryczny lub ujemno-dodatni (Ryc. 50):**

- bloki odnóg pęczka Hisa;
- przerost i przeciążenie komór;
- niedokrwienie mięśnia sercowego;
- zespół preekscytacji.



Ryc. 50.

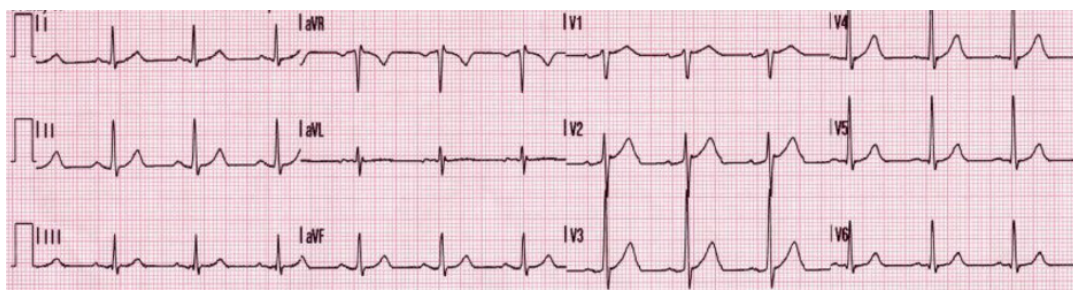


## 8. Prawidłowy elektrokardiogram u dorosłych – kryteria rozpoznawcze

Rytm zatokowy jest prawidłowym, czyli fizjologicznym rytmem serca, który powstaje w węźle zatokowym SA.

Cechy rytmu zatokowego:

- załamek P jest dodatni w odprowadzeniach I, II, aVF, a ujemny w aVR;
- po każdym załamku P występuje zespół QRS;
- miarowy;
- częstość rytmu wynosi **60-100 ud./min.**



Elektrokardiogram 2. Prawidłowy ekg.

### Bradykardia zatokowa (Ryc. 51)

Bradykardia zatokowa jest rytmem wolnym zatokowym, czyli pobudzenie pochodzi z węzła p/k. Jest wynikiem zmniejszonej częstości powstawania pobudzeń w węźle zatokowym. Może występować w warunkach fizjologicznych, jak np. podczas snu (przewaga układu parasympatycznego) lub u sportowców. W stanach chorobowych najczęstszą przyczyną jest niedokrwienie mięśnia sercowego, zaburzenia elektrolitowe, leki (naparstnica, beta-blokery), wzrost ciśnienia śródczaszkowego. Załamek P jest dodatni w odprowadzeniach I, II, a ujemny w aVR. Po każdym załamku P występuje zespół QRS. Rytm jest miarowy. Częstość rytmu wynosi poniżej **60 ud./min.**



Ryc. 51. Bradykardia zatokowa.

### Tachykardia zatokowa (Ryc. 52)

To szybki rytm zatokowy. Jest wynikiem zwiększonej częstości powstawania pobudzeń w węźle zatokowym. Może występować w warunkach fizjologicznych, np. podczas wysiłku fizycznego, stresu. Inne jego przyczyny to stany zapalne i gorączka, niewydolność serca i oddechowa, niedokrwistość, nadczynność tarczycy, wstrząs, krwotok oraz wpływ niektórych leków, narkotyków. W tachykardii zatokowej załamek P jest dodatni w odprowadzeniach I, II, a ujemny w aVR, po każdym załamku P występuje zespół QRS i jest miarowy. Częstość rytmu wynosi powyżej **100 ud./min.**



Ryc. 52. Tachykardia zatokowa.

### Zahamowanie zatokowe

Jest wynikiem ustania czynności bodźcotwórczej węzła zatokowego, co doprowadza do przerwy w pracy serca. Widoczny w dłuższym zapisie załamek P nagle nie pojawia się we właściwym miejscu i powstaje przerwa o różnej długości. Trwa ona do momentu, aż węzeł zatokowy ponownie wytworzy bodziec i pojawi się załamek P. W zapisie EKG widoczne będzie nagłe wydłużenie odstępu PP, brak załamka P, następny załamek nie pojawi się we właściwym czasie.

### Pytania – Moduł II

1. Załamek P powstaje podczas:

- a) depolaryzacji komórek
- b) depolaryzacji przedsionków
- c) repolaryzacji komórek
- d) repolaryzacji przedsionków

2. Wydłużenie odcinka P-Q jest:

- a) wrodzone
- b) związane z zaburzeniami enzymatycznymi
- c) stosowaniem leków uspokajających
- d) w bloku p-k I stopnia

3. Wykonując 12-odprowadzeniowe EKG z przesuwem papieru 25/s-0,2s., będzie odpowiadało:

- a) 1 mm
- b) 2 mm
- c) 3 mm
- d) 5 mm

4. Załamek Q ujemny oznacza, że:

- a) występuje martwica mięśnia sercowego
- b) nie doszło do depolaryzacji komórek
- c) wychylenie załamka R jest poniżej linii izoelektrycznej
- d) żadne z powyższych

5. W odprowadzeniu I załamek P powinien być:

- a) dodatni
- b) ujemny
- c) dwufazowy
- d) mitrale

6. Odcinek PQ:

- a) przebiega powyżej linii izoelektrycznej
- b) jest ujemny
- c) przebiega w linii izoelektrycznej
- d) charakterystyczny dla zawału mięśnia sercowego

7. Czas trwania załamka P powinien wynosić:

- a)  $< 0,08$  s
- b)  $< 0,10$  s
- c)  $< 0,12$  s
- d)  $> 0,12$  s

8. W zespole QRS załamek Q to:

- a) pierwsze wychylenie dodatnie
- b) pierwsze wychylenie ujemne
- c) każde wychylenie ujemne za załamkiem
- d) żadne z powyższych

9) Pomiar odcinka PQ dokonuje się w odprowadzeniu:

- a) I
- b) II
- c) V1-V6
- d) wszystkie prawidłowe

10. Linia izoelektryczna to:

- a) brak aktywności elektrycznej serca
- b) migotanie komór
- c) zwolniona czynność elektryczna serca
- d) przyspieszona czynność serca

Odpowiedzi: 1b, 2d, 3d, 4a, 5a, 6c, 7d, 8b, 9d, 10a.

## MODUŁ III

# ZAPIS ELEKTROKARDIOGRAFICZNY W WYBRANYCH STANACH KARDIOLOGICZNYCH

### Cel kształcenia

Przygotowanie pielęgniarki i położnej w zakresie rozpoznawania cech elektrokardiograficznych wybranych stanów chorobowych, w tym stanów zagrożenia życia.

### Zagadnienia modułu

Zmiany w EKG związane z niedokrwieniem i zawałem mięśnia sercowego

Arytmie nadkomorowe

Arytmie komorowe

Tachyarytmie komorowe

Blok prawej i lewej odnogi pęczka Hisa

Zapis EKG w hipo- i hiperkaliemii

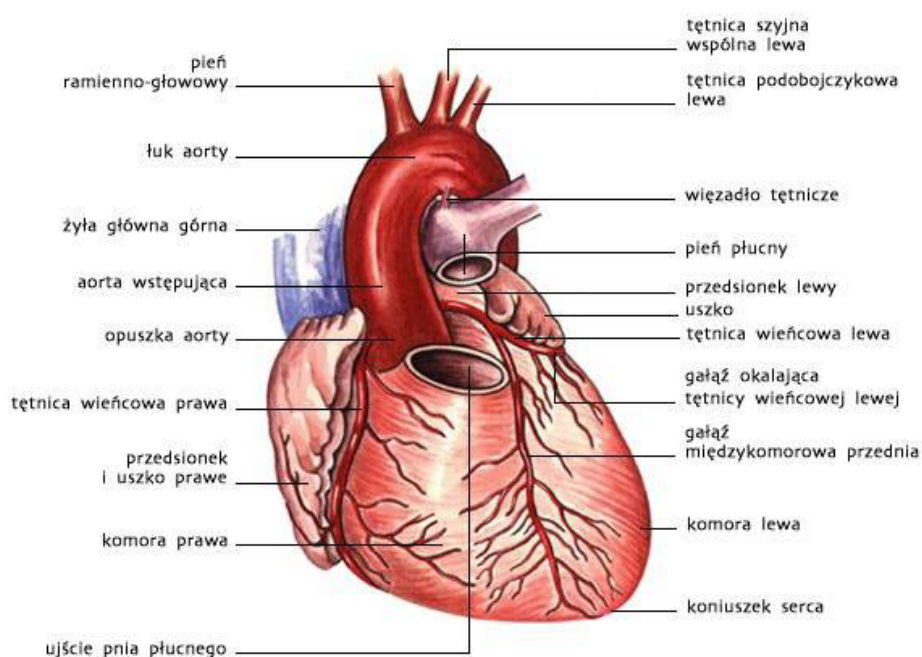
Wpływ niektórych leków na elektryczną pracę serca

Pauza lub asystolia w zapisie EKG

Rytm ze stymulatora w zapisie EKG

### Krążenie wieńcowe

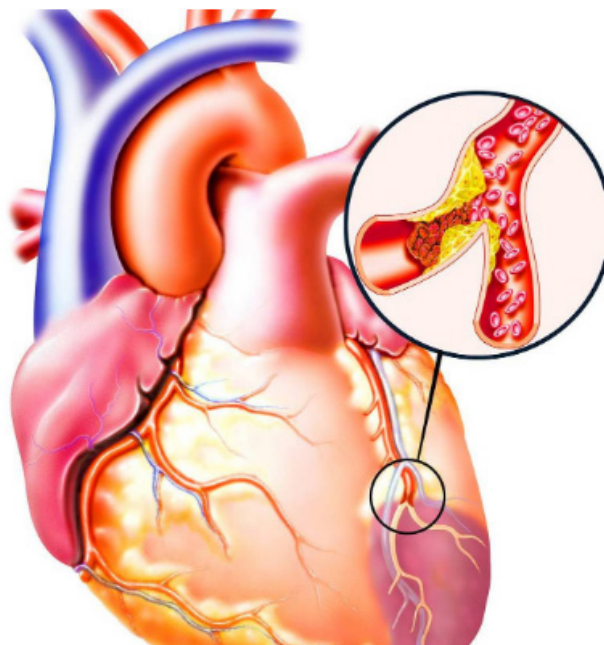
Mięsień sercowy, tak jak każdy inny narząd, do pracy potrzebuje tlenu i substancji odżywczych. Aby zapewnić stały dopływ krwi do ściany serca, powstał układ krążenia wieńcowego. Sieć naczyń wieńcowych dostarcza tlen i substancje odżywcze do komórek serca oraz odprowadza z nich dwutlenek węgla. **Serce w tlen zaopatrują dwie tętnice: lewa (LMCA) i prawa (RCA).** Najważniejszą tętnicą wieńcową jest LAD, zwaną tętnicą życia. Zaopatruje ona znaczną część dolnej ściany serca i przegrodę. Jej zamknięcie powoduje rozległy zawał i często nagły zgon sercowy (Ryc. 53).



Ryc. 53. Układ wieńcowy (źródło: projekt: R. Aleksandrowicz, rys. M. Pinkawa, Wydawnictwo Lekarskie PZWL).

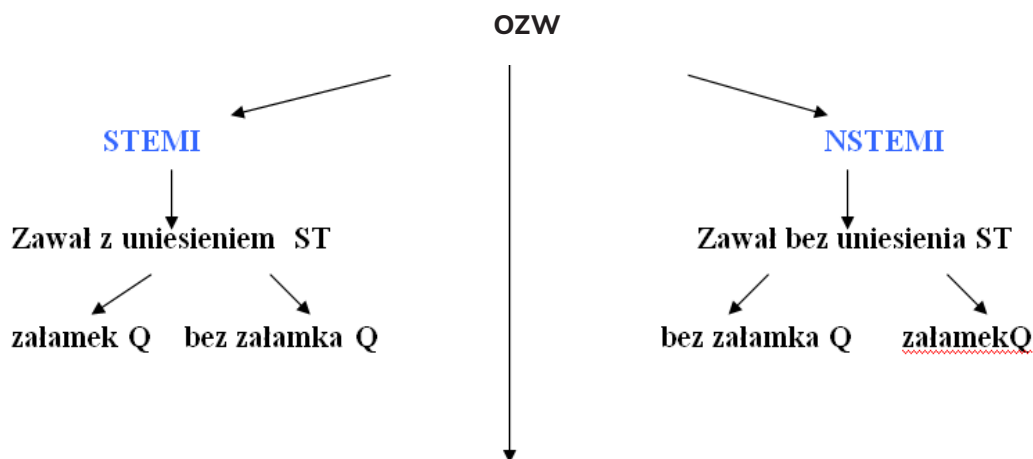
**Naczynia wieńcowe:**

1. Lewa tętnica wieńcowa LMCA dzieli się:
  - gałąź międzykomorowa przednia (zstępująca) LAD
  - gałąź okalająca CX.
2. Prawa tętnica wieńcowa RCA.



Ryc. 54. OZW (źródło: Digital Journal).

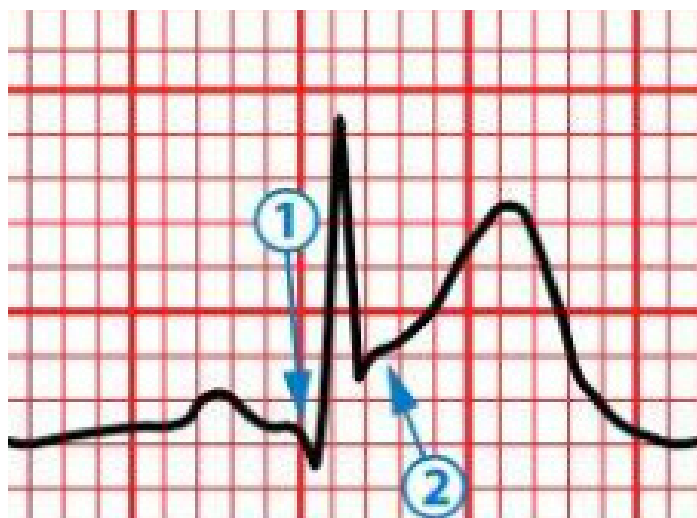
Najczęściej występująca choroba naszej cywilizacji to choroba niedokrwienna serca. Powoduje niedokrwienie mięśnia sercowego i zmiany z nim związane są widoczne w zapisie EKG. Choroba wieńcowa dotyczy niedokrwienia serca na tle zmian w naczyniach wieńcowych. Obraz tych zmian nazywamy Ostrymi Zespołami Wieńcowymi (OZW) (Ryc. 54). Jest to obraz kliniczny spowodowany zatrzymaniem przepływu krwi przez tętnice wieńcowe wskutek jej całkowitego zamknięcia. Doprowadza to do martwicy mięśnia sercowego. Dzielimy je na STEMI (ST–elevation myocardial infarction) i NSTEMI.





## 1. Zmiany w EKG związane z niedokrwieniem i zawałem mięśnia sercowego

Zmniejszenie przepływu krwi w tętnicach wieńcowych powoduje niedokrwienie, uszkodzenie lub martwicę mięśnia sercowego. Każdy z obszarów znajduje odbicie w zapisie elektrokardiograficznym: w zespole QRS, odcinku ST i załamku T. Zmiany odpowiadające martwicy ujawniają się w obrębie zespołów QRS. Głównie charakterystyczne są uniesienia odcinka ST w charakterze tzw. Fali Pardeego. Pozostałe głównie w okresie repolaryzacji. Nazywane są zmianami niedokrwieniowymi. Diagnostyką niedokrwienia mięśnia sercowego, w pierwszej kolejności oceniamy położenie odcinka ST (Ryc. 56) w stosunku do linii izoelektrycznej. W części przypadków odcinek ST pozostaje w linii izoelektrycznej pomimo istotnego niedokrwienia mięśnia sercowego. Dość często w jednym zapisie współistnieją obniżenia i uniesienia odcinka ST. Położenie odcinka ST w stosunku do linii izoelektrycznej mierzymy w punkcie J – junction (Ryc. 55), w którym kończy się zespół QRS, a zaczyna odcinek ST.



Ryc. 55. 1 - załamek Q; 2 - punkt J.

Niedokrwienie może przebiegać z:

- obniżeniem odcinka ST;
- uniesieniem odcinka ST;
- bez uniesienia odcinka ST.

Istotne obniżenia ST:

- w odprowadzeniach V2 i V3 > 0,05 mV (0,5 mm);
- w pozostałych odprowadzeniach > 0,1 mV (1 mm).

Odprowadzenie	Kobieta	Mężczyzna < 40. r.ż.	Mężczyzna > 40. r.ż.
V2 i V3	0,15 mV (1,5 mm)	0,25 mV (2,5 mm)	0,2 mV (2 mm)
I, II, III, aVL, aVF, V1, V4–V6	0,1 mV (1 mm)	0,1 mV (1 mm)	0,1 mV (1 mm)
V3R i V4 R	0,05 mV (0,5 mm)	0,1 mV (1 mm)*	0,05 mV (0,5 mm)
V7–V9	0,05 mV (0,5 mm)	0,05 mV (0,5 mm)	0,05 mV (0,5 mm)

\* < 30 r.ż.

Tabela 1. Istotne uniesienie odcinka S-T w różnych odprowadzeniach w zależności od płci i wieku (źródło: Kurpesa M., Szafran B.: Interpretacja EKG. Kurs podstawowy. PZWL, 2018).



Oprócz wielkości (głębokości) obniżenia odcinka ST ważna jest ocena jego ukształtowania, tzn. ustalenie, czy obniżenie odcinka ST jest poziome (horyzontalne), skośne ku dołowi, czy też skośne ku górze.

### **Analiza elektrokardiograficznych kryteriów ostrych zespołów wieńcowych z uniesieniem (STEMI) i bez uniesienia odcinka ST (NSTEMI)**

**OZW** – Ostry Zespół Wieńcowy. W tej jednostce chorobowej dochodzi do pęknięcia niestabilnej blaszki miażdżycowej z następczym tworzeniem się zakrzepu. Podział:

- niestabilna choroba wieńcowa;
- świeży zawał serca;
- nagły zgon.

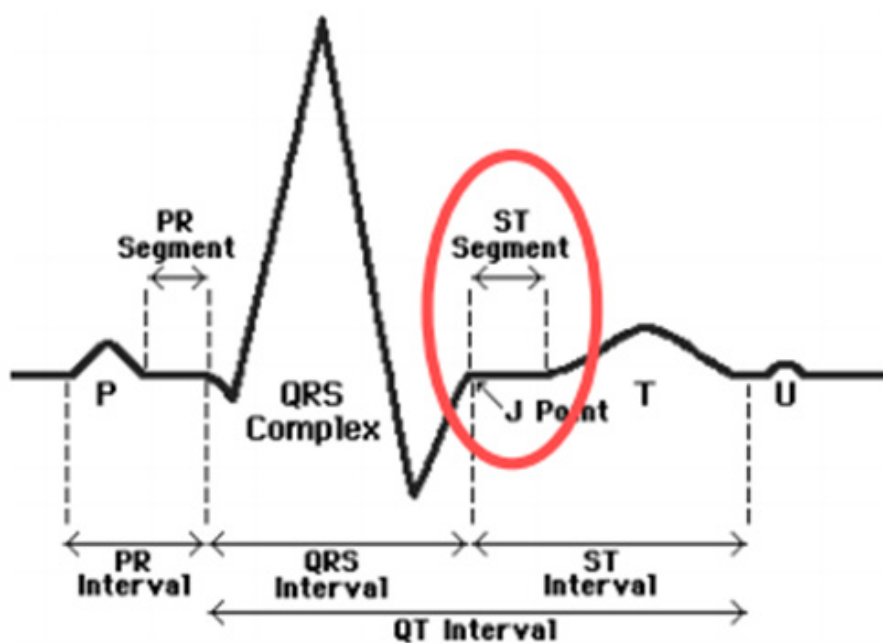
### **ZAWAŁ MIĘŚNIA SERCOWEGO**

Jest to martwica komórek mięśnia sercowego na określonym obszarze wywołana niedokrwieniem. Martwica zaczyna się rozwijać po 15–30 min od ustania przepływu krwi. Czas, w jakim dochodzi do martwicy, zależy od wielkości zamkniętej tętnicy. Charakterystycznym obrazem niedokrwienia mięśnia sercowego jest STEMI. Jest to uniesienie odcinka ST.

Najbardziej typowym objawem zawału z uniesieniem ST jest ból w klatce piersiowej. Ból ma charakterystyczne cechy:

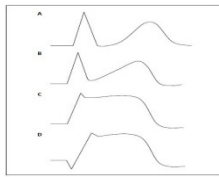
- bardzo silny, piekący, dławiący, ściskający, gniotący;
- zlokalizowany za mostkiem narasta;
- może promieniować do żuchwy, barków, do nadgarstków, do pleców, łopatk;
- nie zmniejsza się po podaniu nitrogliceryny pod język;
- może wystąpić duszność;
- występuje niepokój, lęk, strach przed śmiercią;
- mogą towarzyszyć nudności.

W przypadku podejrzenia zawału serca nie należy zwlekać z wezwaniem pogotowia ratunkowego. Numer pogotowia ratunkowego 999 lub 112.



Ryc. 56. Segment, w którym szukamy uniesienia ST. Obserwujemy zachowanie się punktu J.

STEMI – uniesienie odcinka ST (Ryc. 57)



Ryc. 57. Ewolucja odcinka ST w przypadku STEMI.



Ryc. 58. a) STEMI ściany przedniej b) STEMI ściany dolnej.

Zmiany zespołu QRS sugerują martwicę mięśnia sercowego (Tab. 2). Charakterystyczne zespoły QRS występują w zapisie EKG w odpowiednich miejscach, odpowiadających ścianom serca. Ryciny powyżej obrazują lokalizację zawału. Z lewej strony uniesienie odcinka ST od V1 do V6 – ściana przednia (Ryc. 58a). Po lewej stronie uniesienie odcinka ST w odprowadzeniu II i III – ściana dolna (Ryc. 58b).

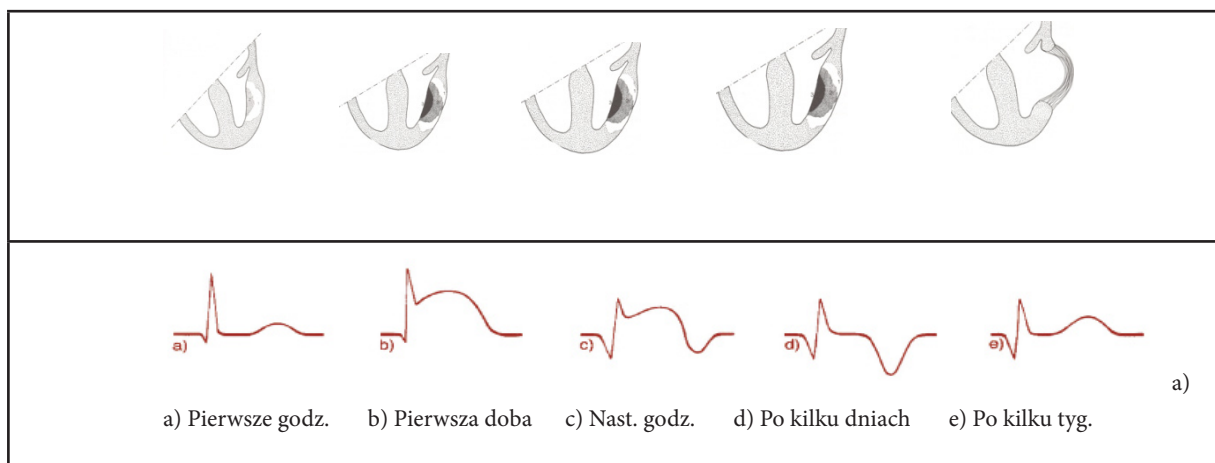


Tabela 2. Ewolucja zawału pełnościennego; Mięsień sercowy + zachowanie zespołu QRS i odcinka S-T; Etapy uniesienia S-T i pojawiający się załamek Q.

### Lokalizacja zawału w elektrokardiogramie (Tab.3).

I BOK	aVR	V1 PRZEGRODA; TYŁ (LUSTRO)	V4 PRZÓD
II DÓŁ	aVL BOK	V2 PRZEGRODA; TYŁ (LUSTRO)	V5 BOK
III DÓŁ	aVF DÓŁ	V3 PRZÓD	V6 BOK

Tabela 3. Lokalizacja zawału w elektrokardiogramie.

ZAWAŁ ŚCIANY DOLNEJ – I, II, avF

PRZEGRODOWY – V1, V2

ŚCIANY PRZEDNIEJ – V3, V4

PRZEDNIO-BOCZNY – V3, V4, V5, V6, I, avL

BOCZNY – V5, V6

DOLNO-BOCZNY – II, III, V5, V6, avL

TYLNY – V1, V2, (lustrzane odbicie), wysoki R

PRAWA KOMORA – V4, V5, V6, avL po prawej stronie

KONIUSZKOWY – prawie we wszystkich odprowadzeniach.

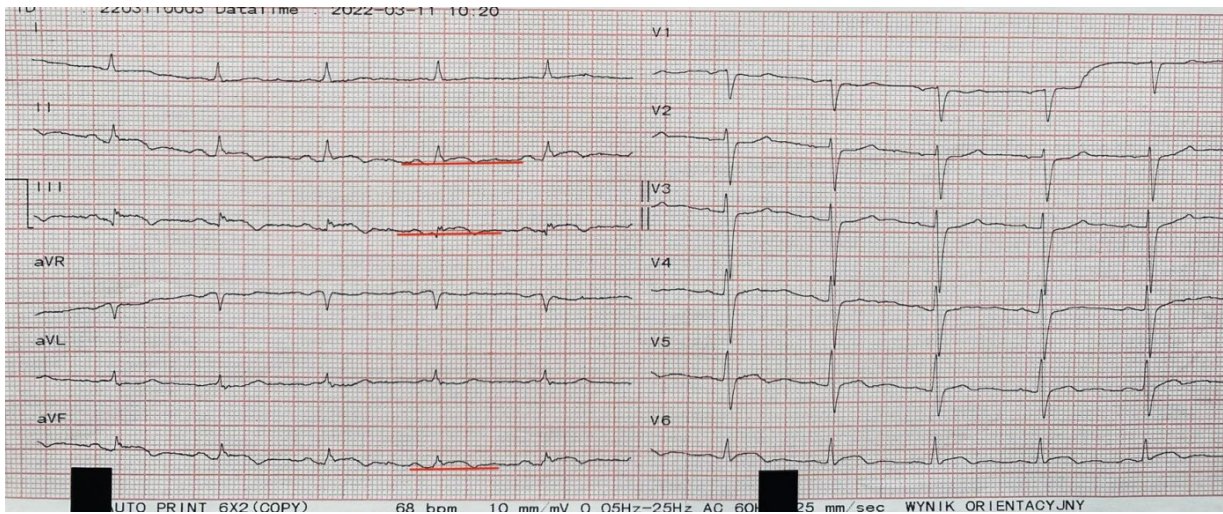
#### Dławica piersiowa spontaniczna – Prinzmetal

Charakteryzuje się występowaniem bólów spoczynkowych i towarzyszących zmian w EKG pod postacią uniesienia odcinka ST. Mechanizm tej dławicy polega na skurczu tętnicy wieńcowej, która może być prawidłowa lub zmieniona miażdżycowo. Dławica Prinzmetal w 25 % kończy się zawałem (OZW) lub zaburzeniami rytmu pod postacią bloków, a czasami migotania komór.

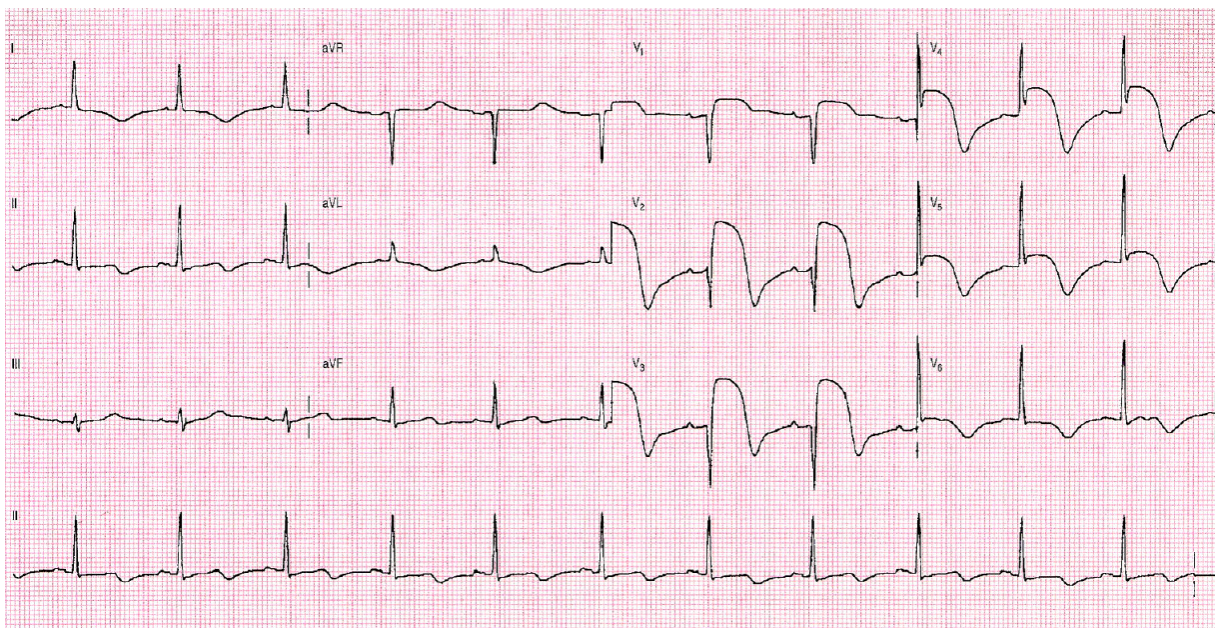
#### Kryteria rozpoznania:

- ból spoczynkowy;
- ból występuje w rytmie dobowym;
- uniesienie odcinka ST w EKG;
- bólom mogą towarzyszyć tachykardia i bloki.





Elektrokardiogram 2. STEMI ściany dolnej.



Elektrokardiogram 3. STEMI ściany przedniej (źródło: Garcia T: EKG – Sztuka interpretacji. Wyd. Medipage 2015).

## ZABURZENIA RYTMU SERCA

Prawidłowo serce pracuje w rytmie miarowym. Zdarza się jednak, że z różnych powodów może zacząć bić niemiernie. Nieprawidłowy rytm serca może pochodzić z przedsionków, węzła przedsionkowo-komorowego, łączy oraz mięśnia komór.

Można wyróżnić dwa rodzaje zaburzeń w zależności od drogi rozchodzenia się fali depolaryzacji. Są to rytmy **nadkomorowe** i **węzłowe**, które są rytmami zatokowymi, przedsionkowymi oraz z łączy p/k. Fala depolaryzacji rozchodzi się zwykłą drogą przez pęczek Hisa i jego odnogi. Zespoły QRS są prawidłowe. Drugi rodzaj rytmów to **rytmy komorowe**. Depolaryzacja rozchodzi w sposób nieprawidłowy w obrębie komór i wolniej przez włókna Purkiniego. Zespoły QRS są szerokie i zniekształcone.



## 2. Arytmie nadkomorowe

### a) Ekstrasystolia nadkomorowa

Pojawia się wcześniej niż oczekiwana kolejna ewolucja serca. Występuje przerwa poekstrasystoliczna.

### Migotanie przedsionków – FA

Mechanizmem odpowiedzialnym za migotanie przedsionków jest szybka, chaotyczna depolaryzacja w obrębie przedsionków, będąca wynikiem obecności licznych krążących fal re-entry **fala f**. Rytm komór zależy od przypadkowego przewodzenia pobudzeń z różnych ośrodków bodźcotwórczych przez łącze AV (Ryc. 59), dlatego odstępy między zespołami QRS są całkowicie losowe.

### b) Cechy migotania przedsionków

Rytm komór zupełnie niemiary,owy,

Fala f nieregularna, o zmiennej amplitudzie i kształcie,

Częstość wychyleń fali f 350-600/min,

Liczne fale re-entry powodujące nieskoordynowaną czynność przedsionków,

Brak załamek P,

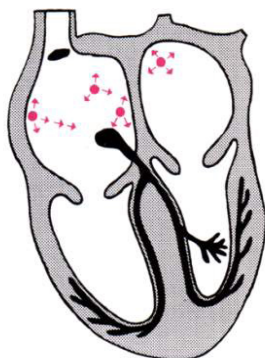
Kształt zespołów QRS przeważnie prawidłowy.

### Rodzaje FA:

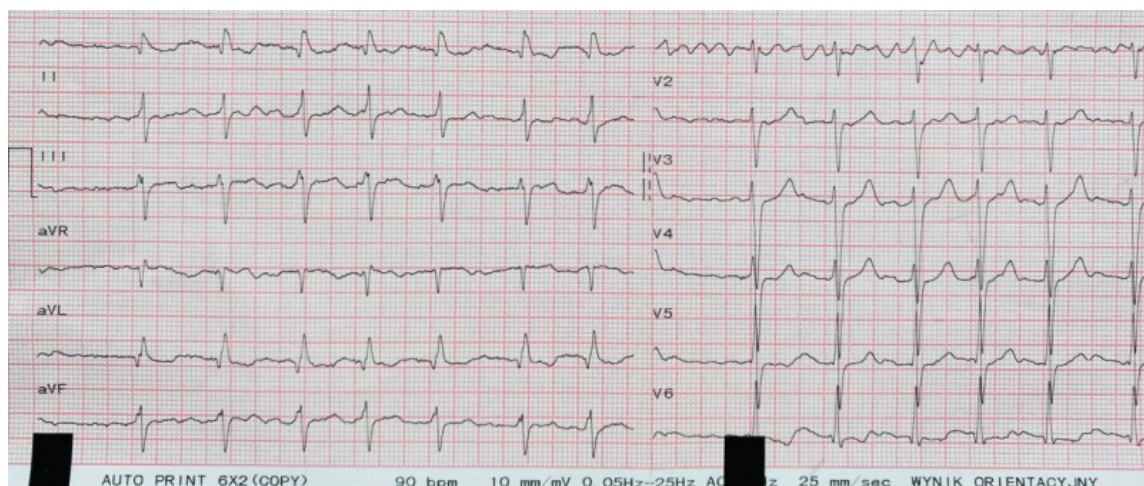
**Napadowe** – spontanicznie ustępujące epizody.

**Przetrwałe** – arytmia utrzymująca się, a rytm zatokowy nie powraca samoistnie.

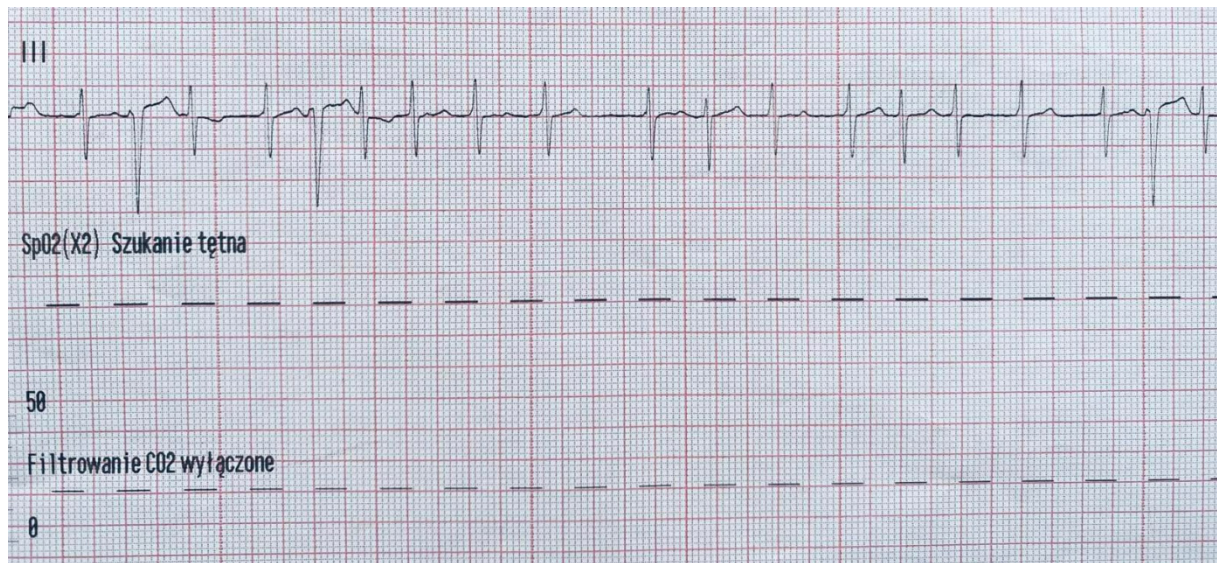
**Utrwalone** – arytmia utrzymuje się mimo prób przywrócenia rytmu zatokowego.



Ryc. 59. Wiele ośrodków pobudzeń.



Elektrokardiogram 4. Migotanie przedsionków.



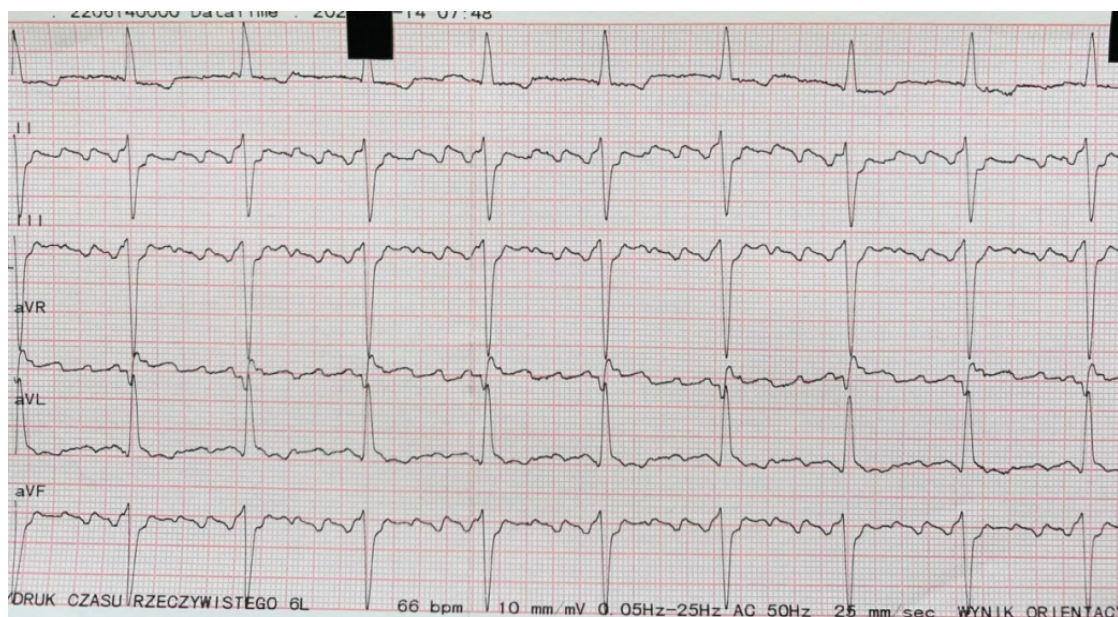
Elektrokardiogram 5. Migotanie przedsionków. Wydruk z monitora. Po pierwszym QRS widoczna ekstrasystolia komorowa (wystąpiły 3x).

### c) Trzepotanie przedsionków

Jest wynikiem aktywności nadkomorowego ogniska ektopowego, wyzwalającego pobudzenia z dużą częstotliwością lub krążenia pobudzenia po obwodzie pętli re-entry w obrębie prawego przedsionka. Polega na dużym przyspieszeniu akcji przedsionków. Węzeł AV nie jest w stanie tak szybko przewodzić tych impulsów, dlatego powstaje blok 2:1, 3:1, 4:1. Szybki rytm przedsionków powoduje pojawienie się w zapisie EKG charakterystycznych „zębów piły” w obrębie linii izoelektrycznej, tzw. **fala F**.

Cechy trzepotania przedsionków:

- fale F „zęby piły” w obrębie linii izoelektrycznej;
- brak linii izoelektrycznej między falami F w odprowadzeniach kończynowych;
- częstość przedsionków 250–350/min;
- rytm komór miarowy.



Elektrokardiogram 6. Trzepotanie przedsionków z miarowym rytmem komór.



### 3. Arytmie komorowe

#### a) Przedwczesne pobudzenia komorowe

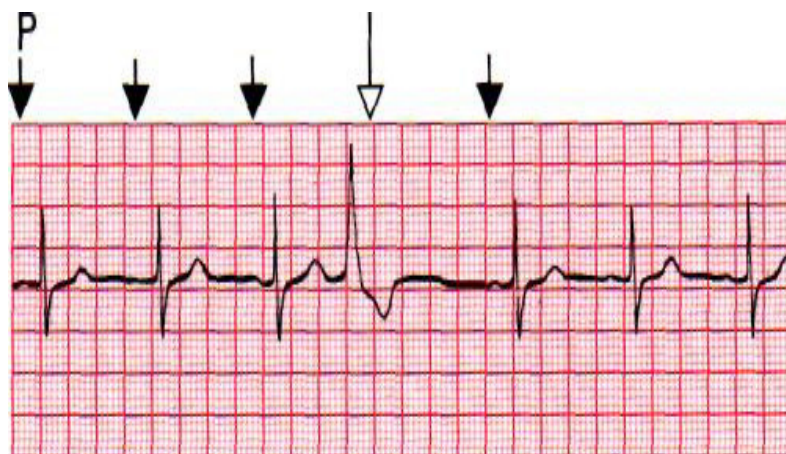
Przedwczesny zespół QRS – zniekształcony i poszerzony ( $> 0,12$  s) (Ryc. 60)

Brak poprzedzającego załamka P.

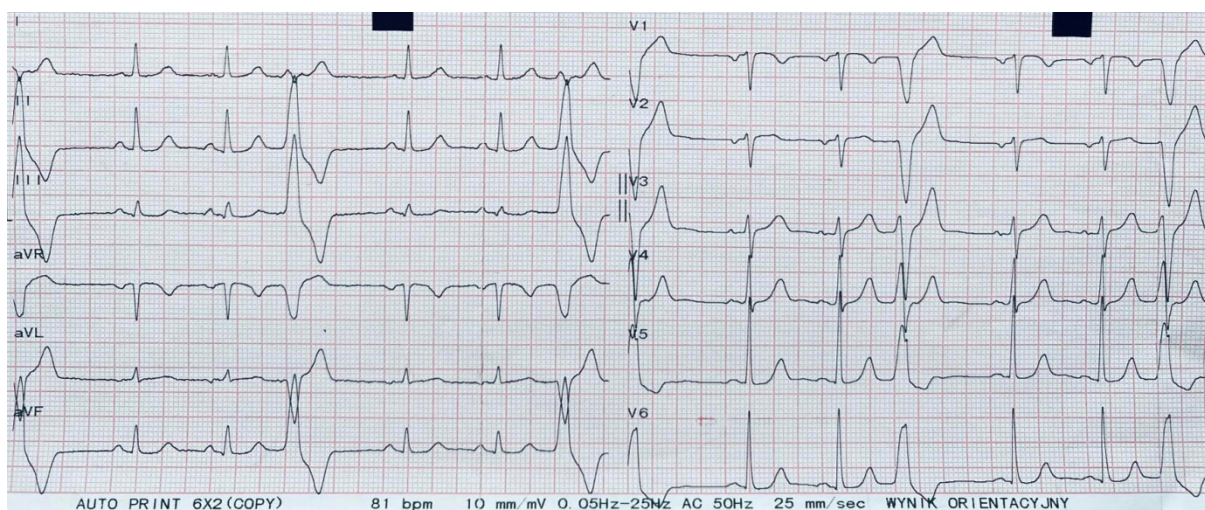
Przeciwny kierunek zespołu ST-T do największego wychylenia zespołu QRS.

Najczęściej obecna pełna przerwa wyrównawcza po pobudzeniu komorowym.

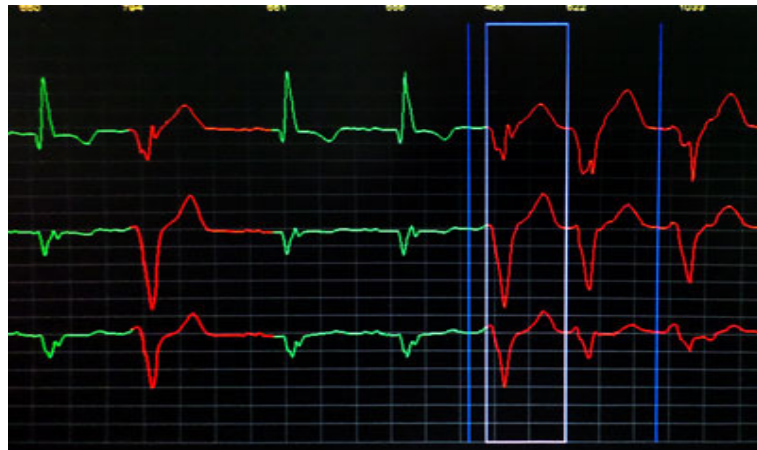
Pobudzenie komorowe umiejscowione pomiędzy 2 kolejnymi ewolucjami rytmu zatokowego, które nie zakłóca jego miarowości, nosi nazwę pobudzenia wtrąconego. Pobudzenia pochodzące z różnych ośrodków mają różny kształt.



Ryc. 60. Czwarty zespół QRS jest przedwczesny (źródło: Garcia T.: EKG - Sztuka interpretacji. Wyd. Medipage 2015).



Elektrokardiogram 7. W prawidłowym rytmie zatokowym przedwczesne pobudzenia komorowe. Co trzeci nieprawidłowy.



Elektrokardiogram 8. Przedwczesne pobudzenia komorowe; zapis z monitora.

#### b) Rytm komorowe – brak załamka P (Ryc. 61)

- wolne
- przyspieszone



Ryc. 61. Wolny rytm komorowy.

### 4. Tachyarytmie komorowe

#### a) Częstoskurcz komorowy VT

To wynik aktywności komorowego ogniska ektopowego wyzwalającego pobudzenia z dużą częstością lub powstaje w pętli re-entry (Ryc. 62), po której krąży fala pobudzenia. VT jest bardzo szybkim rytmem komorowym. Występuje zwykle niezależnie od rytmu przedsionków.

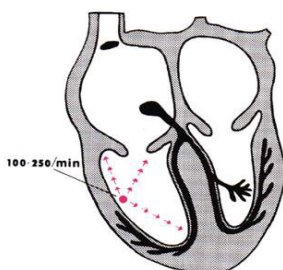
Ze względu na czas trwania częstoskurczu komorowego określa się jako:

**Nieutralny** – trzy i więcej pobudzeń komorowych trwające poniżej 30 s.

**Utrwalony** – trwające powyżej 30 s lub przerwane kardiowersją przed upływem 30 s z powodu zaburzeń hemodynamicznych.

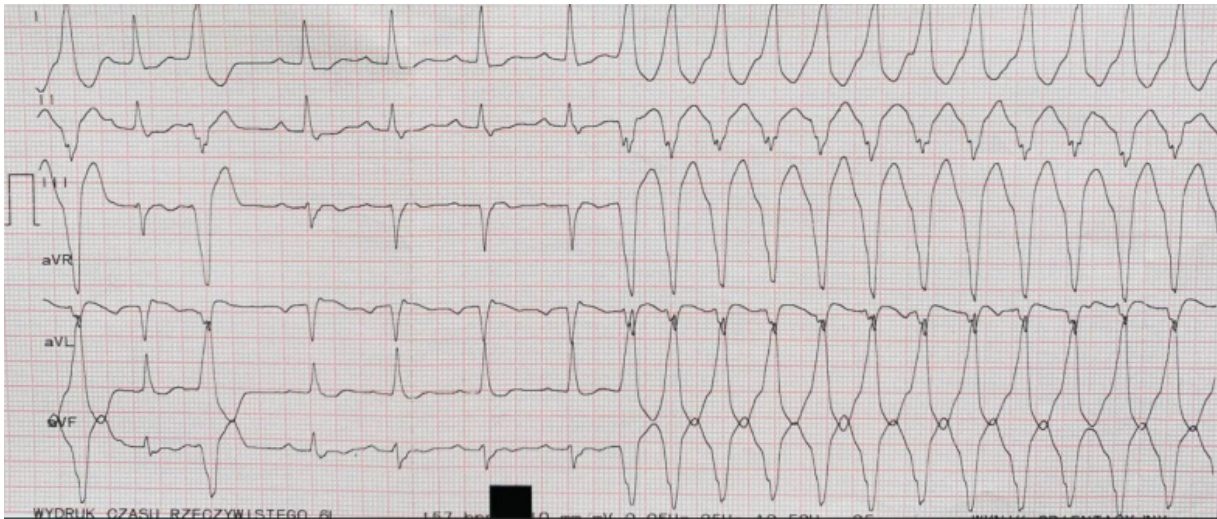
**Ustawiczny** – nawracające epizody częstoskurczów komorowych obejmujących czasowo w sumie powyżej 50% doby.

**Cechy VT:** Miarowy rytm o częstości **100–250/min**; Poszerzone zespoły QRS powyżej 0,12 s z przeciwstawnością odcinka ST i załamka T; Niezależny rytm przedsionków.



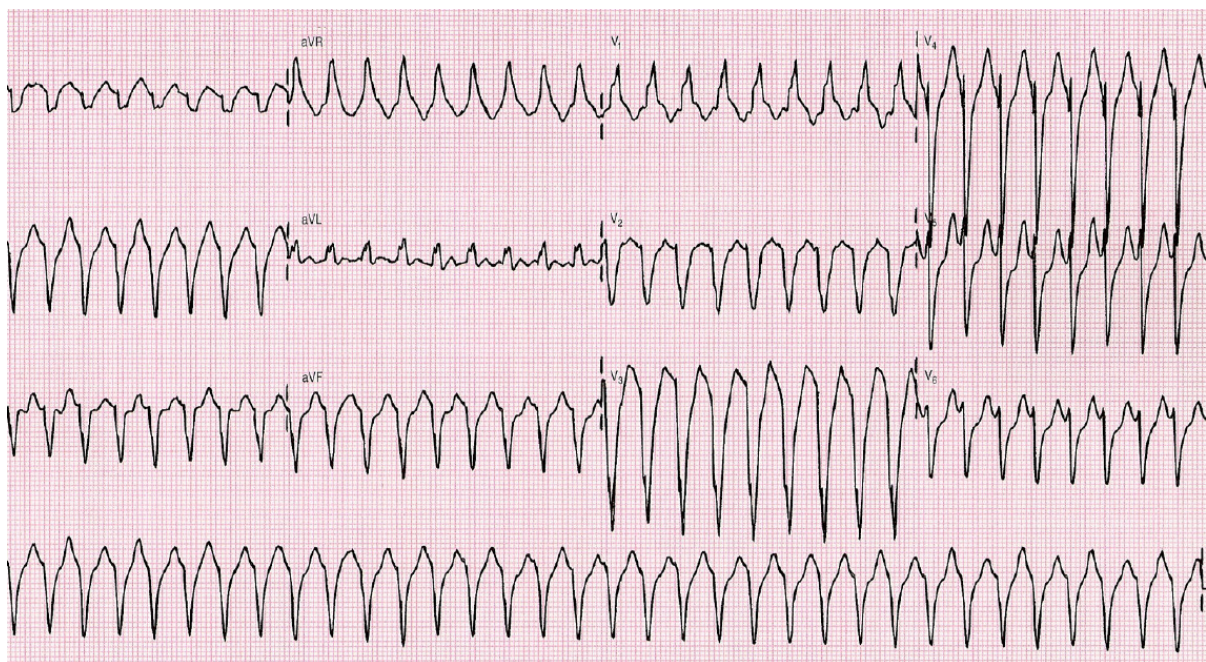
Ryc. 62. Ognisko ektopowe.





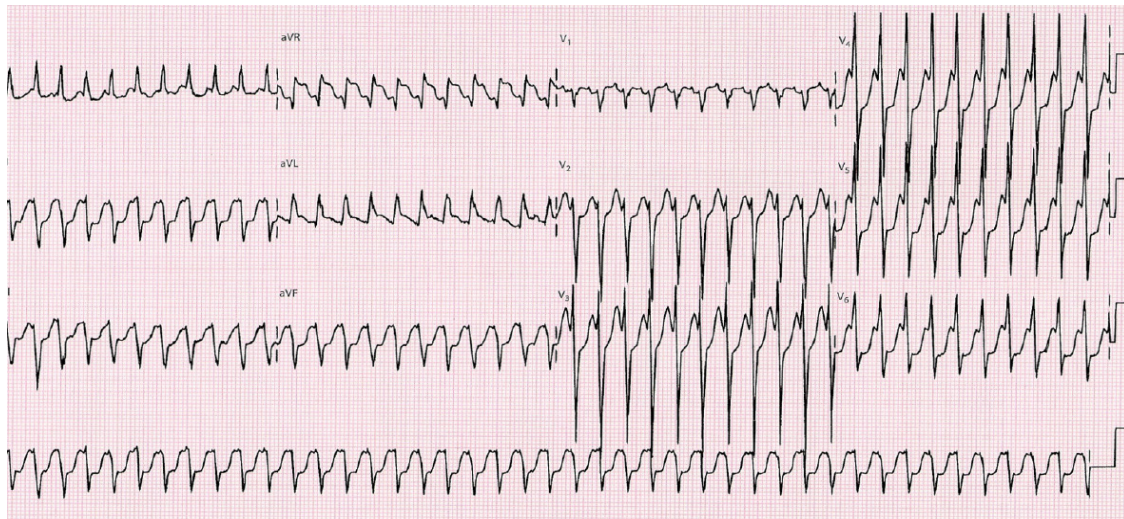
Elektrokardiogram 9. Częstoskurcz wystąpił po rytmie zatokowym.

**Przykład częstoskurczu z wąskimi i z szerokimi zespołami QRS**



Elektrokardiogram 10. Częstoskurcz komorowy z szerokimi zespołami QRS (źródło: Garcia T.: EKG- Sztuka interpretacji. Wyd. Medipage 2015).

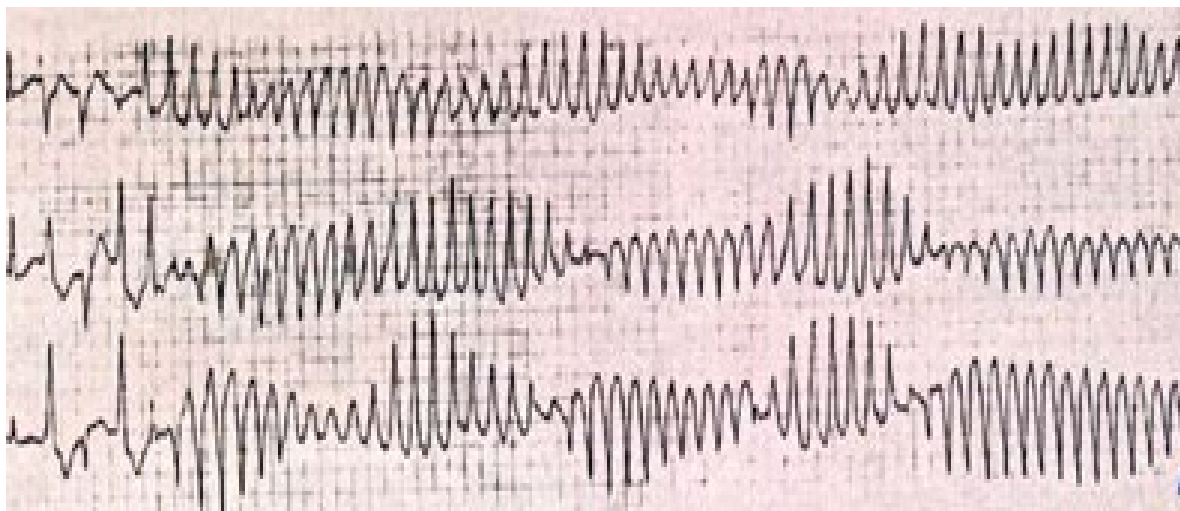




Elektrokardiogram 11. Częstoskurcz w wąskimi zespolami QRS (źródło: Garcia T.: EKG - Sztuka interpretacji. Wyd. Medipage 2015).

#### b) Częstoskurcz komorowy wielokształtny Torsade de pointes (balet serca)

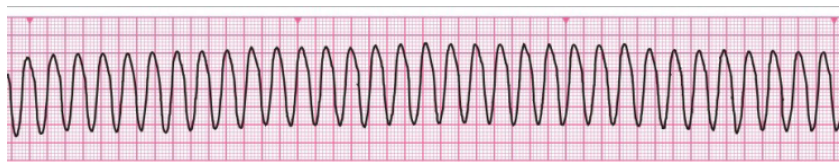
To niemiary rytm komór o częstości 150-250/min. Charakterystyczny zmieniający się kierunek wychyleń zespołów QRS, brak załamek P. Jest to postać tachykardii komorowej o zmiennym kierunku wychyleń i różnym kształcie zespołów QRS. U podłoża torsade de pointes leży wydłużenie odstępu QT/QTc. Może ustąpić samostannie lub przejść w migotanie komór.



Elektrokardiogram 12. Torsade de pointes.

#### c) Trzepotanie komór w zapisie EKG

Powstaje w wyniku krążenia fal pobudzenia w kilku obwodach re-entry. To szybkie pobudzenia poszczególnych włókien mięśniowych układające się w sinusoidalną, regularną falę trzepotania 180-300/min. Brak możliwości identyfikacji QRS (Ryc. 63). W obrazie klinicznym stwierdza się zatrzymanie krążenia.



Ryc. 63. Trzepotanie komór.

#### d) Migotanie komór w zapisie EKG

To najczęstsze z najcięższych zaburzenie rytmu serca zagrażające życiu człowieka. Częstość wychyleń fali migotania powyżej 300/min. Chaotyczna, nieregularna fala o zmiennej amplitudzie. Brak załamków P i zespołów QRS. Konieczne jest natychmiastowe wykonanie defibrylacji. Polega ona na dostarczeniu przez ścianę klatki piersiowej energii, która przywraca prawidłową pracę serca.



Elektrokardiogram 13. Migotanie komór



Elektrokardiogram 14. Migotanie komór; wydruk z kardiomonitora.

### 5. Blok prawej i lewej odnogi pęczka Hisa

#### a) Blok prawej odnogi pęczka Hisa – RBBB (Ryc. 64)

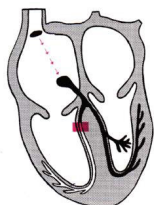
Zespół QRS poszerzony  $>0,12$  s.;

Zespół QRS w odprowadzeniach V1 i V2 zniekształcony, zazębiony w kształcie litery M ( $rSR'$ ,  $rsR'$ ,  $rR'$ );

Przeciwstawny kierunek odcinka ST i załamka T w stosunku do największego wychylenia zespołu QRS w odprowadzeniu V1;

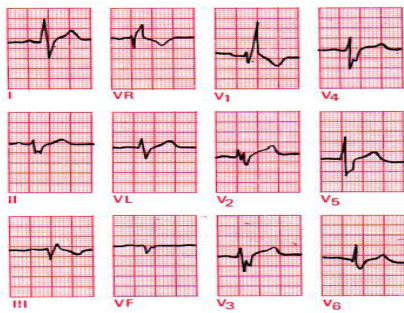
Obecność szerokiego załamka S w odprowadzeniach V5, V6;

Opóźniony zwrot ujemny w odprowadzeniach V1, V2 ponad 0,05 s. (Ryc. 65).

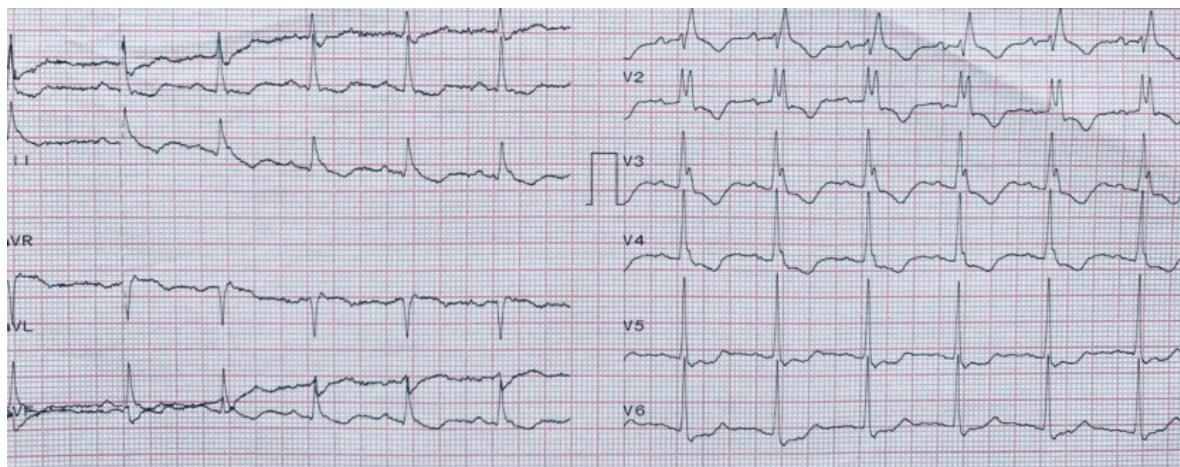


Ryc. 64. Zabłokowane przewodzenie przez prawą odnogę pęczka Hisa.





Ryc. 65. Kształt załamków w RBBB.



Elektrokardiogram 15. RBBB.

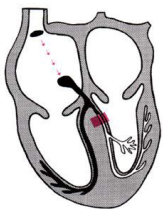
**b) Blok lewej odnogi Pęczka Hisa – LBBB(Ryc. 66)**

Zespół QRS poszerzony  $> 0,12$  s.;

Zespół QRS w odprowadzeniach V5, V6 zniekształcony, zazębiony (kształt M), brak załamka q w tych odprowadzeniach;

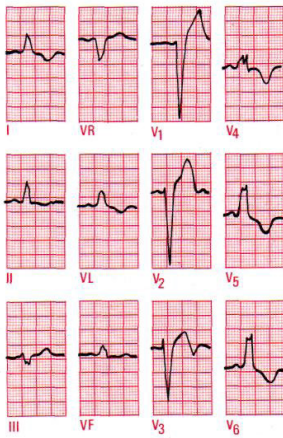
Przeciwny kierunek odcinka ST i załamka T w stosunku do największego wychylenia zespołu QRS w odprowadzeniach V5, V6;

Opóźniony zwrot ujemny w odprowadzeniach V5, V6 ponad 0,06 (Ryc. 67).

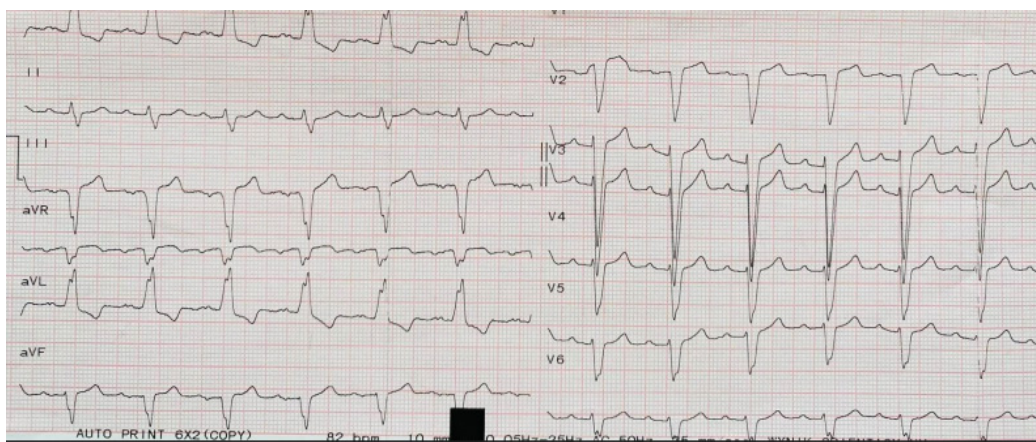


Ryc. 66. Zabłokowane przewodzenie przez lewą odnogę pęczka Hisa.





Ryc. 67. Kształt załameków w LBBB.

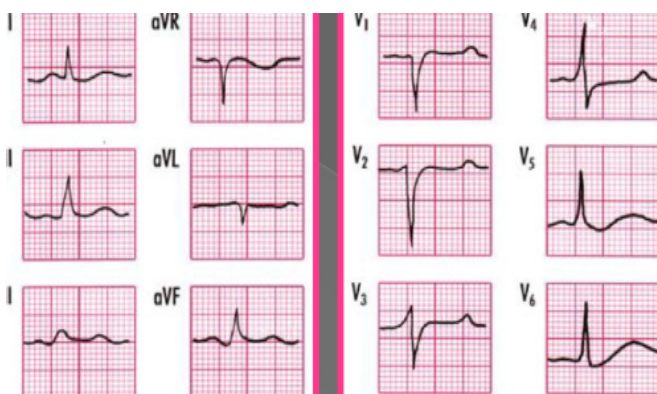


Elektroardiogram 16. LBBB

## 6. Zapis EKG w hipo- i hiperkaliemii

### a) hipokaliemia

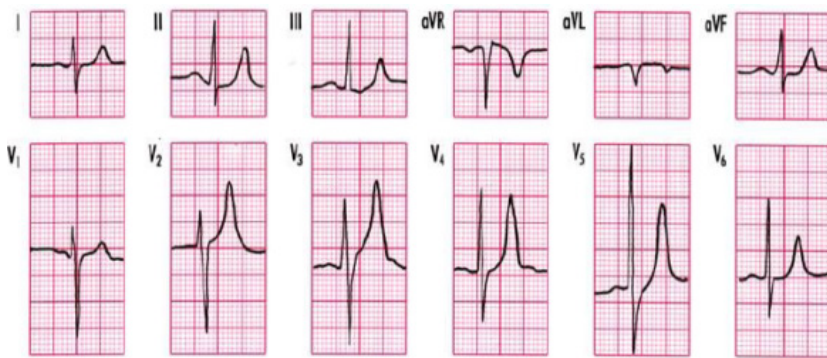
Obniżenie stężenia potasu w osoczu w EKG charakteryzuje się odwróconym załamekiem T, wysokim U, obniżeniem odcinka ST (Ryc. 68).



Ryc. 68. Załamki w hipokaliemii

### b) hiperkaliemia

Stan, w którym występuje wysoki poziom potasu ( $K^+$ ) w osoczu pacjenta. W EKG objawia się to wolnymi rytmami (zwolnienie przewodzenia p/k) z wysokimi, ostrymi załamekami T, poszerzeniem QRS, wydłużeniem odstępu PQ oraz poszerzonym płaskim P (Ryc. 69).



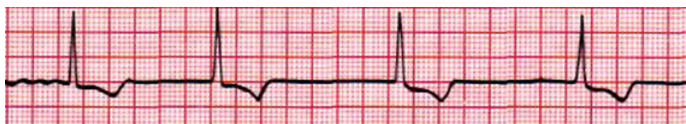
Ryc. 69. Załamki w hiperkaliemii.

## 7. Wpływ niektórych leków na elektryczną pracę serca

### Zatrucie naparstnicą

Jest to efekt przekroczenia stężenia terapeutycznego preparatami naparstnicy. Obserwuje się nadkomorowe i komorowe zaburzenia rytmu serca. Występują zaburzenia przewodnictwa, w tym blok AV III stopnia. Zapis EKG cechuje się:

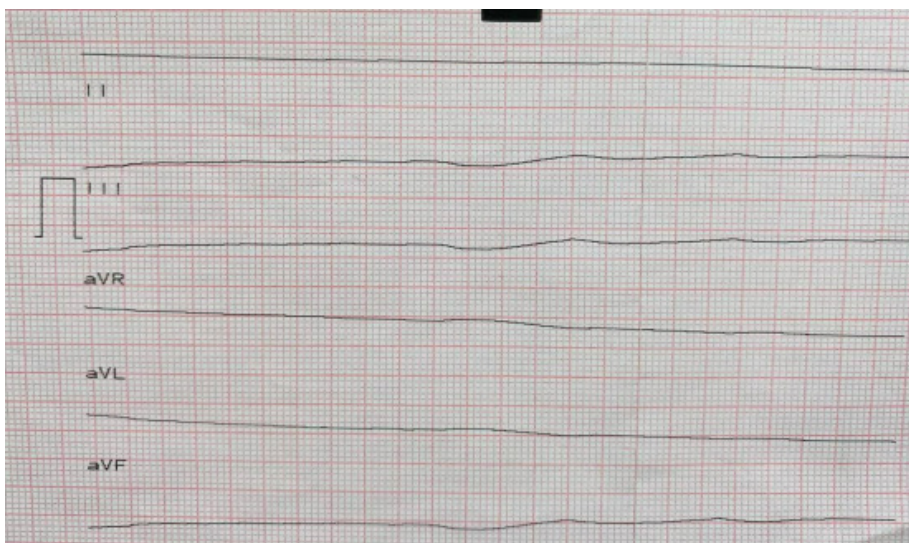
- „Miseczkowate” obniżenie odcinka ST
- Dwufazowy lub odwrócony załamek T
- Wydłużenie odstępu PQ
- Zwolnienie rytmu serca
- Skrócenie odstępu QT (Ryc. 70).



Ryc. 70. Rytm w zatruciu naparstnicą.

### 8. Pauza lub asystolia w zapisie EKG

Asystolia to brak aktywności elektrycznej serca (Ryc. 71). Nie występują załamki ani zespoły.



Elektrokardiogram 17. Asystolia.



## 9. Rytm ze stymulatora w zapisie EKG

### Stymulator

W przypadku chorób węzła zatokowego lub układu bodźco-przewodzącego może dojść do zwolnienia lub okresowego zatrzymania pracy serca. W takim przypadku wszczepiany jest sztuczny rozrusznik serca. Zastępuje on nieprawidłowo funkcjonujący naturalny rozrusznik, jakim jest właśnie węzeł zatokowy. Rozrusznik to elektroniczne urządzenie wytwarzające bodźce stymulujące przedsionki, komory w zależności od rodzaju implantowanego rozrusznika. Jest wielkości większego zegarka i waży ok. 30 g, jego grubość wynosi powyżej 1 cm. Elektrody mają długość ok. 55 cm i składają się z przewodów elektrycznych otoczonych silikonową izolacją i zakończone małymi kotwiczkami lub wkrętem.

**Typy stymulatorów: VVI, VDD, DDD, AAI**

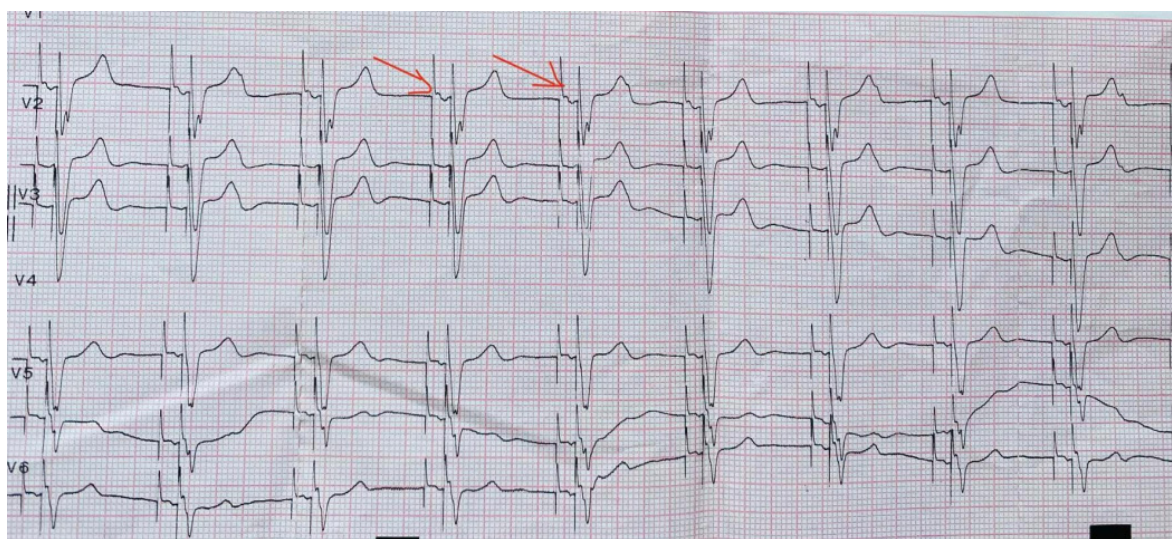
Wskazania do stałej stymulacji serca: bloke AV II, III stopnia; blok dwu-, trój-wiązkowy; zespół chorego węzła zatokowego; zespoły tachy-brady.

### Rodzaje stymulatorów (Tab. 4)

1. Jednojamowe – jedna elektroda umieszczona w prawej komorze
2. Dwujamowe – jedna elektroda w prawym przedsionku, druga w prawej komorze
3. Trzójjamowe – jedna elektroda w prawym przedsionku, druga w prawej komorze, trzecia w węźle zatokowym

Pierwsza litera – stymulowana jama serca	Druga litera – jama serca, w której wyczuwane jest pobudzenie	Trzecia litera – możliwa odpowiedź rozrusznika	Czwarta litera – włączona funkcja rate response
A – tylko przedsionek	A – tylko przedsionek	I – rozrusznik hamowany przez własną czynność serca pacjenta	R – urządzenie w odpowiedzi na aktywność pacjenta (ruch) przyspiesza częstość stymulacji
V – tylko komora	V – tylko komora	T – stymulacja komory serca wywołana czynnością przedsionków	
D – obie jamy serca	D – obie jamy serca	D – obie powyższe	
O – brak stymulacji	O – brak wyczuwania	O – brak reakcji	

Tabela 4. Tryby stymulacji: Kombinacja 3,4 kolejnych liter, np. VVI, DDDR. (źródło: Kurpesa M., Szafran B.: Interpretacja EKG. Kurs podstawowy. Wydawnictwo Lekarskie PZWL 2018).



Elektrokardiogram 18. Stymulacja w zapisie EKG.

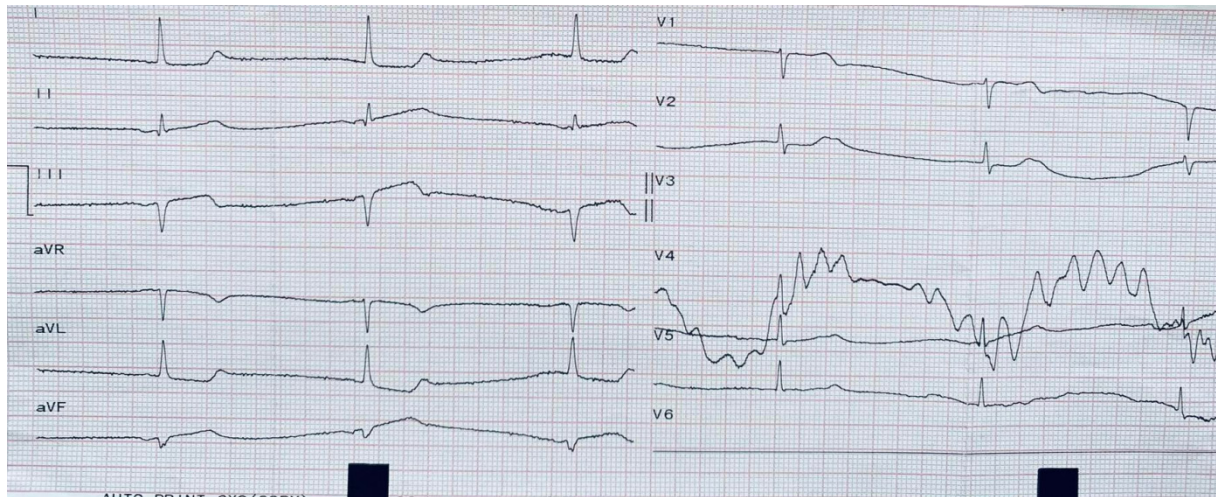
### Kardiowerter-defibrylator ICD

Kardiowertery-defibrylatory to urządzenia implantowane pacjentom w celu leczenia zagrażających życiu arytmii komorowych. Defibrylacja serca jest zabiegiem elektroterapii stosowanym w leczeniu różnych tachyarytmii.

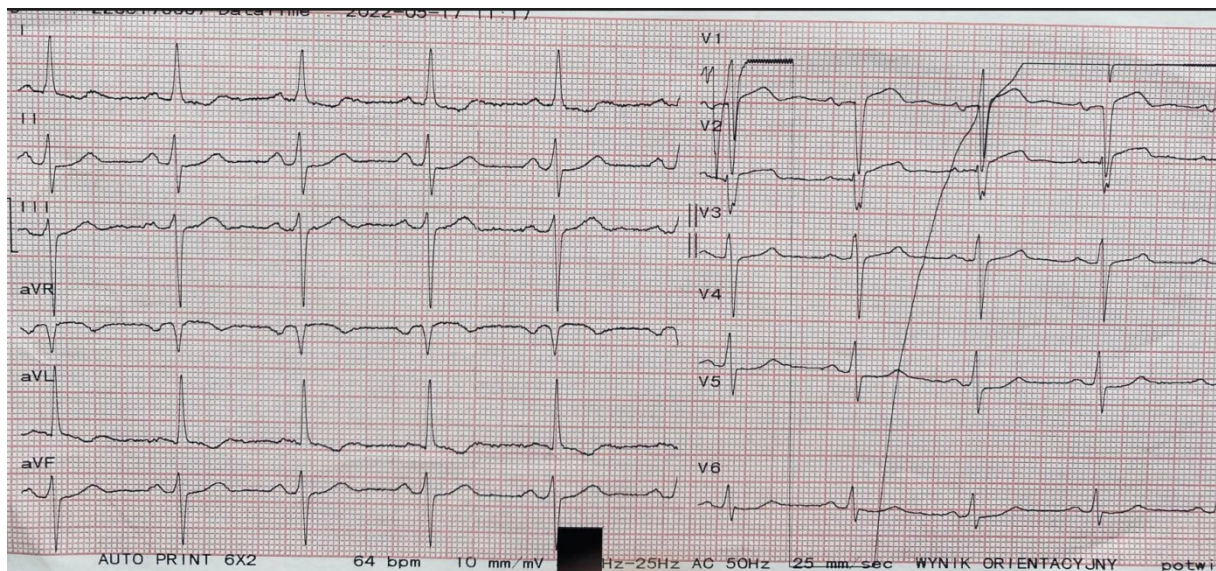


Podczas częstoskurczu komorowego ICD najpierw powodują próbę zakończenia napadu po przez narzucenie szybszego rytmu. Jeżeli ta metoda zawiedzie, wówczas dochodzi do wyładowania elektrycznego i do przerwania częstoskurczu. Natomiast jeżeli dochodzi do migotania komór, wówczas wyładowanie następuje od razu. Prąd defibrylacyjny przepływa przez serce między obudową ICD a elektrodą w prawej komorze.

#### Przykłady zakłóceń w trakcie wykonywania badania EKG



Elektrokardiogram 19. Przykład zakłócenia zapisu EKG. Artefakty – V5 i odłączona elektroda V6.

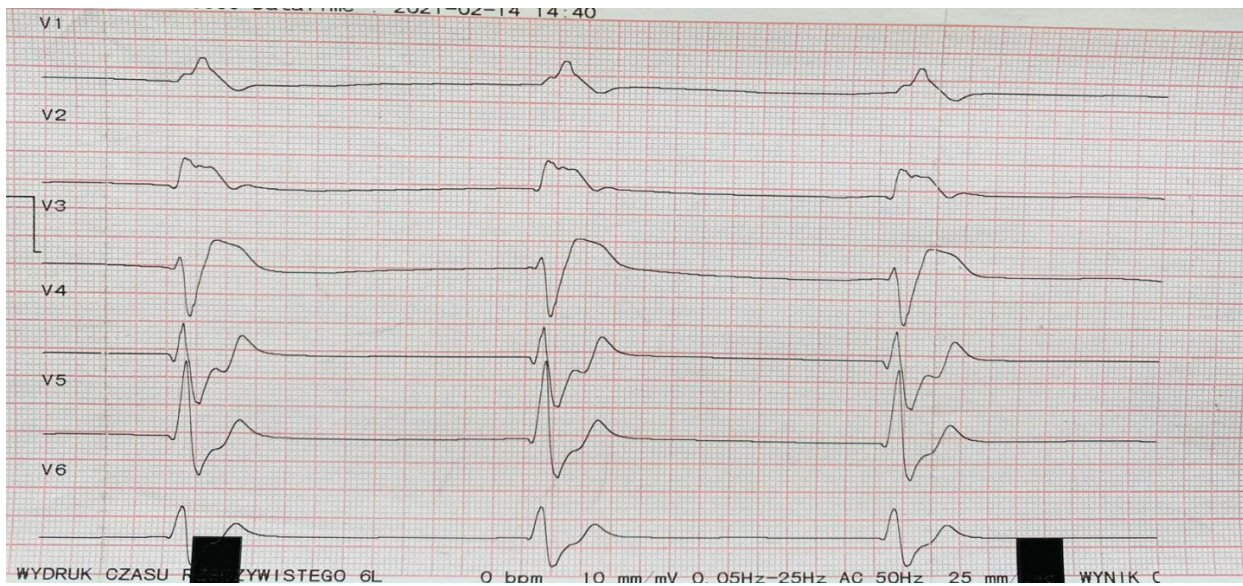


Elektrokardiogram 20. Przykład zakłócenia zapisu EKG. Odlączona elektroda V1.



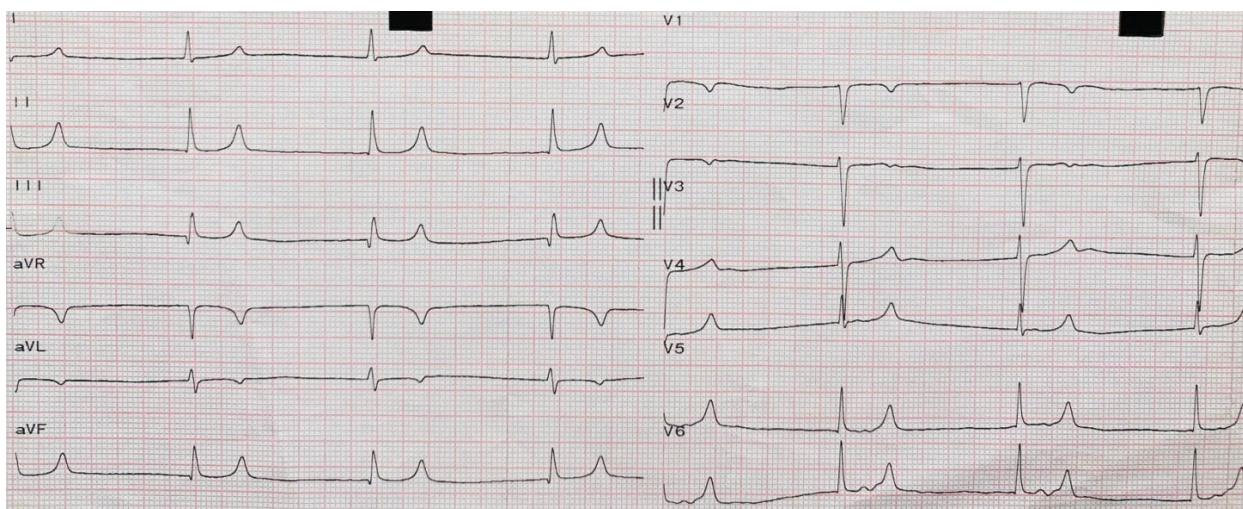
### Pytania – Moduł III

Poniższe elektrokardiogramy pochodzą z rzeczywistych przypadków kardiologicznych.  
Proszę rozpoznać najważniejsze zaburzenie w zapisie EKG i wybrać właściwą odpowiedź.



#### Zadanie EKG 1.

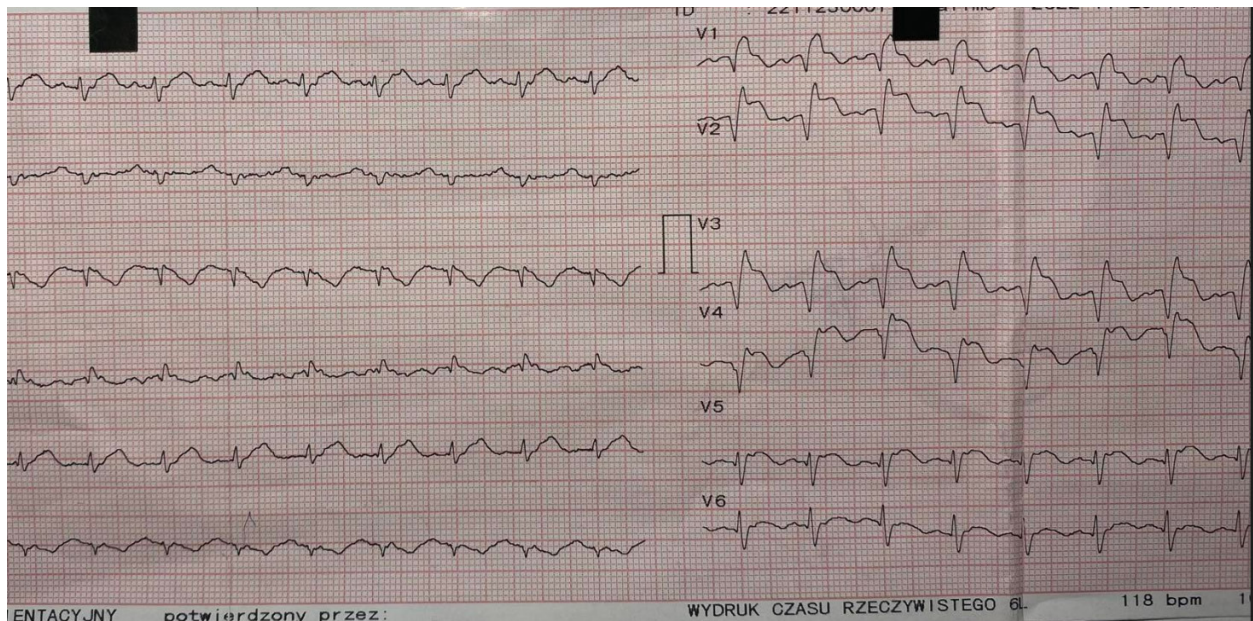
- a) bradykardia
- b) wolny rytm komorowy



#### Zadanie EKG 2.

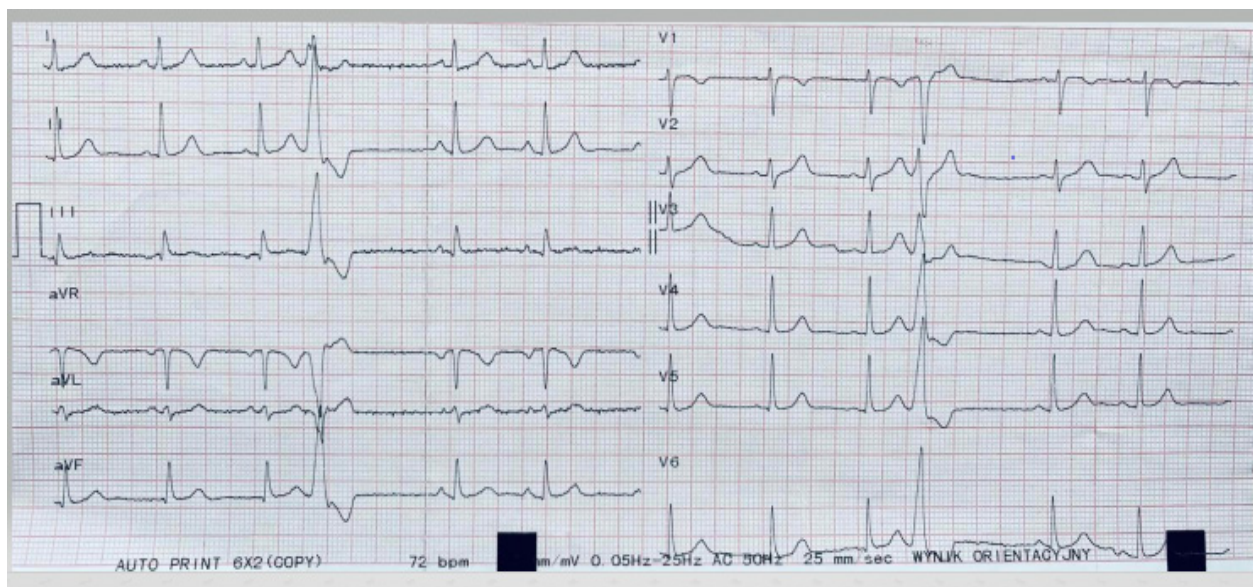
- a) rytm węzłowy
- b) bradykardia zatokowa





Zadanie EKG 3.

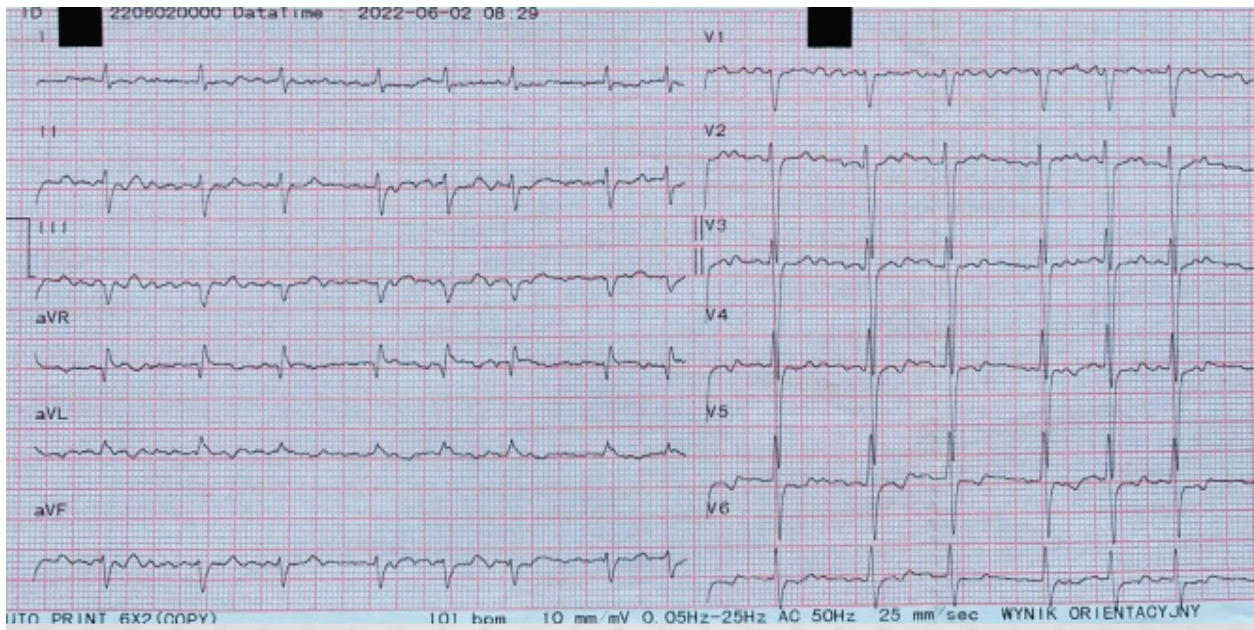
- a) częstoskurcz
- b) STEMI V1, V2, V3, V4



Zadanie EKG 4.

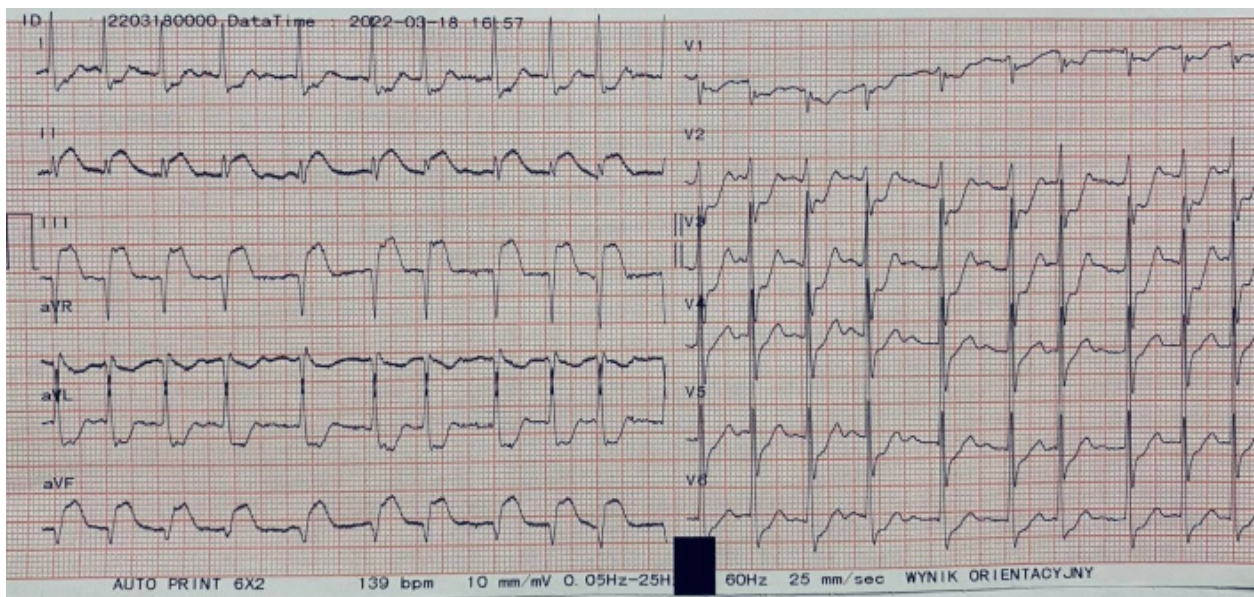
- a) niemiary rytm pozazatokowy
- b) rytm zatokowy miarowy, dodatkowo pojedyncza ekstrasystolia komorowa





Zadanie EKG 5.

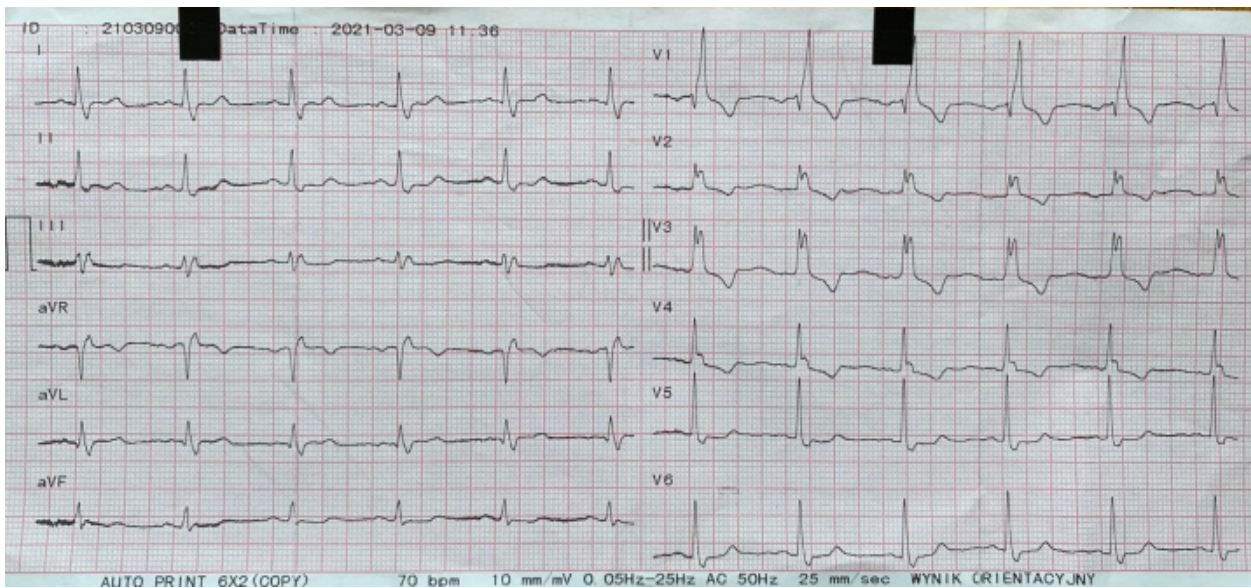
- a) migotanie przedsionków
- b) migotanie komór



Zadanie EKG 6.

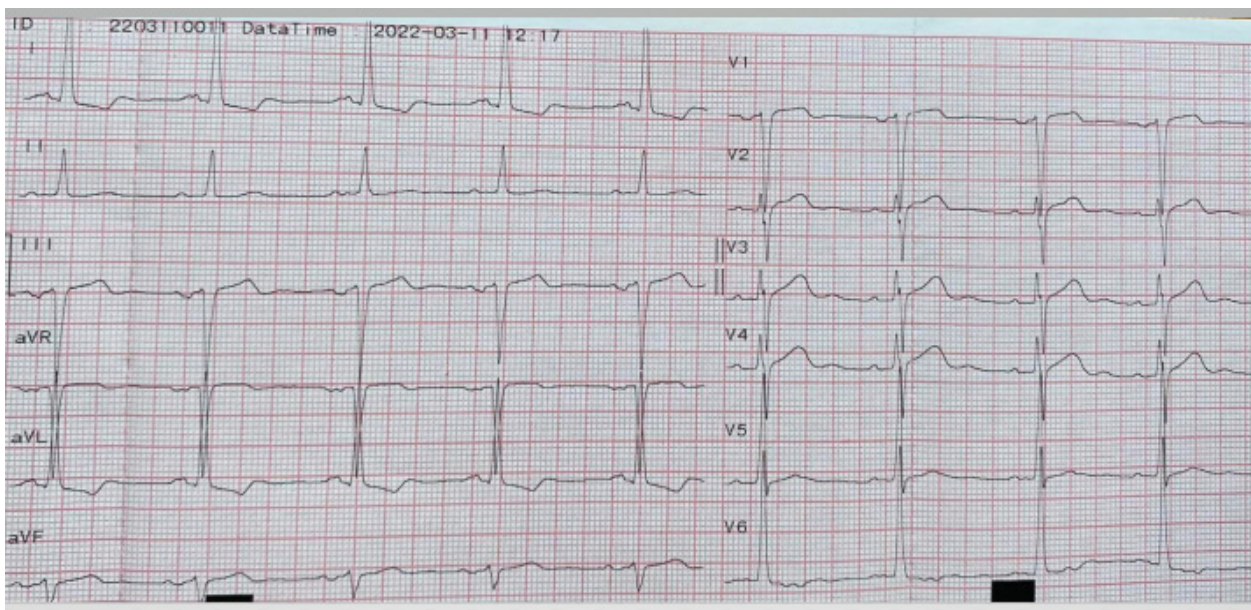
- a) częstoskurcz komorowy
- b) STEMI II, III, aVF





Zadanie EKG 7.

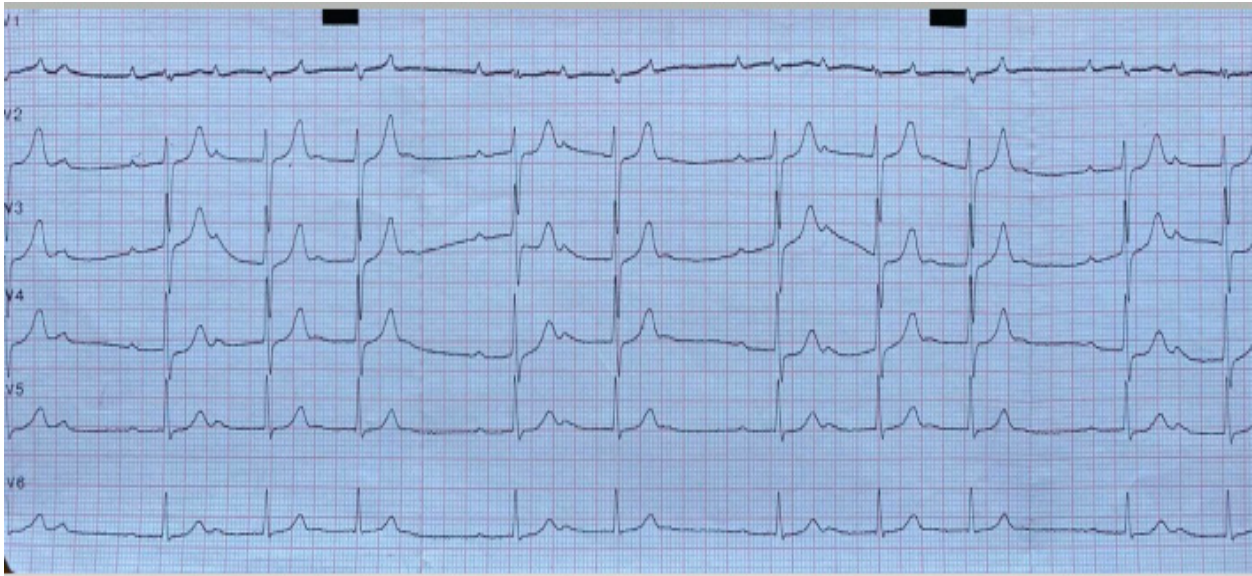
- a) RBBB
- b) hipokaliemia



Zadanie EKG 8.

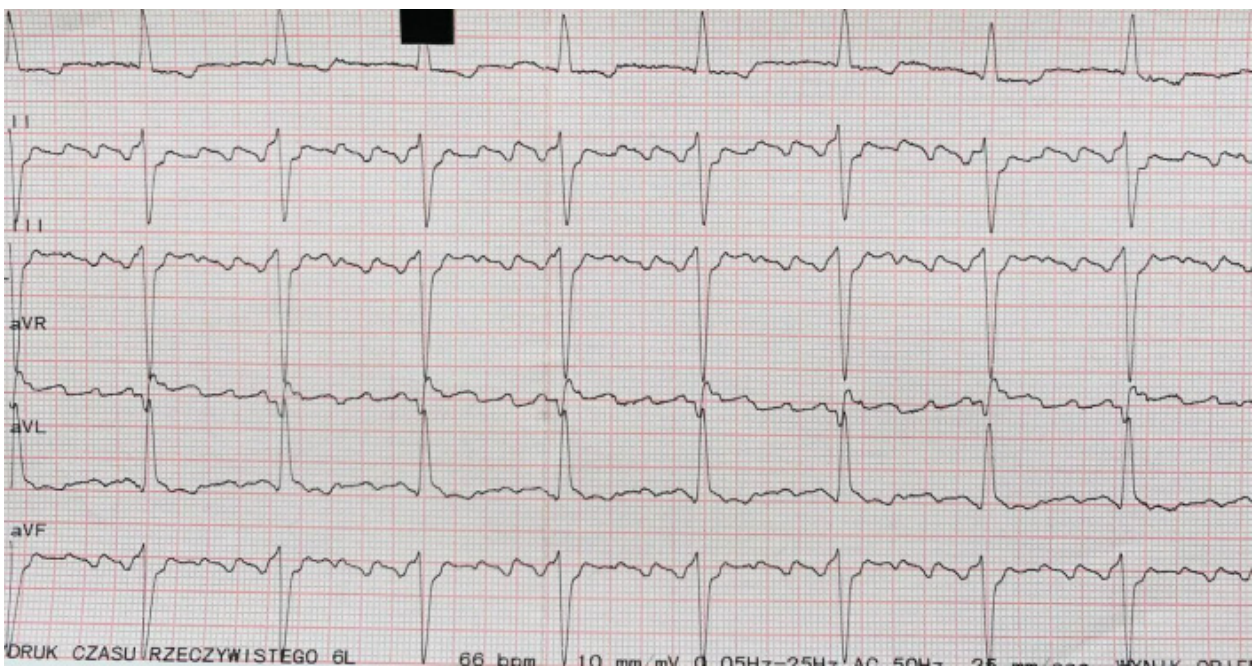
- a) rytm zatokowy miarowy, załamek P-mitrale
- b) rytm miarowy, LBBB





Zadanie EKG 9.

- a) niemiarywość oddechowa
- b) blok Mobitz I



Zadanie EKG 10.

- a) trzepotanie przedsionków
- b) rytm miarowy zatokowy

Odpowiedzi: 1b, 2a, 3b, 4b, 5a, 6b, 7a, 8a, 9b, 10a.

# MODUŁ IV

## BADANIA DIAGNOSTYCZNE Z WYKORZYSTANIEM ZAPISU ELEKTROKARDIOGRAFICZNEGO

### Cele kształcenia

Nabywanie przez pielęgniarkę i położną aktualnej wiedzy z zakresu badań diagnostycznych z wykorzystaniem zapisu elektrokardiograficznego.

### PRÓBA WYSIŁKOWA

Badanie EKG metodą testu wysiłkowego

Próba wysiłkowa serca – elektrokardiogram wysiłkowy

EKG wysiłkowe jest badaniem wykonywanym w celu pomiaru czynności elektrycznej serca w warunkach zwiększonego obciążenia wywołanego wysiłkiem fizycznym o znacznym nasileniu. Niektóre stany patologiczne ujawniają się w sytuacji zwiększonego wysiłku, co wpływa na wzrost zapotrzebowania serca na tlen. Badanie ocenia deficyt przepływu wieńcowego w trakcie wysiłku. Badanie jest wykonywane według ustandaryzowanych protokołów.

### Wskazania do wykonania badania EKG metodą testu wysiłkowego

- Podejrzanie choroby wieńcowej u osób z nietypowymi objawami.
- Ocena wydolności wysiłkowej, wskazań do koronarografii i określenie rokowań chorych po zawale serca bez powikłań.
- Ocena chorych po wszczepieniu pomostów aortalno-wieńcowych oraz po angioplastyce wieńcowej.
- Ocena chorych z narastającymi zaburzeniami rytmu mającymi związek z wysiłkiem.

### Wskazania dodatkowe

- Diagnostyka choroby wieńcowej z typowymi i nietypowymi bólami wieńcowymi.
- Ocena osób bez objawów, wykonujących określone funkcje (piloci, kierowcy autobusów).
- Ocena osób bez objawów po 40. roku życia, u których występują czynniki ryzyka choroby wieńcowej.
- Ocena skuteczności farmakoterapii.

### Bezwzględne przeciwwskazania do wykonania próby wysiłkowej

- Świeży zawał serca (pierwsze dwie doby).
- Niestabilna dławica piersiowa dużego ryzyka.
- Nieopanowane zaburzenia rytmu serca, wywołujące dolegliwości lub zaburzenia hemodynamiczne.
- Czynne zapalenie wsierdzia.
- Objawowe ciężkie zwężenie ujścia aortalnego.
- Objawowa niewydolność serca.
- Ostry zator tętnicy płucnej lub zawał płuca.
- Ostra choroba niezwiązana z sercem, która może mieć wpływ na wykonywanie próby wysiłkowej lub pogorszyć się w czasie wysiłku (np. zakażenie, niewydolność nerek, nadczynność tarczycy).
- Ostre zapalenie mięśnia sercowego lub osierdzia.
- niesprawność fizyczna, która może uniemożliwić bezpieczne i właściwe wykonanie próby.
- Brak zgody pacjenta na badanie.

#### Względne przeciwwskazania do wykonania próby wysiłkowej

- Zwężenie pnia lewej tętnicy wieńcowej.
- Umiarkowane zwężenie ujścia w wadzie zastawkowej serca.
- Zaburzenia elektrolitowe.
- Tachyarytmie lub bradyarytmie.
- Migotanie przedsionków z niekontrolowaną czynnością komór.
- Kardiomiopatia przerostowa.
- Stany psychiczne uniemożliwiające współpracę.
- Zaawansowany blok AV.

#### Bezwzględne wskazania do przerwania próby wysiłkowej

- Uniesienie odcinka ST ( $>1$  mm) w odprowadzeniach bez załamka Q (poza V1 lub aVR).
- Spadek skurczowego ciśnienia tętniczego o  $>10$  mm Hg (utrzymujący się stale poniżej wartości wyjściowej) pomimo wzrostu obciążenia, jeżeli towarzyszą mu jakiegokolwiek inne objawy niedokrwienia.
- Objawy ze strony ośrodkowego układu nerwowego (np. ataksja, zawroty głowy, stan przedomdleniowy), objawy upośledzonej perfuzji (sinica lub błądź).
- Umiarkowany lub silny ból dławicowy.
- Trwały częstoskurcz komorowy.
- Trudności techniczne w monitorowaniu EKG lub skurczowego ciśnienia tętniczego.
- Prośba pacjenta o zakończenie próby.

#### Względne wskazania do przerwania próby wysiłkowej

- Zmiany ST lub QRS takie jak znaczne przemieszczenie odcinka ST (poziome lub skośne w dół  $>2$  mm) lub znaczna zmiana osi elektrycznej serca.
- Spadek ciśnienia skurczowego  $>10$  mm Hg (utrzymujący się stale poniżej wartości wyjściowej) pomimo wzrostu obciążenia, przy braku innych objawów niedokrwienia.
- Narastający ból w klatce piersiowej.
- Zmęczenie, duszność, świsty nad płucami, kurcze mięśni kończyn dolnych lub chromanie przestankowe, zaburzenia rytmu inne niż trwały częstoskurcz komorowy, w tym pobudzenia ektopowe wielogniskowe, serie złożone z trzech pobudzeń komorowych, częstoskurcz nadkomorowy, blok serca lub bradyarytmie.
- Ogólny stan chorego (obniżenie temperatury skóry, zimny pot oraz sinica obwodowa w trakcie wysiłku).
- Nadmierny wzrost ciśnienia tętniczego (ciśnienie skurczowe  $>250$  mm Hg i [lub] ciśnienie rozkurczowe  $>115$  mm Hg).
- Wystąpienie bloku odnogi pęczka Hisa, którego nie można odróżnić od częstoskurczu komorowego.

#### Opis badania:

Próbę wysiłkową wykonuje się w obecności lekarza i pielęgniarki na bieżni ruchomej lub ergometrze rowerowym. Pokój badań powinien być wyposażony w przenośny kardiowerter-defibrylator. Pacjent jest stale monitorowany EKG. Wykonuje się pomiar ciśnienia tętniczego krwi co 3 min. Pacjent jest pod stałą obserwacją. Wielkość wysiłku na bieżni ruchomej (Zdj. 2) określa się w jednostkach metabolicznych (MET), na ergometrze rowerowym (Zdj. 1) w jednostkach mocy (wat).

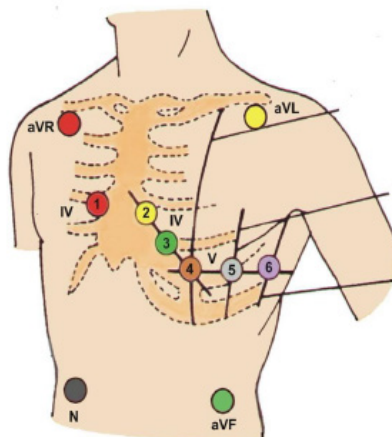


Zdj. 1. Ergometr rowerowy. Zdj. 2. Bieżnia ruchoma.



Jeden MET = spoczynkowe zużycie tlenu 3,5 ml/kg m.c./min

Elektrody rozmieszczamy: odprowadzenia przedsercowe w miejscach typowych V1-V6, odprowadzenia końcowe na przedniej powierzchni tułowia (Ryc. 71).



Ryc. 71. Rozmieszczenie elektrod (źródło: Garcia T.: EKG - Sztuka interpretacji. Wyd. Medipage 2015).

Podczas badania stale monitorujemy zapis EKG z rejestracją co 1 min. Natomiast monitorowanie ciśnienia tętniczego z pomiarami w odstępach co 3 min. Po zakończeniu wysiłku zapisy kontrolne EKG wykonujemy w 1, 3, 6, 9 minucie odpoczynku.

Najczęściej wykorzystywany jest protokół **Bruce'a**, jednak wadą jego są duże różnice w intensywności wysiłku na kolejnych etapach badania. Co 3 min zwiększa się szybkość oraz kąt nachylenia bieżni.

Etap wysiłku	Przesuw bieżni (km/h)	Nachylenie bieżni (%)	Czas (min)	Obciążenie (MET)
1	2,7	10	3	5
2	4,0	12	3	7
3	5,5	14	3	10
4	6,8	16	3	13
5	8,0	18	3	15

Tabela 5. Etapy wysiłku w protokole Bruce'a (źródło: Testy-wysiłkowe-w-kardiologii Katedra Kardiologii CM UMK).

**Próbie kończymy, gdy osiągniemy:**

- Maksymalną częstość rytmu lub objawy wymagające zakończenia próby (maksymalna próba wysiłkowa).
- 85–90% maksymalnej częstości rytmu (submaksymalna próba wysiłkowa) ~ maksymalna częstość rytmu:  $220 - \text{wiek}$  (wyrażony w latach).

**Przygotowanie pacjenta do badania**

- Poinformowanie pacjenta, by nie spożywał posiłku i nie palił papierosów przez 3 godziny przed próbą.
- Ważne jest odpowiednie ubranie, a zwłaszcza obuwie.
- Nie powinien podejmować żadnych szczególnych wysiłków fizycznych w ciągu przynajmniej 12 godzin przed planowaną próbą.
- Rozważyć odstawienie leków, ponieważ niektóre z nich (zwłaszcza beta-blokery) osłabiają reakcję na wysiłek i utrudniają interpretację wyników.



- Określić, jakie leki chory przyjmuje, aby lekarz miał świadomość możliwego istnienia zaburzeń elektrolitowych i skutków hemodynamicznych związanych z lekami nasercowymi.
- Zebrać krótki wywiad i przeprowadzić badanie przedmiotowe, by wykluczyć istnienie przeciwwskazań do wykonania próby.
- Jeśli wskazanie do wykonania próby nie jest jasne, należy spytać o to chorego oraz skontaktować się z lekarzem kierującym go na badanie.
- Należy wykonać spoczynkowy, standardowy, 12-odprowadzeniowy elektrokardiogram (EKG), ponieważ może się on różnić od spoczynkowego EKG wykonanego bezpośrednio przed próbą.
- W przypadku badania diagnostycznego zaleca się odstawienie na 3 dni  $\beta$ -blokerów (po konsultacji z lekarzem prowadzącym).

#### Postępowanie po badaniu

- Pacjentowi zalecamy odpoczynek w pozycji leżącej (85% nieprawidłowych reakcji następuje w trakcie lub 5–6 min po wysiłku).
- Monitorowanie pracy serca przez ok. 10 min do powrotu HR, odcinka ST do wartości zbliżonych.
- Obserwacja w kierunku hipotonii.

#### Powikłania próby wysiłkowej

- Hipotonia.
- Omdlenie.
- Zaburzenie rytmu – częstoskurcze.
- Migotanie przedsionków.
- OZW.
- Lewokomorowa niewydolność serca.
- Ciężkie powikłania próby wysiłkowej – zgon lub zawał serca w 1. dobie po badaniu.

#### Interpretacja zapisu EKG

##### *Uniesienie odcinka ST:*

- Pojawienie się uniesienia punktu J  $>0,10$  mV, które utrzymuje się przez 60 ms od punktu J w 3 kolejnych ewolucjach przy stabilnej linii izoelektrycznej – reakcja nieprawidłowa.
- Występowanie zarówno uniesienia, jak i obniżenia odcinka ST w trakcie jednej próby wysiłkowej może wskazywać na obecność wielonaczyniowej choroby wieńcowej.

##### *Obniżenie odcinka ST:*

- Najczęstszy objaw niedokrwienia mięśnia sercowego wywołanego wysiłkiem.
- Kryterium: poziome lub skośne w dół obniżenie odcinka ST  $\geq 0,10$  mV (1 mm) przez 80 ms.
- Stany, w których wykonanie próby jest mało przydatne: zaburzenia przewodzenia śródkomorowego, zespół preekscytacji, wszczepiony rozrusznik.

#### BADANIE EKG METODĄ HOLTERA

##### Monitorowanie rytmu serca

Elektrokardiogram rejestrowany metodą Holtera polega na rejestrowaniu i ocenie czynności elektrycznej serca w określonym okresie czasu. Aparat (Zdj. 3) rejestruje zapis EKG na taśmie magnetycznej lub w formie cyfrowej w różnych sytuacjach aktywności życiowej pacjenta. System rejestruje sygnały w tzw. czasie rzeczywistym. Jednocześnie analizuje zapisywany sygnał.

Badanie Holtera trwa zwykle 24 godz.

Może trwać także:

- 48 h;
- 72 h;
- 7-dniowy zapis.

Aparat rejestruje czynność serca zwykle z 3 odprowadzeń:

- 5-kanałowe;
- 7-kanałowe;
- 12-kanałowe.

Zaleca się prowadzenie dzienniczka przez pacjenta, co pozwala na powiązanie objawów i ewentualnych zaburzeń rytmu serca z funkcjonowaniem pacjenta.



Zdj. 3. Rejestrator Holtera.

#### Wskazania do wykonania badania holterowskiego

- Diagnostyka zaburzeń rytmu serca (omdlenia, stany przedomdleniowe, kołatania serca, zawroty głowy nieustalonego pochodzenia).
- Ocena skuteczności leczenia antyarytmicznego (badanie porównawcze).
- Ocena czynności wszczepionego rozrusznika lub kardiowertera-defibrylatora.
- Wykrywanie proarytmicznego działania leków antyarytmicznych u chorych wysokiego ryzyka.
- Diagnostyka bólu w klatce piersiowej – ocena niedokrwienia (podejrzanie dławicy Prinzmetal, chorzy z przeciwwskazaniami do wykonania próby wysiłkowej).

#### Przygotowanie pacjenta do badania i wskazówki

- Zapoznanie chorego z celem badania.
- Przygotowanie klatki piersiowej – wygolenie włosów na kłp. i odtłuszczenie alkoholem skóry w miejscach umieszczonych elektrod.
- Umieszczenie elektrod i połączenie z przewodami urządzenia rejestrującego zapis.
- Umieszczenie urządzenia wg zaleceń producenta. Zwykle na pasku lub na szyji, co umożliwia swobodne poruszanie.
- Poinformowanie pacjenta o możliwości sygnalizowania odczuwanych dolegliwości przyciskiem „EVENT”.
- Poinformowanie pacjenta o terminie zdjęcia urządzenia.
- W czasie badania obowiązuje zakaz kąpieli i pryszniców, używania poduszek elektrycznych, manipulacji przy rejestratorze.

#### Przeciwwskazania i powikłania badania EKG metodą Holtera:

- brak przeciwwskazań;
- brak powikłań;
- badanie może być wykonywane u kobiet w ciąży.

Wynik badania pacjent otrzymuje po analizie przez lekarza.

## Pytania – Moduł IV

1. Bezwzględny przeciwwskazaniem do wykonania próby wysiłkowej jest:

- a) kardiomiopatia przerostowa
- b) trzepotanie przedsionków
- c) blok przedsionkowo-komorowy I stopnia
- d) brak zgody pacjenta

2. Przed wykonaniem próby wysiłkowej należy wykonać:

- a) kontrolę stężenia magnezu i potasu w surowicy krwi
- b) morfologię krwi
- c) spoczynkowe EKG
- d) EEG

3. Do najcięższych powikłań próby wysiłkowej należy:

- a) hipotonia
- b) zawał serca
- c) omdlenie
- d) migotanie przedsionków

4. Pacjent po badaniu EKG metodą przezprzełykową:

- a) powinien mieć wykonane rtg klatki piersiowej
- b) powinien być hospitalizowany 24 godziny po badaniu
- c) nie powinien spożywać posiłków i napojów do czasu utrzymywania się znieczulenia tylnej ściany gardła (zwykle do kilkunastu minut po wykonanym badaniu)
- d) powinien zjeść obfity posiłek

5. Głównym wskazaniem do wykonania badania EKG metodą Holtera jest:

- a) diagnostyka zaburzeń rytmu serca i ocena leczenia arytmii
- b) stopnia niewydolności serca
- c) ocena niedokrwienia mięśnia sercowego
- d) ocena zaburzeń świadomości

Odpowiedzi: 1d, 2c, 3b, 4c, 5a.

## WYKAZ ŚWIADCZEŃ, DO KTÓRYCH UPRAWNIONA JEST PIELĘGNIARKA PO UKOŃCZENIU KURSU SPECJALISTYCZNEGO WYKONANIE I INTERPRETACJA ZAPISU ELEKTROKARDIOGRAFICZNEGO U DOROSŁYCH

1. Wykonanie zapisu EKG w spoczynku u osoby dorosłej.
2. Ocena jakości zapisu EKG pod względem technicznym.
3. Interpretacja prawidłowego elektrokardiogramu u osoby dorosłej według kryteriów rozpoznawczych.
4. Różnicowanie podstawowych stanów oraz nieprawidłowości w zapisie EKG:
  - zaburzenia rytmu oraz przewodzenia;
  - niedokrwienie i martwica mięśnia sercowego;
  - ocena rytmu ze stymulatora;
  - zaburzenia elektrolitowe;
  - wpływ wybranych leków na zapis EKG.
5. Założenie aparatu do całodobowego zapisu EKG – Holtera.
6. Przygotowanie pacjenta dorosłego do wykonania testu wysiłkowego.
7. Pomiar ciśnienia i tętna podczas testu wysiłkowego.
8. Ocena zapisu EKG na monitorze.

### Wykaz skrótów:

ATP – adenylozotryfosforan – uniwersalny nośnik energii w organizmie

AV – węzeł przedsionkowo-komorowy (p/k; p-k)

Beta-blokery – substancje lecznicze, blokują receptory beta-adrenergiczne w organizmie

CX – (ang. *circumflex artery*) – gałąź okalająca lewej tętnicy wieńcowej

EKG – elektrokardiogram

FA – (ang. *fibrylation atriorum*) – migotanie przedsionków

Fala F – fala trzepotania w trzepotaniu przedsionków

Fala f – fala migotania w migotaniu przedsionków

HR – (ang. *Heart Rate*) – tętno

ICD – (ang. *implantable cardioverter defibrillation*) – kardiowerter-defibrylator

LAD – (ang. *left anterior descending*) – lewa tętnica wieńcowa – gałąź zstępująca

LBBB – (ang. *left bundle branch block*) – blok lewej odnogi pęczka Hisa

LMCA – (ang. *left main coronary artery*) – pień lewej tętnicy wieńcowej

MET – ekwiwalent metaboliczny, ocenia intensywność wysiłku

NSTEMI – (ang. *No ST Elevation Myocardial Infarction*)

OZW – Ostry Zespół Wieńcowy

OUN – Ośrodkowy Układ Nerwowy

RBBB – (ang. *right bundle branch block*) – blok prawej odnogi pęczka Hisa

RCA – (ang. *right coronary artery*) – prawa tętnica wieńcowa

SA – węzeł zatokowo-predsionkowy (z/p; z-p)

STEMI – (ang. *ST Elevation Myocardial Infarction*)

WPW – Zespół Wolffa-Parkinsona-White'a – wrodzone zaburzenie przewodzenia impulsu elektrycznego, tzw. zespół preekscytacji

VT – (ang. *ventricular tachykardia*) – częstoskurcz komorowy



## LITERATURA

### Literatura podstawowa:

1. Baranowski R., Wojciechowski D., Maciejewska M.: *Zalecenia dotyczące stosowania rozpoznań elektrokardiograficznych*. „Kardiologia Polska” 2010, 68 (supl. IV), 1–56.
2. Bohmeke T.: *Elektrokardiografia. Kompendium*. Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa 2005.
3. Constant J.: *Podstawy elektrokardiografii – Poradnik dla lekarzy praktyków*. Via Medica, Gdańsk 2003.
4. Dąbrowska B., Dąbrowski A., Piotrowicz R.: *Elektrokardiografia holterowska*. Via Medica, Gdańsk 2004.
5. Dubin D.: *Interpretacja EKG*. Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
6. Houghton A., Gray D.: *EKG jasno i zrozumiale*. Alfa Medica Press, Bielsko-Biała 2014.
7. Kaszuba D., Nowicka A.: *Pielęgniarstwo kardiologiczne*. PZWL, 2022.
8. Kurpesa M., Szafran B.: *Interpretacja EKG. Kurs podstawowy*. PZWL, 2018.
9. Michajlik A., Ramotowski W.: *Anatomia i fizjologia człowieka*. PZWL, 2022.
10. Neil A., Campbell i in.: *Biologia Campbella*, tłum. K. Stobrawa i in., Rebis, Poznań 2022.

### Literatura uzupełniająca:

11. Stanke A.: *Elektrokardiogram bez tajemnic*. Via Medica, Gdańsk 2002.
12. Garcia T.: *EKG – Sztuka interpretacji*. Wyd. Medipage, 2015.
13. <https://ptkardio.pl/>: Na podstawie zaleceń dotyczących stosowania rozpoznań elektrokardiograficznych pod patronatem Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego z Sekcją Pielęgniarstwa i Techniki Medycznej.
14. [https://www.mp.pl/pacjent/badania\\_zabiegi/152094,elektrokardiografia-ekg](https://www.mp.pl/pacjent/badania_zabiegi/152094,elektrokardiografia-ekg)