

**Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nowym Sączu**

Stanisław Malinowski, Elżbieta Rafa

# **Podstawy elektrokardiografii**

**Podręcznik dla ratowników medycznych, pielęgniarek oraz  
studentów wydziału pielęgniarstwa i ratownictwa medycznego**

Nowy Sącz, 2017

**Redaktor Naukowy**

dr n. med. Stanisław Malinowski, mgr Elżbieta Rafa

**Redaktor Wydania**

dr hab. n. med. Ryszard Gajdosz, prof. nadzw.

**Recenzja**

dr hab. n. med. Piotr Kukla

**Redaktor techniczny**

dr Tamara Bolanowska-Bobrek

© Copyright by Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nowym Sączu  
Nowy Sącz 2017

ISBN 978-83-65575-06-7

**Wydawca**

Wydawnictwo Naukowe Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Nowym Sączu  
ul. Staszica 1, 33-300 Nowy Sącz  
tel. 18 443 45 45, e-mail: briw@pwsz-ns.edu.pl

**Adres Redakcji**

Nowy Sącz 33-300, ul. Staszica 1  
tel. +48 18 443 45 45, e-mail: tbolanowska@pwsz-ns.edu.pl

**Druk**

Wydawnictwo i drukarnia NOVA SANDEC s.c.  
Mariusz Kałyniuk, Roman Kałyniuk  
33-300 Nowy Sącz, ul. Lwowska 143  
tel. 18 547 45 45, e-mail: biuro@novasandec.pl

## Spis treści

<b>Wstęp</b> .....	5
<b>CZĘŚĆ I. PODSTAWY ELEKTROKARDIOGRAFII</b> .....	7
I.1. Co to jest EKG. . . . .	8
I.2. Technika badania .....	13
I.3. Krzywa EKG i jej elementy składowe .....	21
I.4. Oś serca .....	28
<b>CZĘŚĆ II. INTERPRETACJA ZAPISU EKG</b> .....	35
II.1. Rytm zatokowy .....	36
II.2. Zaburzenia rytmu .....	38
II.3. Zaburzenia przewodzenia .....	50
II.4. Choroba niedokrwienności serca.....	62
II.5. Przerost mięśnia sercowego.....	75
II.6. Elektrokardiogram u pacjenta z rozrusznikiem serca .....	80
II.7. 24-godzinne badanie EKG.....	84
II.8. Próba wysiłkowa .....	85
II.9. Interpretacja zapisu EKG.....	87
<b>Bibliografia</b> .....	91



## Wstęp

Podręcznik *Podstawy elektrokardiografii...* to próba przekazania w przystępny sposób zawilej i trudnej wiedzy z zakresu elektrokardiografii.

Pomimo coraz doskonalszych metod diagnostycznych elektrokardiografia nadal pozostaje podstawowym i rutynowym badaniem zarówno w podstawowej, jak również specjalistycznej opiece kardiologicznej oraz w medycynie ratunkowej.

Jak ważna jest umiejętność interpretacji EKG w grupie zawodowej pielęgniarek oraz ratowników medycznych, najlepiej wiedzą te osoby, które w swojej codziennej pracy spotykają się z koniecznością analizy zapisu EKG i podjęcia właściwych decyzji, mających wpływ na zdrowie i życie pacjenta.

Przykładem takim jest praca pielęgniarek na oddziałach intensywnej opieki kardiologicznej, gdzie nieustannie monitorowana jest praca serca. Pielęgniarka powinna posiadać podstawową wiedzę, by rozpoznać w porę groźne zaburzenia rytmu czy przewodzenia serca i niezwłocznie wezwać lekarza oraz podjąć odpowiednie kroki w celu ratowania życia chorego. Zespół ratowników medycznych w karetce wyjazdowej powinien trafnie zinterpretować EKG, by pacjenta z ostrym zespołem wieńcowym bez zbędnej zwłoki przewieźć do szpitala. Przykładów można by mnożyć. Oczywiście nie wszyscy ratownicy i pielęgniarki na swoich stanowiskach pracy mają konieczność oceny zapisu EKG, ale bezwzględnie muszą umieć wykonywać takie badanie w sposób prawidłowy i rozpoznać stany zagrożenia życia.

Niniejszy podręcznik zawiera informacje zarówno z zakresu wykonywania badania, jak i jego interpretacji. Naturalnie zawarto tu tylko podstawy elektrokardiografii w stopniu niezbędnym do samodzielnego wykonania i opisu.

Życzymy wszystkim pielęgniarkom i ratownikom medycznym, którzy w codziennej praktyce oceniają bądź będą oceniać EKG, dużo satysfakcji z trafnej interpretacji EKG i podjętych działań ratujących ludzkie życie.

Mamy nadzieję, że niniejsza publikacja pomoże w przyswojeniu wiedzy z zakresu elektrokardiografii i przyczyni się do większej pewności siebie w codziennej pracy zawodowej.

dr n. med. Stanisław Malinowski  
mgr Elżbieta Rafa



**CZĘŚĆ I.**  
**PODSTAWY ELEKTROKARDIOGRAFII**

## I.1. Co to jest EKG...

EKG jest badaniem diagnostycznym, dodatkowym.

Krzywa EKG jest graficznym zapisem czynności elektrycznej serca. EKG ma podstawowe znaczenie w rozpoznawaniu zaburzeń rytmu serca i przewodzenia. Wykorzystywane jest też w diagnostyce bólów w klatce piersiowej, duszności, a także bywa pomocne w ocenie zaburzeń ogólnoustrojowych, takich jak np. zaburzenia elektrolitowe.

Zaletą badania EKG jest prostota jego wykonania, szybki wynik, ogólna dostępność, niskie koszty badania i możliwość postawienia diagnozy. Wyróżniamy następujące rodzaje badania EKG: spoczynkowe, wysiłkowe oraz Holtera (24-godzinne monitorowanie).

Należy pamiętać, że analiza i interpretacja EKG to tylko uzupełnienie wywiadu oraz badania fizykalnego (Houghton, Gray, 1999, s. 11; Hampton, 2009, s. 20).

Ważne jest, by pamiętać, że niektóre objawy mają charakter przejściowy i nie zawsze udaje się je uchwycić na zapisie EKG. Optymalnie byłoby wykonać EKG w momencie, kiedy chory odczuwa dolegliwości, np. kołatanie serca czy ból. Wtedy jest możliwość weryfikacji związku między zapisem a dolegliwościami. Rutynowy zapis EKG tylko w znikomym stopniu pozwala na wychwycenie zmian i ustalenie rodzaju arytmii. Prawidłowy elektrokardiogram nie wyklucza zgłaszanych przez pacjenta dolegliwości. I odwrotnie, nie można np. na podstawie samego EKG i niespecyficznych zmian odcinka ST rozpoznać choroby niedokrwiennej serca (Baranowski, 2004, s. 23-26).

Badanie EKG jest badaniem mało swoistym, bowiem praktycznie żadnej zmianie nie można przypisać ściśle określonej jednej przyczyny. Zdarza się, że u zdrowej osoby rejestrujemy nieprawidłowy elektrokardiogram, a u osoby poważnie chorej nie stwierdzamy żadnych zmian w zapisie EKG. Interpretując zapis EKG, należy uwzględnić wiele czynników, np. wiek, płeć, objawy chorobowe, zażywane leki (Tendera, Sosnowski, 2005, s. 35-36).

Zapis EKG jest wyrazem czynności elektrycznej mięśnia sercowego. Skurcz mięśnia związany jest z pobudzeniem elektrycznym, zwanym depolaryzacją. Pobudzenia te mogą być rejestrowane poprzez elektrody, które przymocowuje się do powierzchni ciała.

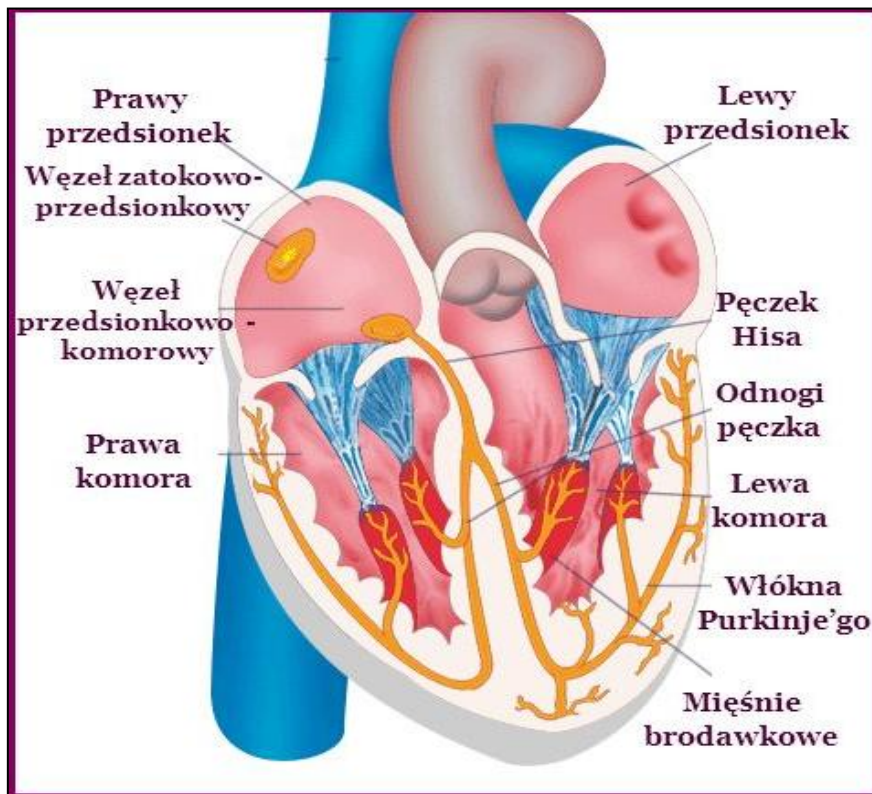
Serce zbudowane jest z 4 jam – 2 przedsionków i 2 komór, ale z „elektrycznego punktu widzenia” zachowuje się jakby miało 2 jamy. Dzieje się tak dlatego, ponieważ zarówno oba przedsionki, jak i obie komory kurczą się dokładnie w tym samym czasie. Praca serca możliwa jest dzięki depolaryzacji komórek mięśnia sercowego, która szerzy się drogami układu przewodzącego serca.

Pobudzenie elektryczne rozpoczyna się w **węźle zatokowym**, usytuowanym w prawym przedsionku przy ujściu żyły głównej górnej. Węzeł zatokowy nazywany bywa fizjologicznym rozrusznikiem serca i wyzwala pobudzenia od 60 do 100/min.

Depolaryzacja rozszerza się przez włókna mięśniowe przedsionków, docierając do **węzła przedsionkowo-komorowego**, leżącego również w prawym przedsionku przy przegrodzie międzyprzedsionkowej nad zastawką trójdzielną. Węzeł ten wyzwala pobudzenia z częstotliwością 40-60/min. Następnie pobudzenie elektryczne szerzy się wzdłuż **pęczka Hisa**. Jest to wyspecjalizowana tkanka przewodząca, biorąca swój początek w węźle przedsionkowo-komorowym, biegnąca w przegrodzie międzykomorowej, gdzie dzieli się na 2 odnogi – prawą i lewą. Prawa odnoga pęczka Hisa biegnie do mięśnia prawej komory, a lewa dzieli się na 2 wiązki, które docierają do mięśnia lewej komory. W obrębie mięśnia komór pobudzenie szerzy się przez **włókna Purkiniego**. Są one najbardziej dystalnym odcinkiem układu przewodzącego serca.



Fizjologicznie depolaryzacja rozpoczyna się w węźle zatokowym i rozprzestrzenia się drogami układu przewodzącego. Węzeł zatokowy znajduje się na szczycie tego układu. Stymuluje on czynność serca z częstotliwością od 60 do 100. Rytm ten nazywamy rytmem zatokowym. Jeśli węzeł zatokowy przestanie prawidłowo funkcjonować, jego rolę przejmuje niżej położony węzeł przedsionkowo-komorowy, przy czym generuje pobudzenia znacznie wolniej – od 40 do 60. Mówimy wtedy o rytmie zastępczym, bo nie jest to rytm zatokowy. Zdarza się, że rolę rozrusznika przejmuje ośrodek usytuowany w komorze, wówczas rytm będzie jeszcze wolniejszy, w granicach od 30 do 40. To również jest rytm zastępczy (Hampton, 2009, s. 2-3; Tomasik i in., 1994, s. 38-39).



Rysunek 1. Budowa układu bódźcotwórczo-przewodzącego serca.

Źródło: <http://slideplayer.pl/slide/56809/> (dostęp: 09.07.2017).

Pobudzenie elektryczne doprowadza do skurczu mięśni zarówno przedsionków, jak i komór, czyli do czynności mechanicznej serca. Zapis EKG jest odzwierciedleniem aktywności elektrycznej serca, natomiast czynność mechaniczną – skurczową możemy stwierdzić, badając tętno. Standardowy zapis EKG rejestruje 12 odprowadzeń.

Odprowadzenie to określenie oznaczające „spojrzenie” na aktywność elektryczną serca, a nie przewody podłączone do pacjenta. Przewody nazywane są elektrodami. Aparat EKG zbiera informacje z 4 elektrod umieszczonych na kończynach i 6 umieszczonych na klatce piersiowej pacjenta, dając zbiorczy obraz aktywności elektrycznej serca. Informacje zebrane z elektrod aparat przetwarza na 6 odprowadzeń kończynowych oraz 6 przedsercowych. Zestaw tych odprowadzeń to 12-odprowadzeniowy elektrokardiogram.

Komplet 12 odprowadzeń stanowi optymalną liczbę w codziennej praktyce medycznej. Do celów naukowych używa się nawet ponad 100 odprowadzeń.

W 12-odprowadzeniowym EKG wyróżniamy 6 odprowadzeń kończynowych oraz 6 odprowadzeń przedsercowych:

- odprowadzenia kończynowe: I, II, III, aVR, aVL, aVF;
- odprowadzenia przedsercowe: V1, V2, V3, V4, V5, V6.

Odprowadzenia kończynowe rejestrujemy przy użyciu elektrod umieszczonych na rękach i nogach. Odprowadzenia kończynowe dzielimy na jedno- oraz dwubiegunowe (Houghton, Gray, 1999, s. 14-17).

Odprowadzenia kończynowe dwubiegunowe rejestrowane są przy użyciu 2 elektrod – jednej dodatniej, a drugiej ujemnej.

Odprowadzenie I – rejestruje różnicę potencjałów pomiędzy prawym i lewym przedramieniem.

Odprowadzenie II – rejestruje różnicę potencjałów między prawym przedramieniem i lewym podudziem.

Odprowadzenie III – rejestruje różnicę potencjałów między lewym przedramieniem i lewym podudziem.

Odprowadzenia kończynowe jednobiegunowe to:

Odprowadzenie aVR – z prawej kończyny górnej (right).

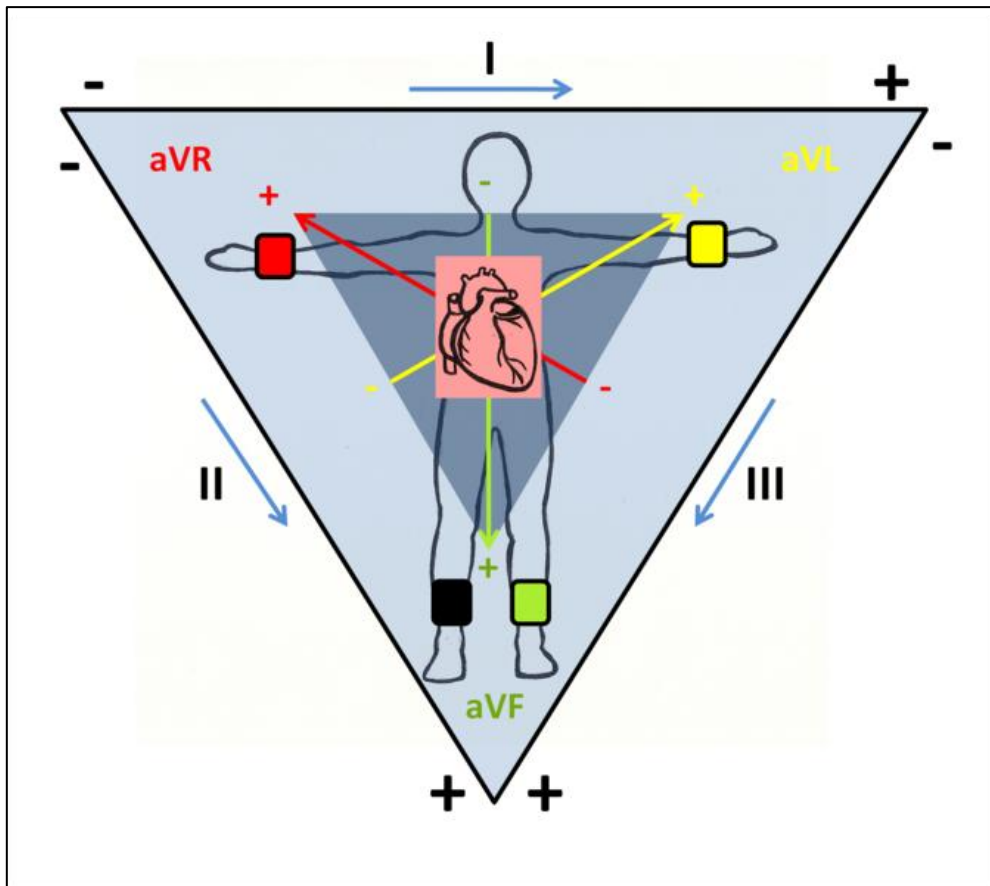
Odprowadzenie aVL – z lewej kończyny górnej (left).

Odprowadzenie aVF – z lewej kończyny dolnej (foot).

Odprowadzenie aVR spogląda na serce od prawego ramienia, odprowadzenie aVL od strony lewego ramienia, a aVF od strony kończyn dolnych.

Odprowadzenia jednobiegunowe rejestrują wartość potencjału w danym punkcie na powierzchni ciała. W tym wypadku elektrodę badającą, czyli dodatnią, umieszcza się na jednej z kończyn, a połączenie elektrod z 2 pozostałych kończyn stanowi elektrodę obojętną.

I tak np. w odprowadzeniu aVF elektroda dodatnia, czyli badająca, umieszczona jest na lewym podudziu, a elektrodę ujemną tworzą elektrody z obu przedramion.



Rysunek 2. Spojrzenia elektrod kończynowych jedno- i dwubiegunowych.

Źródło: [www.wikilectures.eu/index.php/Electrocardiography](http://www.wikilectures.eu/index.php/Electrocardiography) (dostęp: 28.04.2017).

**Odprowadzenia przedsercowe jednobiegunowe V1, V2, V3, V4, V5, V6** zapisywane są przy użyciu dodatniej elektrody, umieszczonej w 6 dokładnie wyznaczonych punktach anatomicznych na klatce piersiowej. Elektrodę obojętną stanowią spięte przewody 3 odprowadzeń kończynowych.

Odprowadzenie V1 – 4 przestrzeń międzyżebrowa przy prawym brzegu mostka.

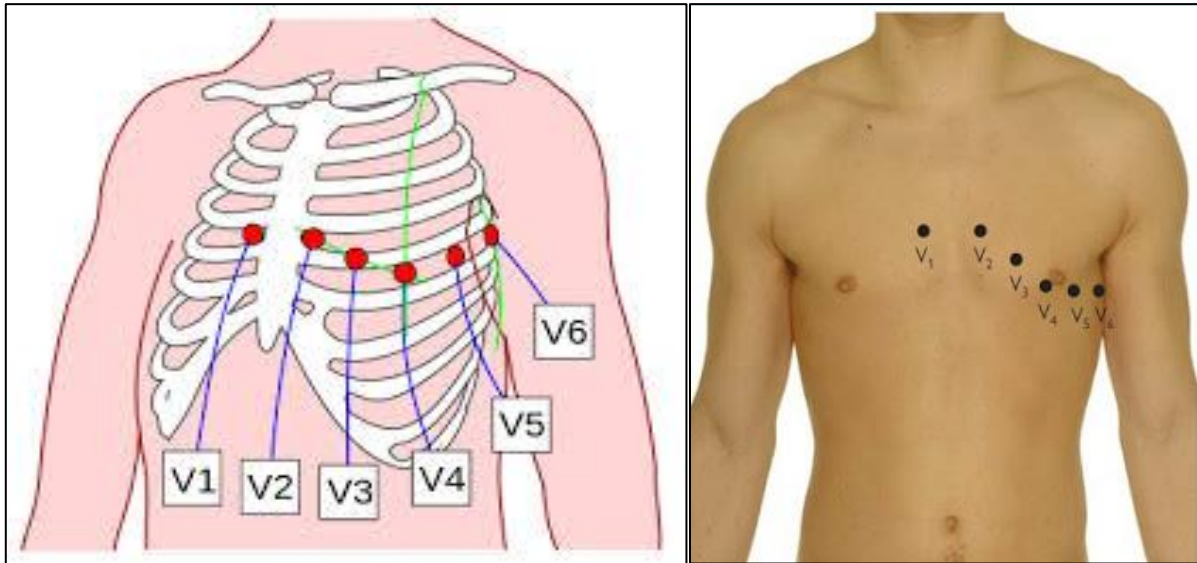
Odprowadzenie V2 – 4 przestrzeń międzyżebrowa przy lewym brzegu mostka.

Odprowadzenie V3 – w połowie odległości między V2 i V4.

Odprowadzenie V4 – 5 przestrzeń międzyżebrowa w linii środkowo-obojęzycznej lewej.

Odprowadzenie V5 – 5 przestrzeń międzyżebrowa w linii pachowej przedniej lewej.

Odprowadzenie V6 – 5 przestrzeń międzyżebrowa w linii pachowej środkowej lewej (Tomasik i in., 1994, s. 16-18; Gajewski, 2012, s. 82).

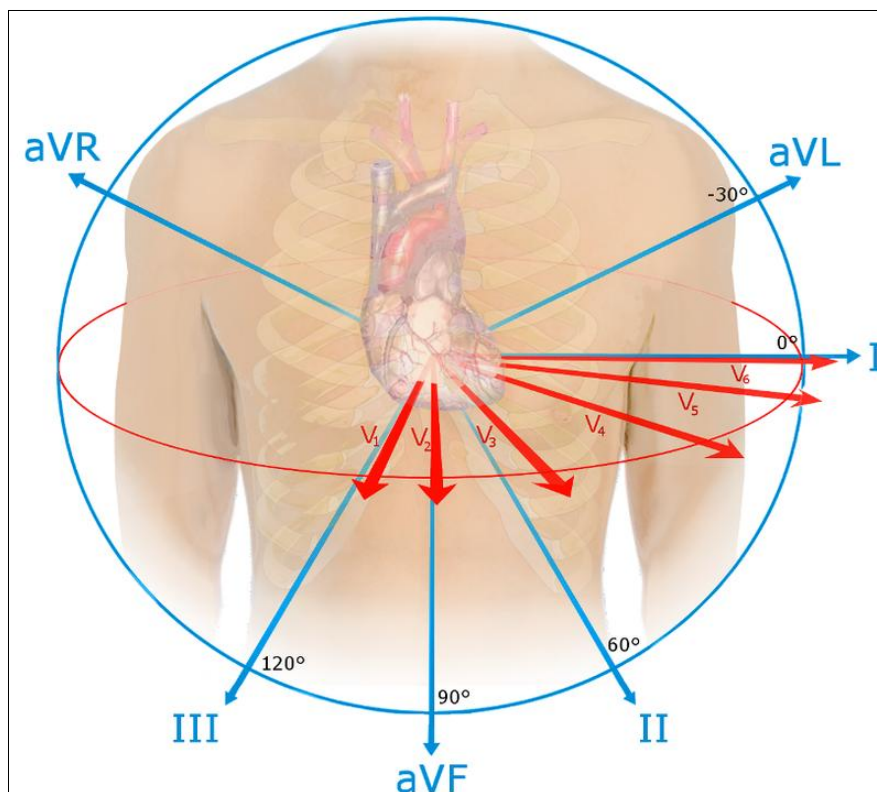


Rysunek 3. Miejsca przyłożenia elektrod przedsercowych.

Źródło: [www.wikiwand.com/pl/Elektrokardiografia](http://www.wikiwand.com/pl/Elektrokardiografia) (dostęp: 28.04.2017).

Odprowadzenia V1 i V2 rejestrują pobudzenia znad prawej komory serca, V5 i V6 znad lewej komory, a V3 i V4 znad przegrody międzykomorowej (Dubin, 2008, s. 51-52).

Elektrody kończynowe I, II, III, aVR, aVL, aVF ułożone są w płaszczyźnie czołowej i zbierają kierunki rozchodzenia się depolaryzacji z góry na dół czy z dołu do góry. Odprowadzenia przedsercowe V1, V2, V3, V4, V5, V6 ułożone są w płaszczyźnie poziomej i rejestrują kierunki depolaryzacji pomiędzy ścianami serca: przednią, tylną i bocznymi (Kozłowski, 2010, s. 39).



Rysunek 4. Spojrzenia odprowadzeń kończynowych i przedsercowych.

Źródło: <https://en.wikipedia.org/wiki/Electrocardiography> (dostęp: 08.05.2017).

## I.2. Technika badania

Badanie EKG zazwyczaj wykonują pielęgniarki, technicy EKG i ratownicy medyczni.

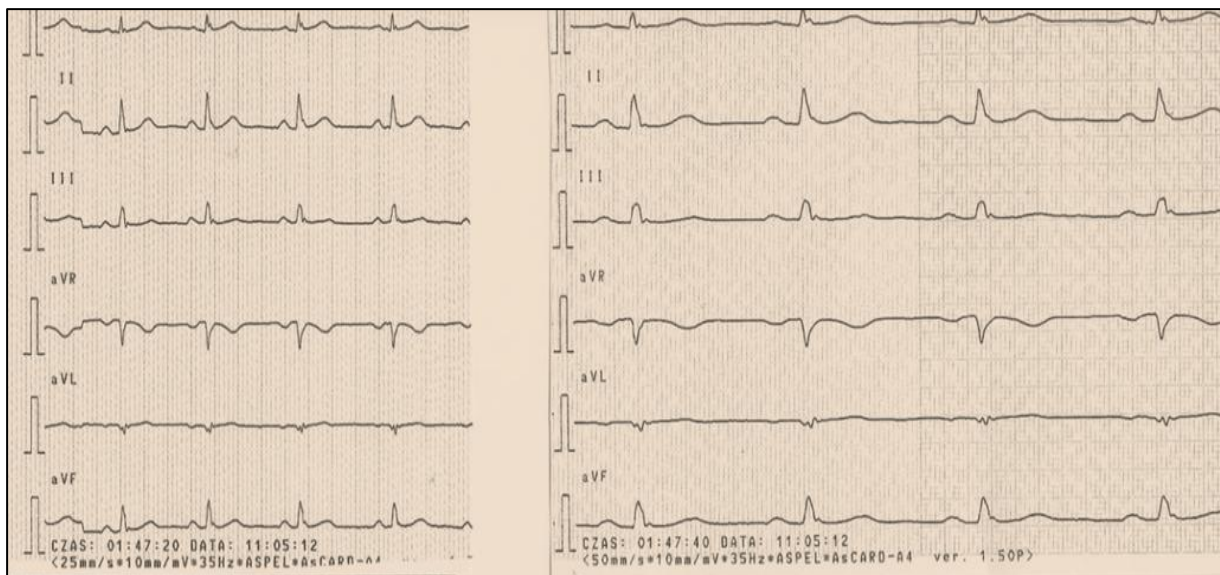
Pielęgniarka wykonuje badanie na zlecenie lekarza lub samodzielnie. Warunkiem samodzielnego wykonania EKG i jego interpretacji przez pielęgniarkę jest ukończenie kursu specjalistycznego (Ślusarska, Zarzycka, Zahradniczek, 2004, s. 623). Ratownicy medyczni wykonują badanie samodzielnie i dokonują jego interpretacji bądź na zlecenie lekarza (Rozporządzenie ministra zdrowia z dnia 29 grudnia 2006 r.). Ważne jest, by badanie wykonać dobrze, zgodnie z obowiązującymi zasadami, tak by zapis umożliwiał interpretację i nie było potrzeby powtarzać go z powodu błędów.

Rozdział ten ma na celu przygotowanie kadr medycznych do profesjonalnego wykonania elektrokardiogramu.

Aparaty EKG, czyli elektrokardiografy, bywają 1-, 3-, 6- oraz 12-kanalowe. W praktyce najczęściej spotykamy zapisy 3 odprowadzeniowe. W najnowszych aparatach istnieje możliwość wyboru ilości odprowadzeń na zapisie EKG.

Elektrokardiograf musi być sprawny, przygotowany do wykonania badania. W tym celu należy sprawdzić stan baterii lub podłączenie do sieci.

Ważna jest znajomość obsługi aparatu, stąd może zaistnieć konieczność zapoznania się z instrukcją obsługi. Po włączeniu aparatu sprawdzamy następujące parametry: prędkość przesuwu papieru oraz cechę. Najczęściej EKG wykonuje się z prędkością 25 mm/s. Aparaty mają opcję przesuwu 10 mm/s, 25 mm/s, 50 mm/s i czasami 100 mm/s. Jest to bardzo ważny parametr przy interpretacji EKG.

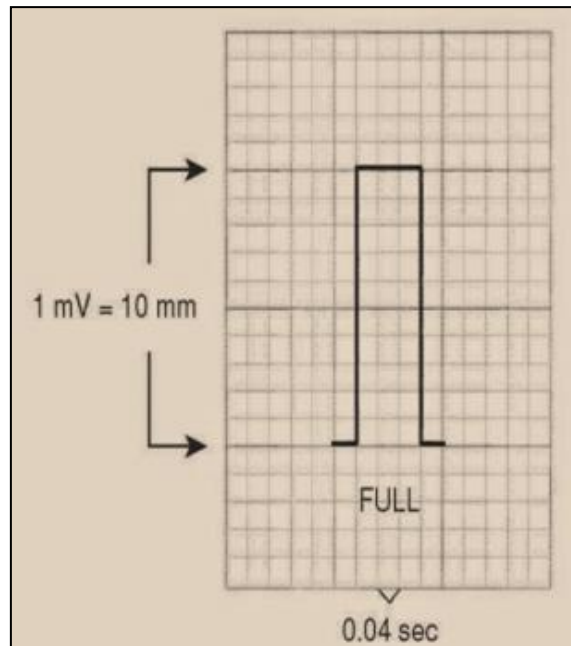


Rysunek 5. Zapis EKG z prędkością przesuwu 25 mm/s i 50 mm/s.

Źródło: opracowanie własne.

Zwróćmy uwagę – rysunek 5 pokazuje ten sam zapis EKG wykonany z różną prędkością przesuwu papieru – z lewej strony standardowa prędkość 25 mm/s, a po prawej stronie 50 mm/s.

Cecha to wzorcowe wychylenie pisaka. Prawdłowo cecha powinna wynosić 1 cm (10 mm) dla 1 mV.

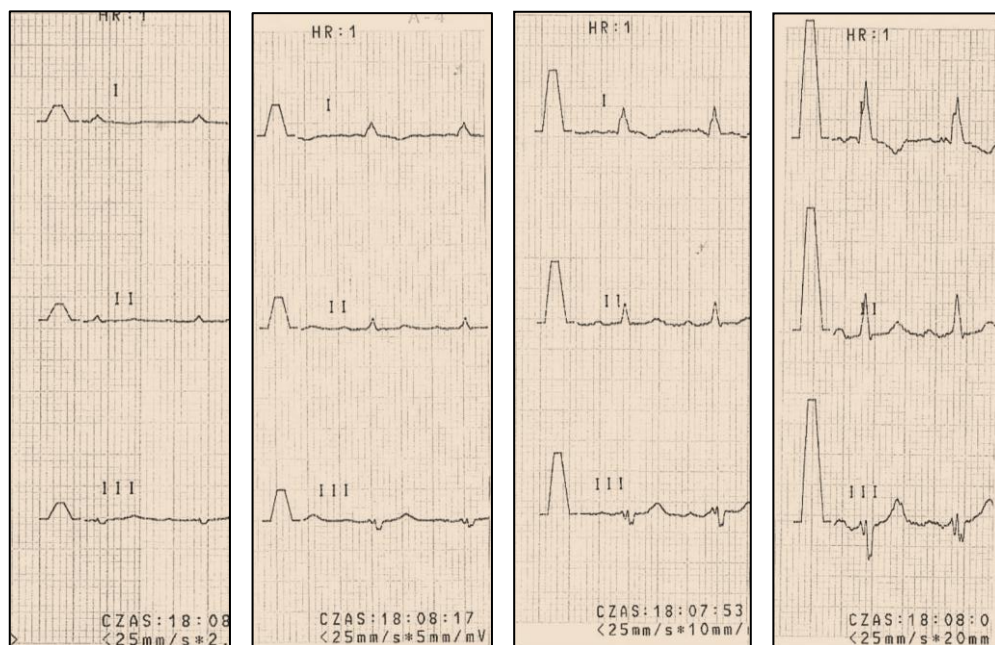


Rysunek 6. Cecha 1mV.

Źródło: <https://sholehshare.blogspot.com/2014/10/cara-cepat-membaca-ekg.html> (dostęp: 15.05.2017).

Można również wybrać inną cechę, np. 2,5 mm, 5 mm lub 20 mm. Z cechy 5 mm dla 1 mV możemy korzystać w przypadku bardzo wysokiej amplitudy zespołów QRS, np. przy przeroście lewej komory serca. Cechę 20 mm ustawiamy, gdy zespoły i załamki mają zbyt niską amplitudę, co uniemożliwia właściwą interpretację zapisu. Taka sytuacja może mieć miejsce np. w tamponadzie serca.

Zazwyczaj jednak wybieramy cechę 10 mm na 1 mV (Tomasik i in., 1994, s. 19). Rysunek 7 ukazuje zapisy EKG z zastosowaniem różnej cechy. Zwróćmy uwagę na amplitudę załamek. Jest to ten sam fragment zapisu EKG po wybraniu różnej cechy.



Rysunek 7. Przykład zapisu z cechą od lewej 2,5 mm, 5 mm, 10 mm, 20 mm.

Źródło: opracowanie własne.

EKG zapisujemy na specjalnym milimetrycznym papierze, który umożliwia szczegółową interpretację zapisu.

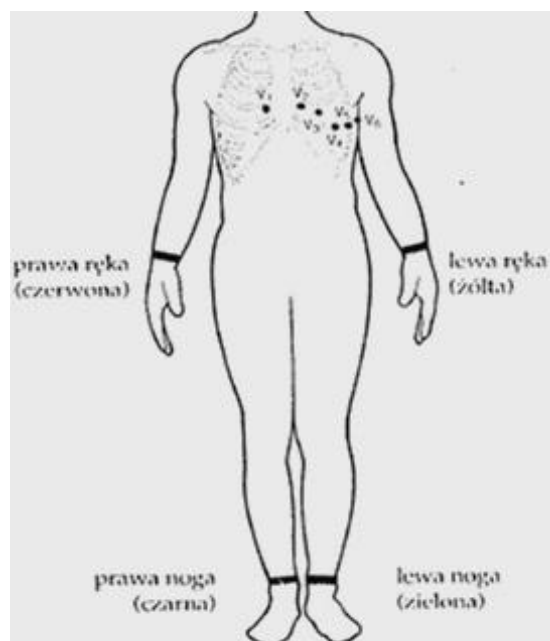


Rysunek 8. Papier EKG.  
Źródło: opracowanie własne.

W celu poprawnego wykonania badania niezbędna jest znajomość miejsc przyłożenia elektrod kończynowych i przedsercowych oraz ich kolorystyka.

Elektrody kończynowe zakładamy na dystalnych częściach przedramion i podudzi zgodnie z obowiązującą kolorystyką:

- prawa ręka – kolor czerwony;
- lewa ręka – kolor żółty;
- lewa noga – kolor zielony;
- prawa noga – kolor czarny.

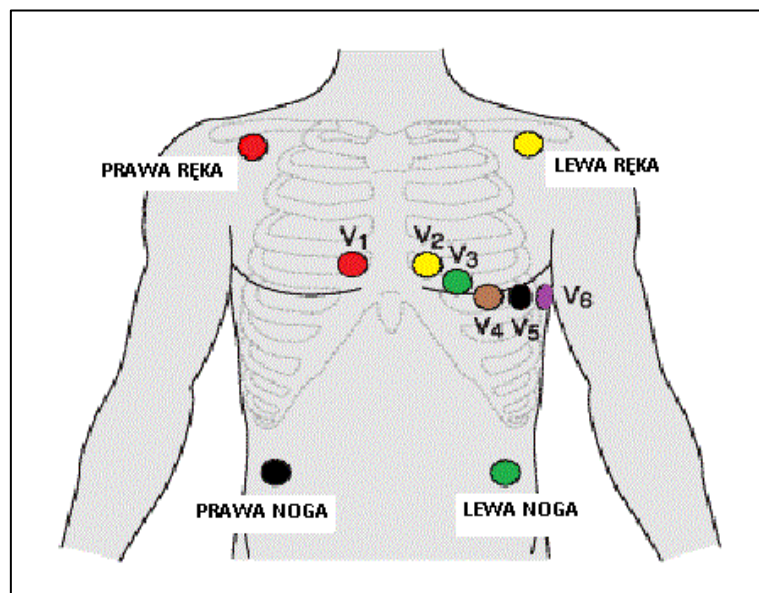


Rysunek 9. Kolorystyka elektrod kończynowych.  
Źródło: [www.elmedico.pl/Aparat-EKG-clinks-pol-36.html](http://www.elmedico.pl/Aparat-EKG-clinks-pol-36.html) (dostęp: 28.04.2017).

Kolor czarny świadczy, że jest to elektroda obojętna, uziemiająca.



Rysunek 10. Elektrody kończynowe.  
Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 11. Kolory elektrod kończynowych i przedsercowych.  
Źródło: <https://zobaczzrozum.wordpress.com/2013/09/10/> (dostęp: 28.04.2017).

W celu przyłożenia elektrod przedsercowych wyznaczamy miejsca na klatce piersiowej, pamiętając o obowiązujących kolorach.

Odprowadzenie V1 – 4 przestrzeń międzyżebrowa w linii przymostkowej prawej – elektroda czerwona.

Odprowadzenie V2 – 4 przestrzeń międzyżebrowa w linii przymostkowej lewej – elektroda żółta.

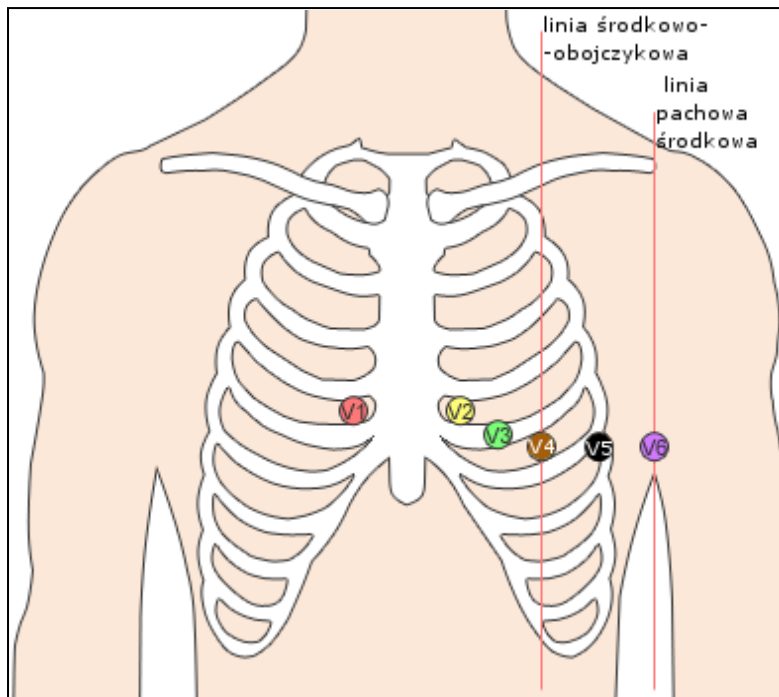
Odprowadzenie V3 – w połowie odległości między V2 i V4 – elektroda zielona.

Odprowadzenie V4 – 5 przestrzeń międzyżebrowa w linii środkowo-obojętkowej lewej – elektroda brązowa.

Odprowadzenie V5 – 5 przestrzeń międzyżebrowa w linii pachowej przedniej lewej – elektroda czarna.

Odprowadzenie V6 – 5 przestrzeń międzyżebrowa w linii pachowej środkowej lewej – elektroda fioletowa.





Rysunek 12. Rozmieszczenie i kolorystyka elektrod przedsercowych.  
 Źródło: <http://medyczni.org/fizjologia/ekg-serca/> (dostęp: 28.04.2017).

W praktyce spotykać można różne rozwiązania – albo mamy kolorowe elektrody przyssawkowe, albo przyssawki są w jednym kolorze, natomiast kolory zaznaczone są na kablu EKG.

Rysunki 13 i 14 przedstawiają możliwe rozwiązania.



Rysunek 13. Elektrody przedsercowe – kolory przyssawek.  
 Źródło: [www.epicmed.pl/ekg-spiro-akcesoria](http://www.epicmed.pl/ekg-spiro-akcesoria) (dostęp: 15.06.2017).



Rysunek 14. Kolory odprowadzeń przedsercowych.

Źródło: <https://zobaczrozum.wordpress.com/2013/09/10/> (dostęp: 28.04.2017).

### **Przebieg badania:**

#### **I. Przygotowanie sprzętu, otoczenia:**

- Elektrokardiograf (sprawdzenie stanu technicznego, zasilania, papieru).
- Elektrody przyssawkowe lub gumowy pas do przymocowania ich na powierzchni ciała.
- Żel do EKG lub gaziki zwilżone wodą w celu zmniejszenia oporu elektrycznego między elektrodami a skórą pacjenta.
- Leżanka lub łóżko chorego odpowiednio długie i szerokie, by pacjent mógł swobodnie leżeć oraz wygodnie ułożyć ręce i nogi.
- Parawan do osłonięcia łóżka w celu zapewnienia intymności.
- Temperatura otoczenia (wyeliminowanie przeciągów i zbyt niskiej temperatury, by uniknąć drżeń mięśniowych, które mogą być przyczyną złej jakości zapisu).

#### **II. Przygotowanie pacjenta:**

- Poinformowanie o celu i przebiegu badania.
- Uzyskanie zgody na badanie.
- Odślonięcie klatki piersiowej oraz okolicy kostek kończyn dolnych.
- Ułożenie w pozycji leżącej na wznak (w szczególnych sytuacjach badanie można wykonać na siedząco, jeśli stan chorego uniemożliwia położenie się).
- Poinformowanie o relaksacji mięśni celem uniknięcia artefaktów spowodowanych napięciem mięśniowym.

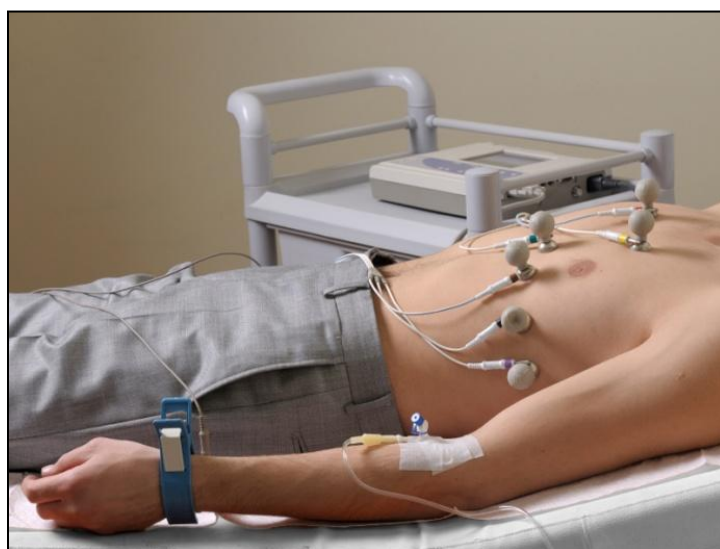
#### **III. Wykonanie badania:**

- Włączenie aparatu, ustawienie cechy, prędkości przesuwu papieru, wprowadzenie danych osobowych pacjenta (nazwisko i imię, wiek).
- Zwilżenie skóry w miejscu przyłożenia elektrod gazikiem nasączonym wodą lub solą fizjologiczną albo nałożenie żelu, w celu uzyskania lepszego przewodnictwa.
- Założenie elektrod kończynowych i przedsercowych w odpowiednich miejscach oraz zgodnie z obowiązującą kolorystyką.
- Automatyczne lub manualne wykonanie zapisu EKG, przestrzegając kolejności odprowadzeń: I, II, III, aVR, aVL, aVF, V1, V2, V3, V4, V5, V6. Jeżeli stan chorego pozwala – ponowne wykonanie odprowadzeń kończynowych I, II, III po uprzednim nabraniu powietrza i zatrzymaniu oddechu.

- Obserwacja zapisu EKG w czasie badania i ewentualne powtórzenie zapisu po wyeliminowaniu przyczyny złej jakości zapisu.
- Po zakończeniu badania: odłączenie elektrod, usunięcie żelu ze skóry, ewentualna pomoc w ubraniu się choremu, sprawdzenie poprawności danych pacjenta i daty badania na wydruku EKG oraz przygotowanie aparatu do ponownego użycia (Ślusarska, Zarzycka, Zahradniczek, 2004, s. 623-624; Kózka, Płaszewska-Żywko, 2009, s. 482-484; Kaszuba, Nowicka, 2011, s. 93).

Niezbędna jest również autoryzacja osoby wykonującej badanie oraz podanie informacji o okolicznościach towarzyszących wykonywaniu EKG, np. odczuwanie przez pacjenta bólu, kołatania, duszności itp.

EKG jest badaniem nieinwazyjnym, obarczonym znikomym ryzykiem i nie wymaga zgody pisemnej (Morrow Cavanaugh, 2006, s. 775).



Rysunek 15. Ułożenie pacjenta na leżance.

Źródło: <http://promontmed.pl/kardiologia/ekg-spozynkowe> (dostęp: 15.06.2017).

### **Przyczyny złej jakości zapisu EKG:**

- Drżenia mięśniowe (złe ułożenie, napięcie mięśni, choroba Parkinsona, zbyt niska temperatura otoczenia).
- Złe przyleganie elektrod do skóry.
- Zanieczyszczenie elektrod przyssawkowych (zaschnięty żel).
- Kontakt ciała chorego z metalowymi częściami łóżka czy leżanki.
- Zewnętrzna interferencja elektryczna.

### **Przyczyny błędnych zapisów:**

- Przyłożenie elektrod przedsercowych w niewłaściwych miejscach (odmienność kształtu klatki piersiowej, prawostronne ułożenie serca, złe wyznaczenie umiejscowienia elektrod).
- Przełożenie elektrod kończynowych.
- Nieprawidłowa kalibracja aparatu.
- Niestandardowa prędkość przesuwu papieru (Houghton, Gray, 1999, s. 210-215; Kózka, Płaszewska-Żywko, 2009, s. 484-485).

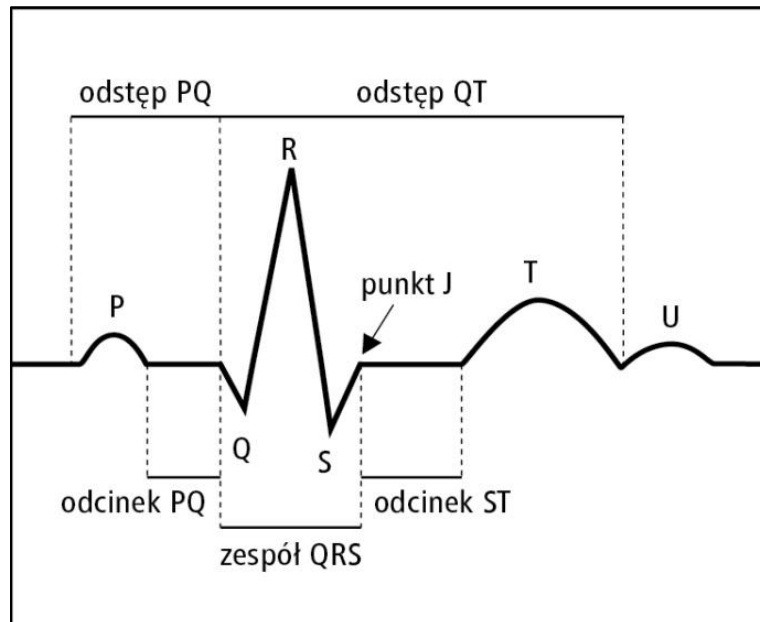
Błędy te mogą w istotnym stopniu utrudniać interpretację EKG zwłaszcza przez osoby początkujące. Doświadczony lekarz na pewno wychwyci istniejące nieprawidłowości natury technicznej i poprosi o ponowne wykonanie badania. Tego typu błędy wydłużają czas postawienia diagnozy lub narażają pacjenta na błędną ocenę EKG. Dołożymy więc wszelkich starań, by badanie wykonać prawidłowo.

Może się zdarzyć, że trzeba będzie wykonać EKG pacjentowi po amputacji nogi. Nie ma potrzeby rozbierania pacjenta, aby dostać się do kikuta – w takiej sytuacji wystarczy umieścić elektrodę czarną i zieloną na jednej kończynie. Ważne jest, by były one umieszczone poniżej poziomu serca. Innym problemem, z którym możemy się spotkać w codziennej praktyce, to pacjent z nadmiernym drżeniem mięśniowym – w takiej sytuacji możemy założyć elektrody kończynowe w okolice, które podlegają mniejszym drżeniom, np. na uda i ramiona, a pod kolana podkładamy wałek. Takie rozwiązania stosujemy oczywiście w sytuacjach szczególnych; standardowo elektrody umieszczamy w miejscach typowych.

### I.3. Krzywa EKG i jej elementy składowe

Na krzywej EKG znajdują się załamki, odcinki i odstępy. Wszystkie te elementy są ważne podczas interpretacji zapisu.

Załamki to wychylenia w górę i/lub w dół od linii izoelektrycznej. Wyróżniamy następujące załamki: P, Q, R, S, T, U. Załamki Q, R, S tworzą zespół QRS.

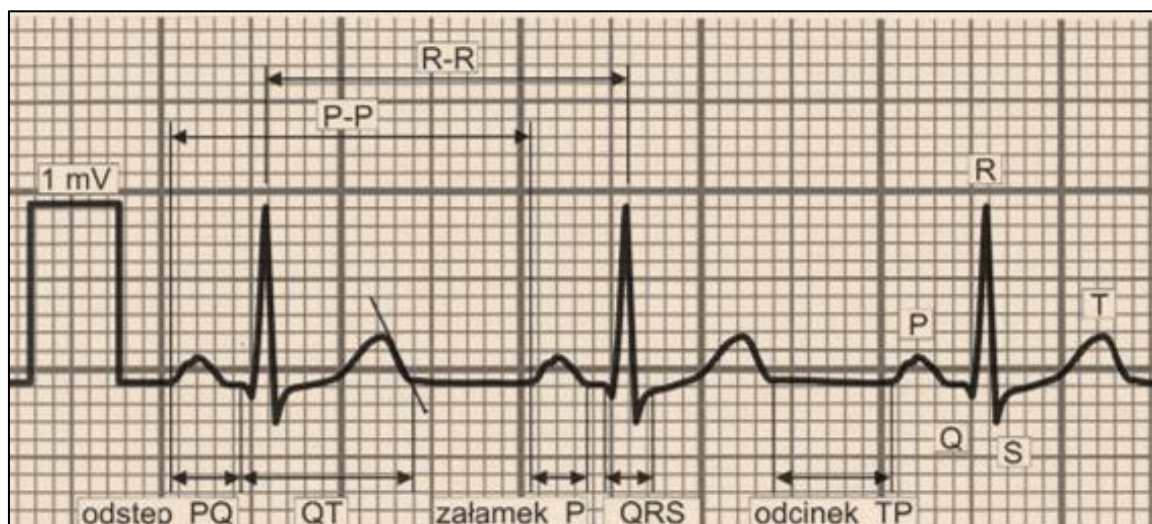


Rysunek 16. Załamki, odcinki, odstępy na krzywej EKG.

Źródło: [www.mp.pl/interna/chapter/B16.V.25.1.1](http://www.mp.pl/interna/chapter/B16.V.25.1.1). (dostęp: 28.04.2017).

Odcinki to linia pozioma między załamkami. Na krzywej EKG znajduje się odcinek PQ, odcinek ST i odcinek TP.

Odstępy to odcinki wraz z sąsiadującymi załamkami. Zaliczamy do nich odstęp PQ, QT, RR, PP.



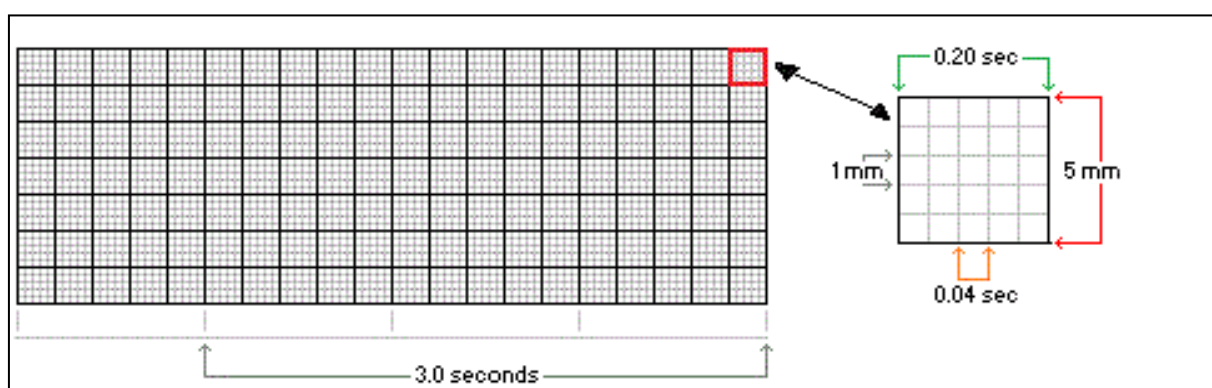
Rysunek 17. Krzywa EKG.

Źródło: [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031393913001145](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031393913001145) (dostęp: 28.04.2017).

Każdy element EKG – załamek, zespół, odcinek, odstęp – trwa w czasie i każdy ma swoje normy czasowe. Czas trwania inny niż określa zakres norm świadczy o patologii. Zanim więc przejdziemy do omawiania poszczególnych elementów na krzywej EKG, musimy poznać sposób liczenia czasu, by móc stwierdzić, czy mamy do czynienia z prawidłowym czy nieprawidłowym zapisem.

Wyliczenie czasu trwania umożliwi nam specjalny, milimetrový papier podzielony na małe (1 x 1 mm) i duże (5 x 5 mm) kwadraciki. 1 mm to czas trwania 0,04 s. Tak, więc mały kwadracik to 0,04 s ( $0,04 \text{ s} \times 1 = 0,04 \text{ s}$ ), a duży 5x5 mm to czas 0,2 s ( $0,04 \text{ s} \times 5 = 0,2 \text{ s}$ ).

Wartości te są określone dla przesuwu taśmy 25 mm/s. Przy przesuwie 50 mm/s czas trwania będzie inny (o połowę krótszy), ale ponieważ standardowo wykonujemy EKG z szybkością 25 mm/s, zapamiętajmy podane wyżej wartości do wyliczenia czasu dla poszczególnych elementów na krzywej EKG (Gajewski, 2012, s. 82-83; Tomasiak i in., 1994, s. 19-27).



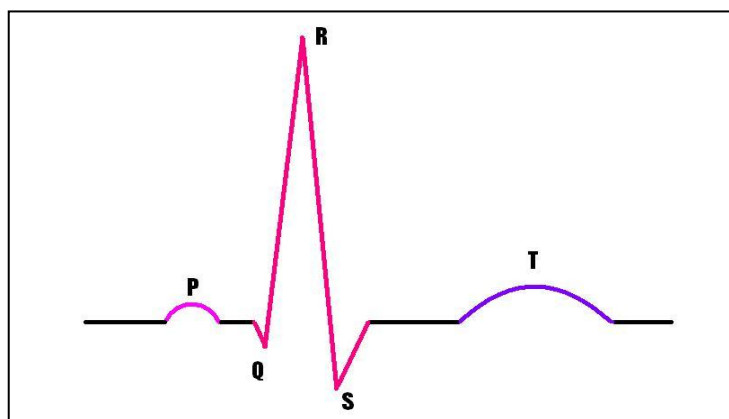
Rysunek 18. Papier milimetrový EKG.

Źródło: [www.ambulancetechnicianstudy.co.uk/ecgbasics.html](http://www.ambulancetechnicianstudy.co.uk/ecgbasics.html) (dostęp: 28.04.2017).

W dalszej części rozdziału zostaną omówione kolejno załamki, odcinki i odstępy.

### Załamki P, Q, R, S, T, U

Załamki P, Q, R, S, T, U – są to wychylenia w górę lub w dół od linii izoelektrycznej.



Rysunek 19. Załamki na krzywej EKG.

Źródło: <http://pielanest.blogspot.com/2013/12/monitoring-funkcji-zyciowych-u-dzieci.html> (dostęp: 15.06.2017).

Na rysunku 19 załamki P, Q, R, S i T zaznaczono kolorem różowym i fioletowym. Odcinki przebiegające w linii izoelektrycznej są koloru czarnego.

### **Załamek P**

Załamek P odzwierciedla depolaryzację przedsionków. Prawidłowy czas trwania załamka P wynosi  $< 0,12$  s. Oceniamy też amplitudę, czyli wychylenie od linii izoelektrycznej załamka P. Prawidłowo w odprowadzeniach kończynowych nie przekracza 2,5 mm, a w odprowadzeniach przedsercowych 3 mm. Załamek P jest nieodzownym elementem EKG w ocenie rytmu serca (Dąbrowska, Dąbrowski, 2007, s. 54).

Oceniając załamek P, zwracamy uwagę na:

- obecność załamka P przed każdym zespołem QRS;
- czy załamki P nie są odwrócone;
- czy załamki P nie są zbyt wysokie;
- czy załamki P nie są zbyt szerokie.

Załamek P powinien być dodatni w I, II, aVF, V3-V6, ujemny w aVR, natomiast w odprowadzeniach III, aVL, V1, V2 może być dodatni, ujemny bądź też dwufazowy (Baranowski, Wojciechowski, 2012a, s. 13).

### **Załamek Q**

Jest to element zespołu QRS. Załamek Q jest zawsze ujemny, jest to pierwsze wychylenie w dół od linii izoelektrycznej. W wielu odprowadzeniach jest nieobecny. Załamek Q jest wyrazem depolaryzacji przegrody międzykomorowej.

Mały załamek q jest odmianą normy. Jego amplituda (głębokość) nie powinna przekraczać  $\frac{1}{4}$  załamka R, zaś czas trwania 0,04s, czyli 1 małej krataczki.

Załamek Q przekraczający podane parametry określa się pojęciem „patologicznego załamka Q”.

### **Załamek R**

Załamek R to pierwsze wychylenie powyżej linii izoelektrycznej w zespole QRS, bez względu na to, czy poprzedza go załamek ujemny, czy nie.

Prawidłowy załamek R:

- zwiększa swoją amplitudę w odprowadzeniach przedsercowych od V1 do V6;
- jest mniejszy niż załamek S w odprowadzeniu V1 i V2;
- jest większy niż załamek S w odprowadzeniu V5 i V6;
- jego wysokość nie przekracza 25 mm.

### **Załamek S**

Jest to ujemny załamek zespołu QRS pojawiający się po załamku R.

Prawidłowy załamek S:

- jest większy niż załamek R w odprowadzeniu V1 i V2;
- zmniejsza swoją amplitudę od V1 do V6;
- jego głębokość nie przekracza 25 mm.

### **Zespół QRS**

Składa się z załameków Q, R i S. Prawidłowy zespół QRS spełnia następujące kryteria:

- czas trwania wynosi od 0,06 do 0,10 s;
- amplituda (R+S) nie przekracza 24 mm.

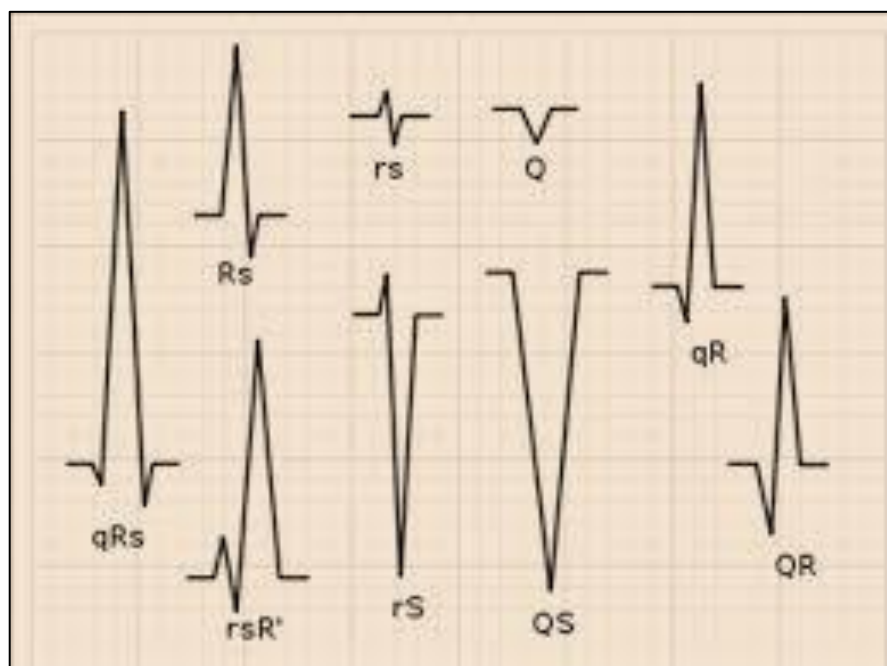
Zespół, w którym nie stwierdza się załamka R, nosi nazwę QS.

Jeżeli w zespole QRS pojawia się drugi dodatni załamek, określa się go jako R'. Taki układ spotykamy w bloku odnogi pęczka Hisa.

Zespół QRS, w którym dominującym załamkiem jest R, nazywamy dodatnim. Jeżeli dominującym jest załamek Q lub S, zespół nazywamy ujemnym. W przypadku jednakowych załamków R i S zespół określamy jako dwufazowy.

Jeśli amplituda załamków jest mała, poniżej 5 mm, to do oznaczenia używamy małych liter q, r, s (Tomasik i in., 1994, s. 21-27; Houghton, Gray, 1999, s. 102-205).

Czas trwania zespołu QRS to czas, w jakim pobudzenie rozchodzi się w mięśniówce komór. Należy pamiętać, że jest to czas depolaryzacji mięśnia komór, a nie czas skurczu komór. Wydłużenie czasu przewodzenia daje poszerzenie zespołu QRS (Hampton, 2009, s. 7).



Rysunek 20. Kształty zespołów QRS.

Źródło: [www.wikiwand.com/id/Elektrokardiogram](http://www.wikiwand.com/id/Elektrokardiogram) (dostęp: 28.04.2017).

Rysunek 20 ukazuje różne warianty zespołu QRS.

### Załamek T

Załamek T odpowiada repolaryzacji komór.

Oceniając załamek T, zwracamy uwagę na jego amplitudę, czas trwania oraz wychylenie dodatnie czy ujemne.

Prawidłowy czas trwania wynosi 0,12-0,16 s. Amplituda w odprowadzeniach kończynowych wynosi do 6 mm, zaś w przedsercowych do 10 mm.

Załamek T powinien być dodatni w I, II, V3, V4, V5, V6. W aVR prawidłowo załamek T jest ujemny. W pozostałych odprowadzeniach może być dodatni, płaski, dwufazowy lub ujemny.

Załamek T jest istotny w diagnostyce choroby niedokrwiennej serca, zaburzeń elektrolitowych (hipo- i hiperkaliemia) oraz przerostu komór.

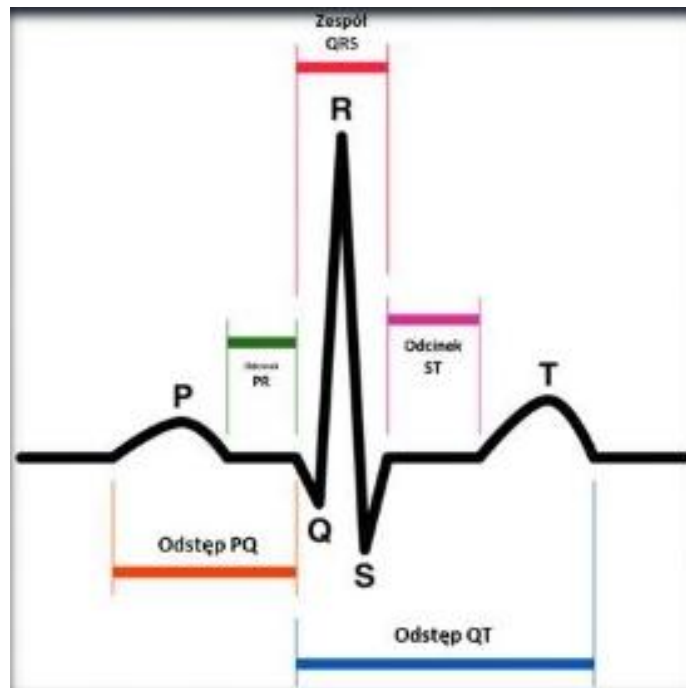


## Załamek U

Załamek U może być niewidoczny w standardowym zapisie. Jeśli występuje, to pojawia się bezpośrednio po załamku T, ma ten sam kierunek co załamek T, lecz mniejszą amplitudę – do 3 mm. Występuje on w ok.  $\frac{1}{4}$  wszystkich elektrokardiogramów.

## Odcinki PQ, ST, TP

Podobnie jak w geometrii odcinek to linia prosta. Na krzywej EKG odcinków szukamy pomiędzy załamekami.



Rysunek 21. Elementy składowe krzywej EKG.

Źródło: <https://www.slideshare.net/AleksandraPlacek/podstawy-oceny-ekg> (dostęp: 07.07.2017).

## Odcinek PQ/PR

Przebiega w linii izoelektrycznej, a mierzony jest od końca załamka P do początku załamka Q lub R. Jest wyrazem przewodzenia impulsu przez węzeł przedsionkowo-komorowy, pęczek Hisa z odnogami oraz włókna Purkinjego.

## Odcinek ST

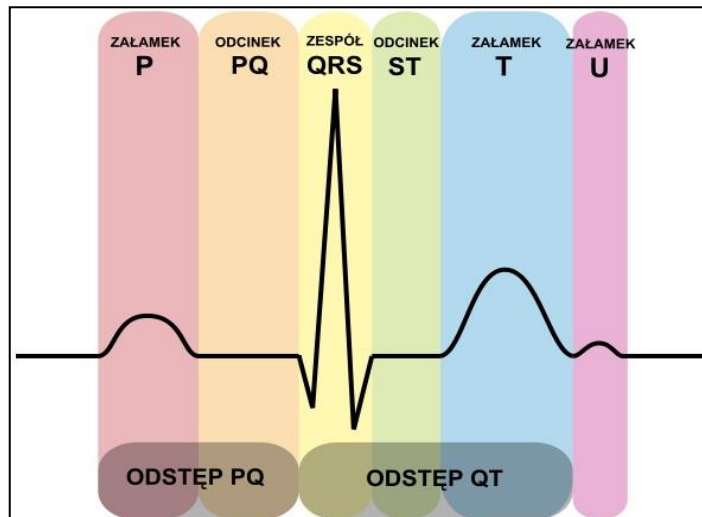
Prawidłowy odcinek ST przebiega w linii izoelektrycznej. Znajduje się pomiędzy końcem załamka S i początkiem załamka T. Czas jego trwania wynosi 0,02-0,12 s. Jest on bardzo ważnym elementem w ocenie zmian niedokrwienych mięśnia sercowego. Obniżenia odcinka ST nie powinny przekraczać 0,5 mm, a uniesienia 1 mm w odprowadzeniach kończynowych i 2 mm w przedsercowych, szczególnie w V1 i V2 (Tomasik i in., 1994, s. 21-27; Houghton, Gray, 1999, s. 102-205). U młodych mężczyzn odcinek ST w odprowadzeniach V1-V4 stosunkowo często bywa uniesiony o 1-3 mm i przebiega skośnie do góry. Takie uniesienie jest odmianą normy (Dąbrowska, Dąbrowski, 2007, s. 67-68).

## Odcinek TP

Przebiega w linii izoelektrycznej od końca załamka T do początku załamka P. Czas trwania odcinka TP to czas rozkurczu zarówno komór, jak i przedsionków.

## Odstępy: PQ, QT, RR, PP

Odstęp to odcinek wraz z załamkiem.



Rysunek 22. Elementy krzywej EKG.

Źródło: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Elektrokardiografia> (dostęp: 28.04.2017).

## Odstęp PQ/PR

Odstęp PQ lub PR w zależności od tego, czy pierwszym załamkiem w zespole QRS jest Q czy R. Odstęp PQ mierzymy od początku załamka P do początku załamka Q. Prawidłowy czas trwania waha się od 0,12 do 0,20 s i powinien być stały. Odstępstwa od normy, a więc inny czas trwania lub jego zmienność, świadczą o zaburzeniach przewodzenia.

## Odstęp QT

Odstęp QT to czas depolaryzacji i repolaryzacji (aktywności elektrycznej) komór. Odstęp QT mierzymy od początku zespołu QRS do końca załamka T.

Ważne jest, aby mierząc odstęp QT, zmierzyć czas do końca załamka T, nie zaś załamka U. Odstęp QT najlepiej oceniać w odprowadzeniu II lub z najwyższymi załamekami T. Odstęp QT jest zależny od częstości rytmu serca oraz w mniejszym stopniu od płci, wieku badanej osoby oraz aktywności wegetatywnego układu nerwowego. Rytm wolniejszy – QT dłuższe, szybsza czynność serca – QT krótsze. Do korygowania czasu trwania odstępu QT względem częstości rytmu stosuje się różne wzory.

Jednym ze sposobów wyliczenia **skorygowanego odstępu QT (QTc)** jest wzór Hodgesa, opierający się na liniowej zależności pomiędzy odstępami QT i RR:

$$QTc = QT \text{ (ms)} + 1.75 \times (\text{częstotliwość rytmu} - 60) \text{ (Dąbrowski, Dąbrowska, 2007, s. 73).}$$

$$\text{Przykład: } QTc = 360 \text{ ms} + 1.75 \times (80 - 60)$$

$$QTc = 395 \text{ ms.}$$

Granice normy skorygowanego odstępu QT wynoszą: **350-450 ms dla mężczyzn** i **360-460 ms dla kobiet** (Baranowski, Wojciechowski, 2012a, s. 13).

Wydłużenie odstępu QT powyżej normy może sprzyjać wystąpieniu wielokształtnego częstoskurczu komorowego oraz nagłego zgonu sercowego.

### **Odstęp RR**

Odstęp RR to czas trwania jednej ewolucji serca. Odstęp RR to odległość zmierzona pomiędzy wierzchołkami załamków R dwóch sąsiadujących zespołów QRS. Różnice między dwoma odstępami RR nie powinny przekraczać 0,16 s. Odstęp RR służy do obliczania częstości rytmu.

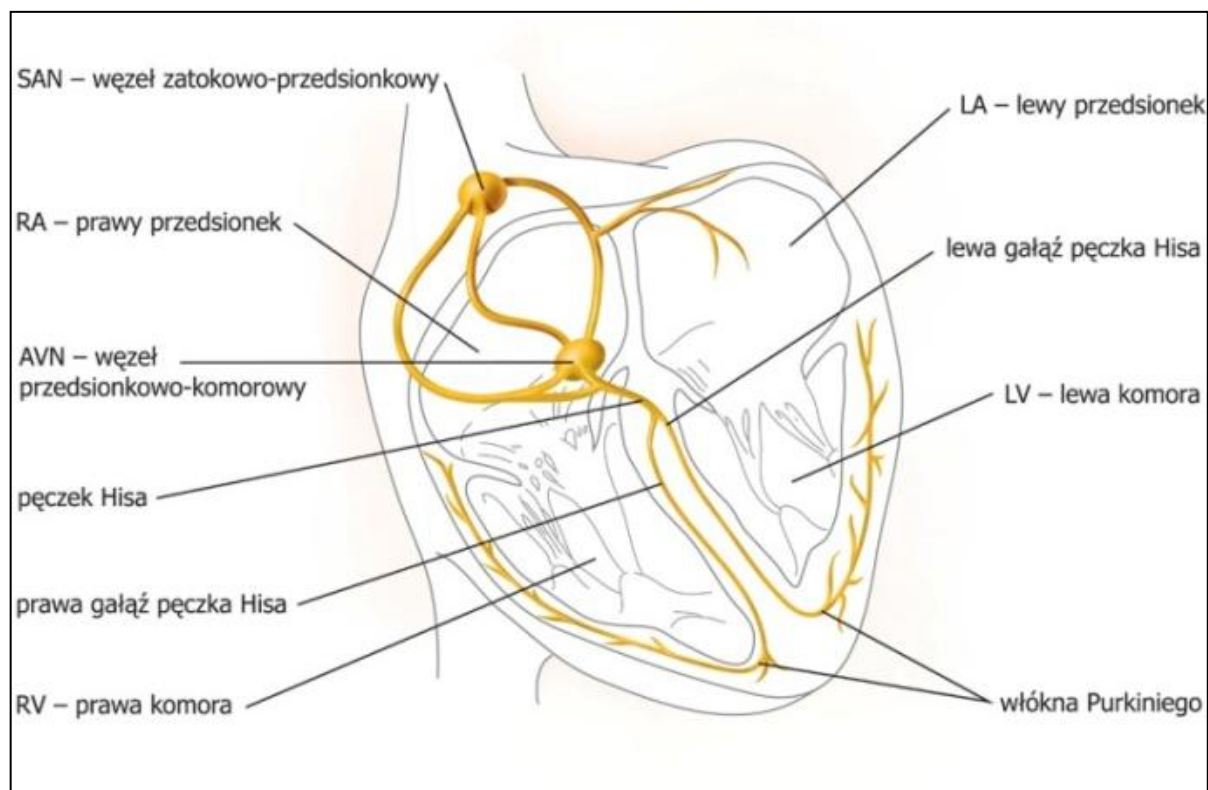
### **Odstęp PP**

Analogicznie do odstępu RR, jest to odległość pomiędzy wierzchołkami 2 kolejnych załamków P. Odstęp PP powinien być równy odstępowi RR pod warunkiem, że rytm jest zatokowy i miarowy (Tomasik i in., 1994, s. 21-27; Houghton, Gray, 1999, 102-205).

Odstępy RR i PP widoczne są na rysunku 17.

## I.4. Oś serca

Oś serca wskazuje główny kierunek fali depolaryzacji, czyli przepływu prądu w obrębie komór. Fala depolaryzacji rozchodzi się w zdrowym sercu drogą wyznaczoną przez układ przewodzący serca. Dla przypomnienia, pobudzenie rozpoczyna się w węźle zatokowym, po czym dociera do węzła przedsionkowo-komorowego, a stamtąd do mięśnia komór poprzez pęczek Hisa oraz jego odnogi, prawą i lewą. W mięśniu komór pobudzenie szerzy się we włóknach Purkiniego (Houghton, Gray, 1999, s. 82-83).



Rysunek 23. Budowa anatomiczna serca.

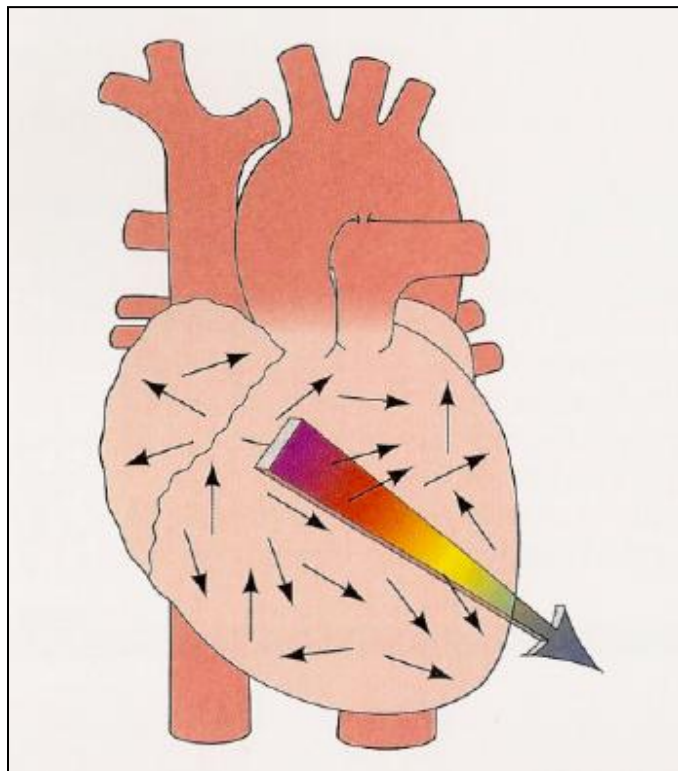
Źródło: [www.wada-serca.pl/rodzice/wady-serca/uklad-przewodzacy-serca](http://www.wada-serca.pl/rodzice/wady-serca/uklad-przewodzacy-serca) (dostęp: 02.05.2017).

Serce usytuowane jest w śródpiersiu, prawidłowo skierowane jest w dół i na lewo. Pobudzenie rozpoczyna się w węźle zatokowym, usytuowanym w prawym przedsionku, a więc w górnym rogu od strony prawej ręki, a kończy się w dolnym rogu od strony lewej ręki. I tak przebiega fala depolaryzacji.



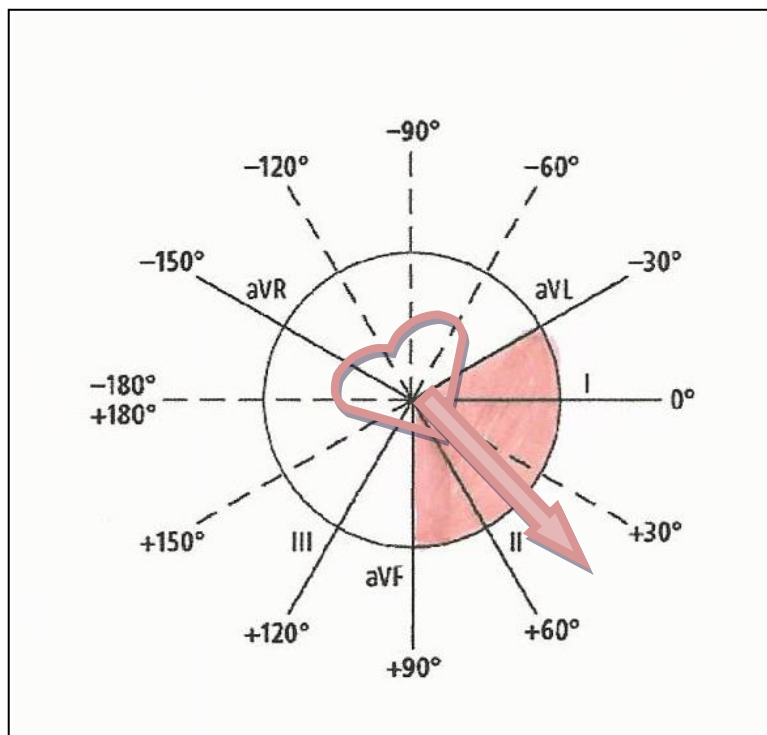
Rysunek 24. Usytuowanie serca w śródpiersiu.  
Źródło: <http://medyczni.org/anatomia/> (dostęp: 02.05.2017).

Depolaryzację komór można przedstawić za pomocą wielu wektorów biegnących w mięśniówce we wszystkich jej segmentach równocześnie. Grubsza ściana lewej komory generuje dłuższe wektory niż prawa komora. Jeśli zsumujemy wszystkie wektory biegnące w mięśniówce obydwu komór, powstanie średni wektor, który wskazuje kierunek depolaryzacji, co obrazowo przedstawia rysunek 25.



Rysunek 25. Kierunek depolaryzacji.  
Źródło: [http://karen-nightingale.blogspot.com/2015\\_03\\_01\\_archive.html](http://karen-nightingale.blogspot.com/2015_03_01_archive.html) (dostęp: 02.05.2017).

Prawidłowo oś serca mieści się w przedziale od  $-30^{\circ}$  do  $+90^{\circ}$ . Oznacza to, że fala depolaryzacji przebiega fizjologicznie i jej średni wektor (kierunek) biegnie w dół i na lewo oraz do przodu.



Rysunek 26. Prawidłowa oś serca.

Źródło: <http://kardiologia.mp.pl/ekg/podstawy/95543,prosty-sposob-na-wyliczenie-osi-elektrycznej-serca/> (dostęp: 02.05.2017).

Jeśli serce zrotowane jest w prawą stronę, to fala depolaryzacji również zmienia kierunek i jej średni wektor przemieszczony jest w prawo. Ma to miejsce np. u wysokich, szczupłych osób, kiedy mamy do czynienia z pionowym położeniem serca. Odwrotną sytuację obserwujemy u osób bardzo otyłych, u których uniesiona przepona przemieszcza serce. Mówimy wtedy o poziomym położeniu serca. Falę depolaryzacji wyznacza średni wektor skierowany poziomo w stronę lewą.

W przypadku, gdy dochodzi do przerostu jednej z komór, czyli zwiększenia jej masy, siła depolaryzacji jest również większa, co przemieszcza średni wektor w stronę tej komory.

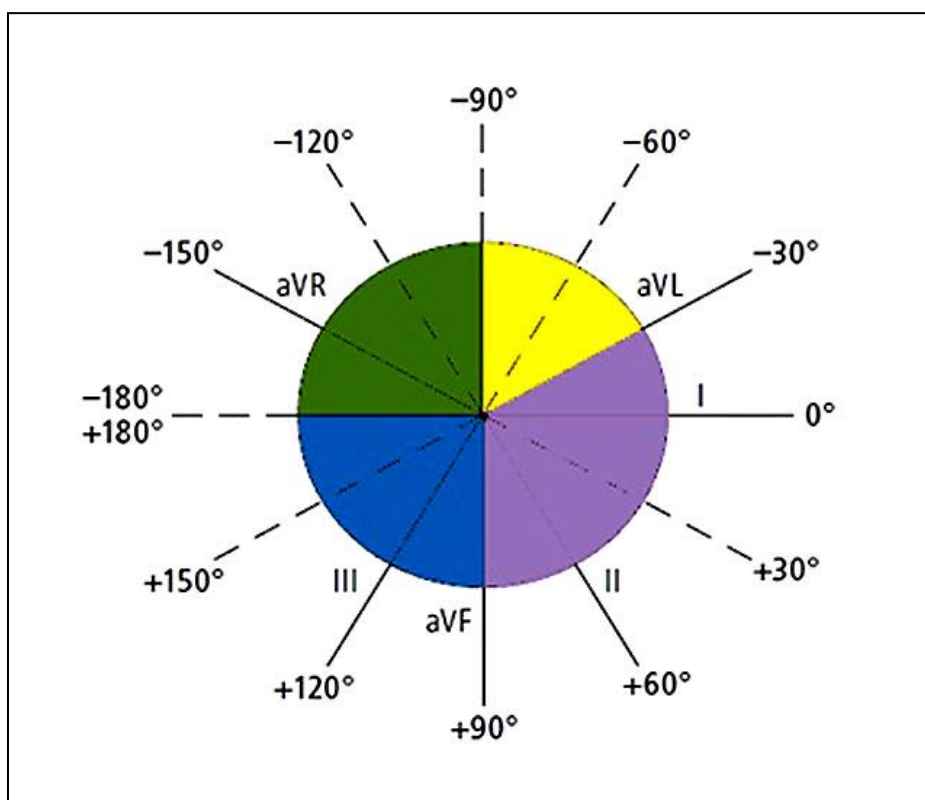
W zawałe mięśnia sercowego dochodzi do martwicy określonego obszaru serca. Obszar martwicy nie ulega depolaryzacji, jest elektrycznie niemy, nie generuje więc wektorów, stąd wektory przeciwstawnej strony serca nie są równoważone i średni wektor przebiega w kierunku przeciwnym do zawału (Dubin, 2008, s. 206-213).

Oś pośrednia, czyli prawidłowa, mieści się w przedziale od  $-30^{\circ}$  do  $+90^{\circ}$ .

W przypadku odchylenia osi elektrycznej w lewo średni wektor znajduje się w przedziale od  $-30^{\circ}$  do  $-90^{\circ}$ . Taki stan określa się mianem lewogramu patologicznego.

Przemieszczenie średniego wektora w prawo to tzw. prawogram. Średni wektor znajduje się w przedziale od  $+90^{\circ}$  do  $+180^{\circ}$ .

Jeśli średni wektor depolaryzacji komór znajduje się w przedziale od  $-90^{\circ}$  do  $+180^{\circ}$ , to mamy do czynienia z nieokreśloną osią elektryczną (Baranowski, Wojciechowski, 2012a, s. 42-49).

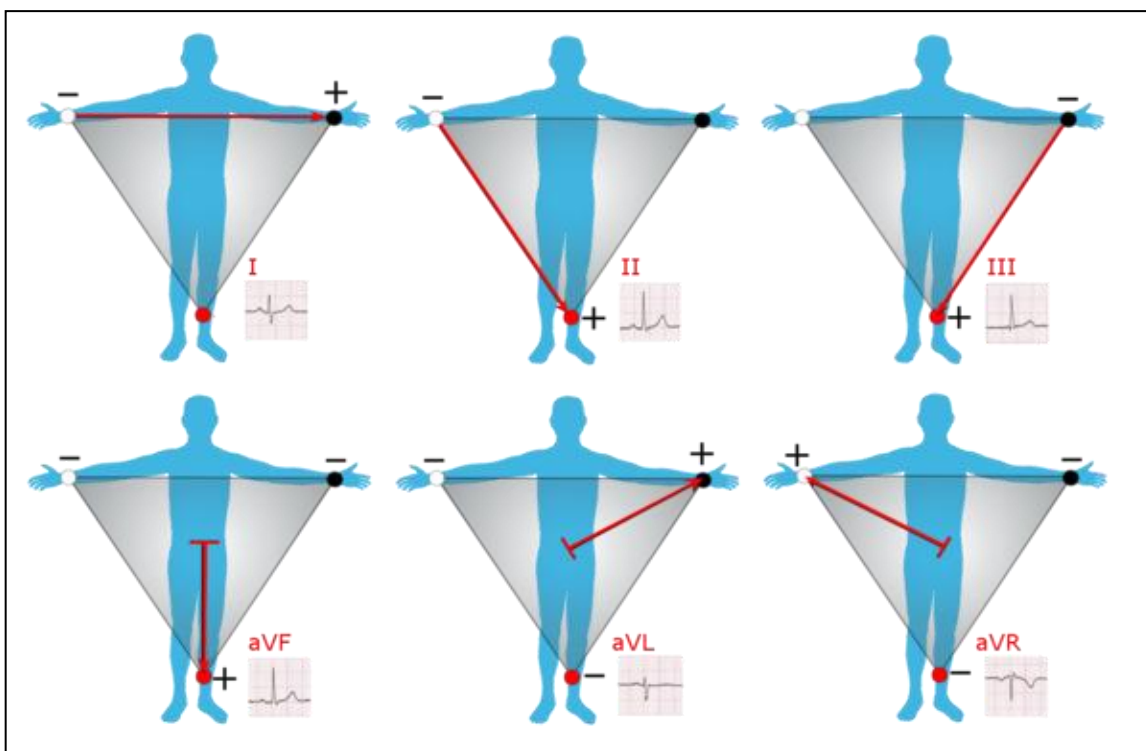


Rysunek 27. Zakres osi elektrycznej serca.

Źródło: <http://kardiologia.mp.pl/ekg/podstawy/95543,prosty-sposob-na-wyliczenie-osi-elektrycznej-serca/> (dostęp: 02.05.2017).

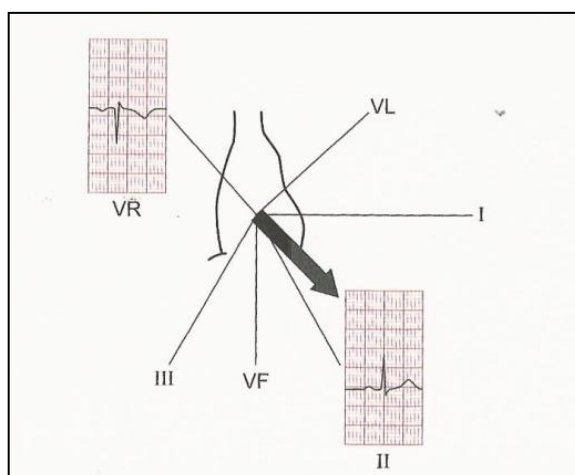
Oś serca mówi nam o położeniu serca, o kierunku depolaryzacji, ale również o wielu stanach chorobowych takich jak zawał mięśnia sercowego, przerost komory czy zaburzenia przewodzenia wewnątrzkomorowego (Tomasik i in., 1994, s. 30-32).

Obrazowo można powiedzieć, że każda z elektrod kończynowych „patrzy” na serce pod innym kątem, o czym była mowa w rozdziale I.1. Przepływ prądu w kierunku elektrody daje dodatnie wychylenie, a przepływ w kierunku przeciwnym do elektrody daje wychylenie ujemne. Przepływ prądu pod kątem prostym do elektrody sprawia, że zespół QRS jest izoelektryczny (wychylenie dwufazowe).



Rysunek 28. Zapis EKG w zależności od spojrzenia odprowadzenia.  
 Źródło: <https://en.wikipedia.org/wiki/Electrocardiography> (dostęp: 02.05.2017).

Dla przykładu przeanalizujmy odprowadzenie II. Fala depolaryzacji przemieszcza się w kierunku elektrody, dając dodatnie wychylenie zespołu QRS. Pobudzenie rozpoczyna się w węźle zatokowym usytuowanym w prawym przedsionku, a więc w górnym rogu od strony prawej ręki i rozprzestrzenia się w dół oraz na lewo. Odprowadzenie II rejestruje różnicę potencjałów pomiędzy prawym ramieniem i lewym podudziem, przy czym elektroda dodatnia jest na lewym podudziu, tak więc fala depolaryzacji biegnie w kierunku elektrody i daje dodatnie wychylenie. Inny przykład – odprowadzenie aVR „spogląda” na serce od strony prawej kończyny górnej. Depolaryzacja szerzy się w przeciwnym kierunku, dając wychylenie ujemne. Sytuację tę obrazuje rysunek 29.



Rysunek 29. Wychylenie pisaka w zależności od odprowadzenia.  
 Źródło: *EKG. To proste* (s. 15), J.R. Hampton, 2008, Wrocław: Elsevier Urban & Partner.



Odprowadzenie aVL „spogląda” na serce od strony lewego ramienia, fala depolaryzacji płynie więc pod kątem prostym, dając dwufazowy, izoelektryczny zespół QRS.

Oś serca określamy analizując odprowadzenie I i II (Houghton, Gray, 1999, s. 89), I i III (Tomasik i in., 1994, s. 32) lub I i aVF (Dubin, 2008, s. 219-227).

W przypadku, kiedy zespoły QRS w ww. parach odprowadzeń są dodatnie, oś serca jest prawidłowa, a więc jest to normogram. Jeżeli zespoły QRS skierowane są do siebie, oś serca odchylona jest w prawo, czyli stwierdzamy dekstrogram. W przypadku odchylenia osi elektrycznej w lewo zespoły QRS skierowane są rozbieżnie. Oś niezdefiniowaną stwierdzimy, kiedy zespoły QRS są ujemne w obydwu odprowadzeniach.

Jest to najprostszy sposób określenia osi elektrycznej serca i w zupełności wystarczający zarówno dla pielęgniarek, jak i ratowników medycznych.

Tabela 1

*Symboliczne przedstawienie osi elektrycznej serca*

	<b>Normogram</b>	<b>Dekstrogram</b>	<b>Sinistrogram</b>	<b>Oś niezdefiniowana</b>
<b>I</b>	^	v	^	v
<b>aVF</b>	^	^	v	v

**Przyczyny lewogramu (sinistrogramu):**

- przerost lewej komory;
- blok przedniej wiązki;
- zawał ściany dolnej;
- preekscytacja.

**Przyczyny prawogramu (dekstrogramu):**

- zaburzenia przewodzenia śródkomorowego;
- przerost prawej komory serca;
- preekscytacja;
- zawał ściany bocznej.

**Przyczyny osi nieokreślonej:**

- przerost prawej komory;
- nieokreślone zaburzenia przewodzenia śródkomorowego;
- wrodzone wady serca (Baranowski, Wojciechowski, 2012a, s. 42-49).



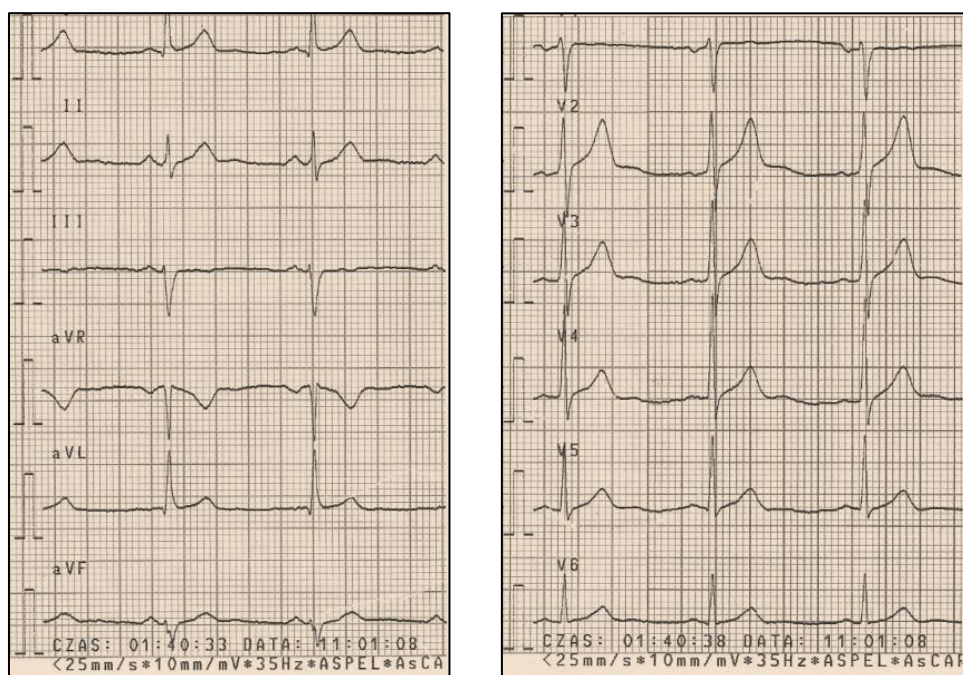
**CZĘŚĆ II.**  
**INTERPRETACJA ZAPISU EKG**

## II.1. Rytm zatokowy

Rytm zatokowy jest rytmem fizjologicznym, podczas którego węzeł zatokowy generuje impulsy z częstotliwością 60-100/min. Impulsy te depolaryzują przedsionki, doprowadzając do ich skurczu.

W zapisie EKG obserwujemy następujące cechy rytmu zatokowego:

- częstość akcji serca wynosi 60-100 u/m;
- załamek P obecny przed każdym zespołem QRS, dodatni w I i II odprowadzeniu, a ujemny w aVR;
- rytm jest miarowy (równe odstępy RR).



Rysunek 30. Rytm zatokowy.

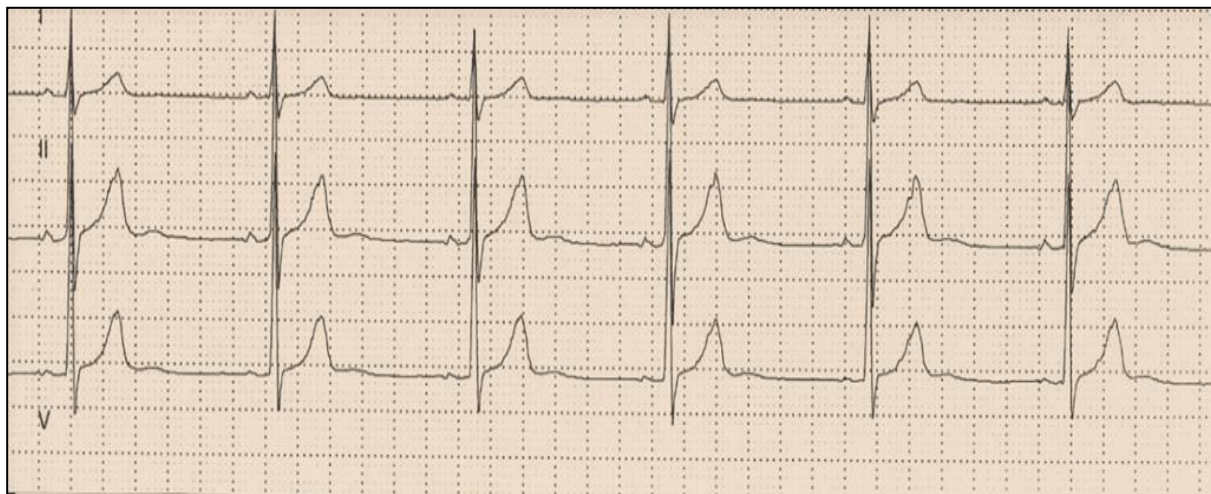
Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 30 przedstawiono 12-odprowadzeniowy zapis EKG, przedstawiający prawidłowy rytm zatokowy. Widzimy tu wszystkie cechy rytmu zatokowego – odstępy RR równe, obecny załamek P przed każdym zespołem QRS dodatni w I i II, ujemny w aVR. Częstość akcji serca wynosi 68. Jeżeli w zapisie EKG stwierdzamy, że częstość akcji serca jest wolniejsza niż 60 u/m przy zachowaniu pozostałych kryteriów rytmu zatokowego, mamy do czynienia z bradykardią zatokową.

Akcja serca powyżej 100 u/m, rytm miarowy, zespoły QRS poprzedzone załamkami P dodatnimi w I i II, ujemnymi w aVR to kryteria, które upoważniają nas do rozpoznania tachykardii zatokowej (Tomasik i in., 1994, s. 47).

Warto nadmienić jeszcze o niemiarowości zatokowej. Określenie „niemiarowość zatokowa” brzmi patologicznie, lecz w tym przypadku jest to wariant normy. Niemiarowość ta polega na nieznacznym przyspieszeniu rytmu serca podczas wdechu i zwolnieniu podczas fazy wydechu. Przyczyną tego jest zmieniające się napięcie nerwu błędnego. Niemiarowość zatokowa jest często spotykana u ludzi młodych, poniżej 40. roku życia. Nie wymaga diagnostyki ani leczenia.

Cechą charakterystyczną jest przyspieszanie i zwalnianie rytmu związane z fazą oddechu. Pozostałe kryteria rytmu zatokowego nie ulegają zmianie (Houghton, Gray, 1999, s. 44).



Rysunek 31. Bradykardia zatokowa.

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 31 przedstawia przykład bradykardii zatokowej. Jest to fragment wydruku badania holterowskiego. Częstość akcji serca wynosi ok. 48 u/min.



Rysunek 32. Tachykardia zatokowa.

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 32 przedstawia fragment wydruku badania holterowskiego z przykładem bradykardii zatokowej. Częstość akcji serca wynosi ok. 115 u/min.

## II.2. Zaburzenia rytmu

Zaburzenie rytmu serca, czyli arytmia, jest konsekwencją nieprawidłowego wytwarzania lub przewodzenia bodźców. Istnieje bardzo wiele różnych podziałów zaburzeń rytmu. Dla potrzeb niniejszego podręcznika przyjmujemy podział na: nadkomorowe i komorowe zaburzenia rytmu. Omówione zostaną tylko najważniejsze z nich.

Nadkomorowe zaburzenia rytmu serca:

- ekstrasystolia nadkomorowa;
- częstoskurcz nadkomorowy;
- migotanie i trzepotanie przedsionków.

Komorowe zaburzenia rytmu serca:

- ekstrasystolia komorowa;
- częstoskurcz komorowy;
- trzepotanie i migotanie komór.

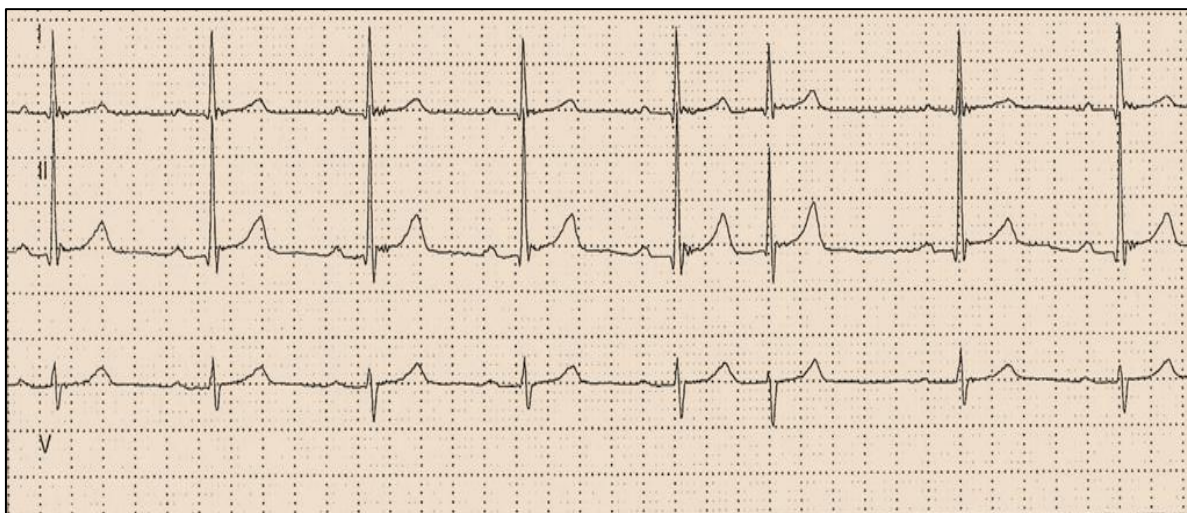
### Nadkomorowe zaburzenia rytmu serca

#### Ekstrasystolia nadkomorowa

Ekstrasystolia to dodatkowe pobudzenia przedwczesne. Pobudzenie dodatkowe pojawia się wcześniej niż oczekiwane i następuje po nim przerwa wyrównawcza. Do ekstrasystolii nadkomorowej zaliczymy pobudzenia przedsionkowe oraz węzłowe (pochodzące z węzła przedsionkowo-komorowego). Ekstrasystolia nadkomorowa, czyli pobudzenie przedwczesne, pochodzi z wrażliwego ogniska automatyzmu umiejscowionego w przedsionku lub w węźle przedsionkowo-komorowym. Przyczyny ekstrasystolii nadkomorowej to np. nadmiar adrenaliny, kofeina, amfetamina, przedawkowanie naparstnicy, etanolu czy nadczynność tarczycy (Dubin, 2008, s. 122).

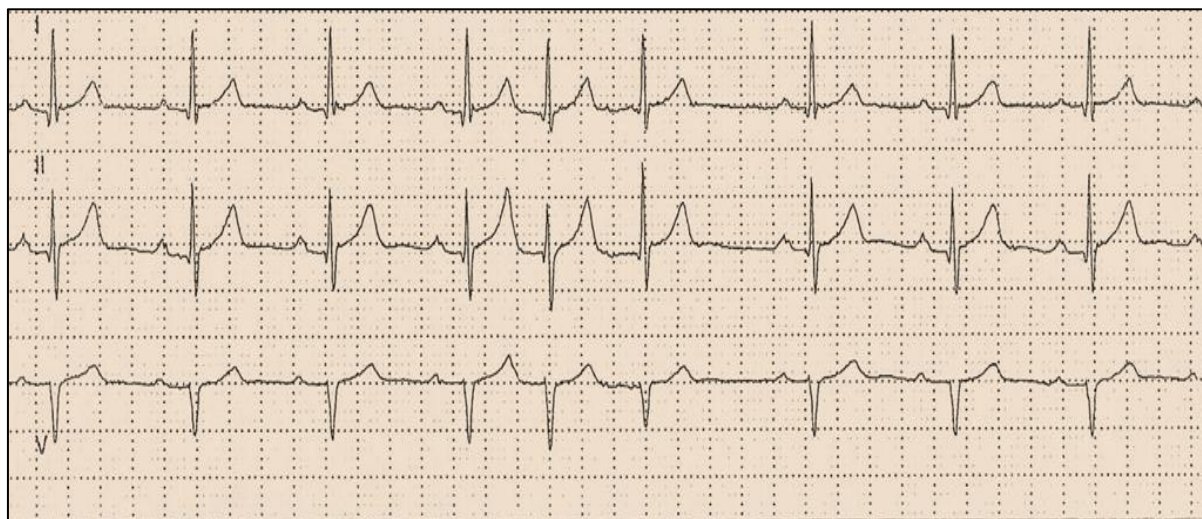
**Dodatkowe pobudzenia przedsionkowe** pojawiają się wcześniej niż oczekiwane, poprzedzone są załamkiem P, ale innym od zatokowego, nieprawidłowym. Zespoły QRS dodatkowych pobudzeń przedsionkowych są takie same jak podczas rytmu zatokowego. Pobudzenia te pochodzą z mięśnia przedsionków, a nie z węzła zatokowego, jak to ma miejsce w przypadku rytmu zatokowego, stąd inny kształt załamków P.

**Dodatkowe pobudzenia węzłowe** powstają w ognisku ektopowym usytuowanym w węźle przedsionkowo-komorowym. Pojawiają się wcześniej niż oczekiwane. Załamki P w tych pobudzeniach albo wcale nie występują, albo pojawiają się tuż przed lub po zespole QRS. Kształt zespołów QRS jest taki sam jak zespołów występujących podczas rytmu zatokowego (Houghton, Gray, 1999, s. 68-70).



Rysunek 33. Ekstrasystolia nadkomorowa.  
Źródło: opracowanie własne.

Fragment zapisu holterowskiego na rysunku 33 przedstawia przykład ekstrasystolii nadkomorowej. Zespół 6 QRS pojawia się wcześniej niż oczekiwany, nie jest poprzedzony załamkiem P. Kształt zespołu QRS jest zachowany.



Rysunek 34. Ekstrasystolia nadkomorowa (para).  
Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 34 również ukazuje ekstrasystolię nadkomorową w badaniu holterowskim. Zespoły QRS 5 i 6 to 2 dodatkowe pobudzenia występujące jedno po drugim, czyli tzw. para. Pobudzenia te spełniają kryteria ekstrasystolii nadkomorowej – pojawiły się wcześniej niż oczekiwane, bez poprzedzającego załamka P i mają taki sam kształt co pobudzenia rytmu zatokowego.

Liczna ekstrasystolia nadkomorowa może sprawiać trudności w określeniu rytmu, ponieważ zapis EKG przypomina migotanie przedsionków.

## Migotanie przedsionków

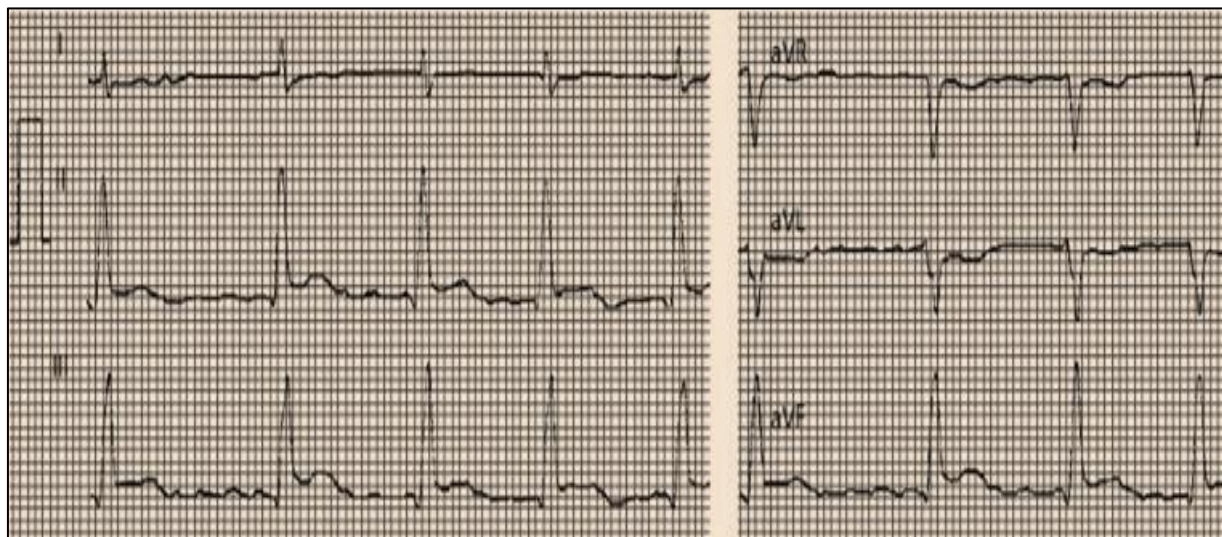
Migotanie przedsionków to najczęstsze zaburzenie rytmu serca. Istota tej arytmii polega na braku efektywnego skurczu przedsionków. W zamian pojawiają się liczne skurcze pojedynczych pęczków i włókien mięśni przedsionków. W EKG brak jest załamków P, a na linii izoelektrycznej pojawia się charakterystyczna fala f, czyli nieregularne, o różnej amplitudzie wychylenia.

Do kryteriów migotania przedsionków zaliczymy:

- niemierny, nieregularny rytm komór;
- brak załamków P;
- obecność fali f (nieregularne wychylenia o zmiennym kształcie i amplitudzie o częstości 350-600/min) (Tomasik i in., 1994, s. 56).

Wysokie, wyraźne fale f o amplitudzie przekraczającej 1 mm spotyka się u ludzi młodych oraz w przypadku przerostu przedsionków. U ludzi starszych fale f są zazwyczaj niskie, czasami wręcz niewidoczne.

W trakcie migotania przedsionków rytm komór jest niemierny o częstotliwości 80-180 u/m. Częstotliwość mniejsza niż 80/min może być wyrazem współistniejących zaburzeń przewodzenia lub jest wynikiem przyjmowania leków zwalniających akcję serca, np. glikozydów naparstnicy czy beta-blokerów (Dąbrowska, Dąbrowski, 2007, s. 157).



Rysunek 35. Migotanie przedsionków.

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 35 przedstawia fragment zapisu EKG, na którym widoczne są cechy migotania przedsionków. Rytm serca niemierny, brak załamków P przed zespołami QRS oraz obecna fala f (najlepiej widoczna w odprowadzeniu III).





Rysunek 36. Migotanie przedsionków i rytm zatokowy.

Źródło: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Migotanie\\_przedsionków](https://pl.wikipedia.org/wiki/Migotanie_przedsionków) (dostęp: 02.05.2017).

Rysunek 36 obrazuje 2 fragmenty zapisu. Na górnym widzimy migotanie przedsionków, a na dolnym rytm zatokowy.

### Trzepotanie przedsionków

Trzepotanie przedsionków wywodzi się z ogniska ekotopowego zlokalizowanego w przedsionkach. Ognisko to wyzwała impulsy z częstotliwością 250-350/min. Węzeł przedsionkowo-komorowy przewodzi co drugie lub co trzecie pobudzenie do komór, gdyż nie jest w stanie przewieźć wszystkich. Obserwujemy więc blok przewodzenia 2:1, 3:1, 4:1.

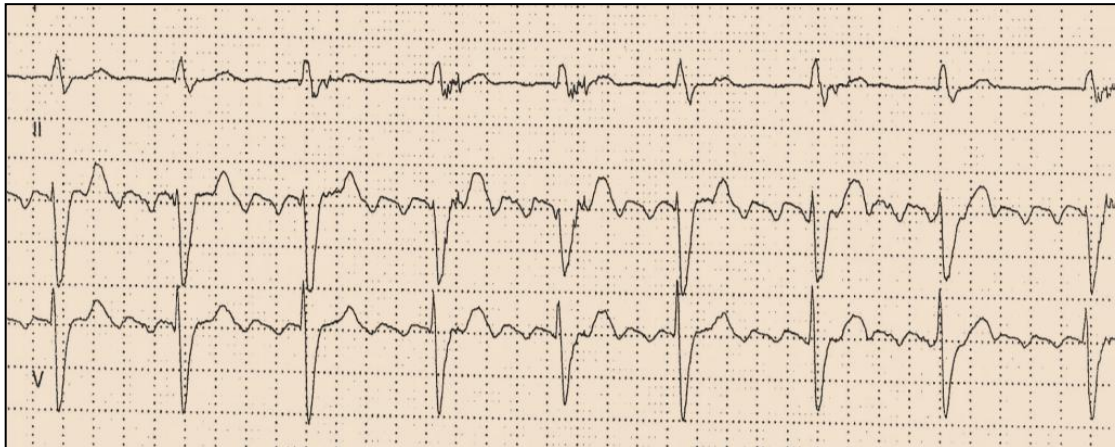
Rytm komór zazwyczaj jest miarowy, ale może się zdarzyć trzepotanie przedsionków z niemiarową akcją serca w przypadku, gdy blok przedsionkowo-komorowy będzie o zmiennym kroku.

W zapisie EKG pomiędzy zespołami QRS pojawiają się charakterystyczne „zęby piły”. Skurcz przedsionka w przeciwieństwie do migotania przedsionków jest zachowany (Tomasik i in., 1994, s. 55).

Cechy trzepotania przedsionków:

- obecność fali f (zęby piły), w odprowadzeniach II, III, aVF – fale dwufazowe;
- brak linii izoelektrycznej między falami f w odprowadzeniach kończynowych;
- częstość fali F zazwyczaj powyżej 250/min;
- rytm komór najczęściej miarowy i wolniejszy od fali f (Baranowski, Wojciechowski, 2012b, s. 72-73).

Fale trzepotania są najlepiej widoczne w odprowadzeniach dolnych (II, III, aVF) oraz w V1 (Morris, Brady, Camm, 2009, s. 16).



Rysunek 37. Trzepotanie przedsionków.  
Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 37 przedstawia fragment wydruku z 24-godzinnego monitorowania EKG (badanie holterowskie). Zapis ukazuje trzepotanie przedsionków – widoczne zęby piły.

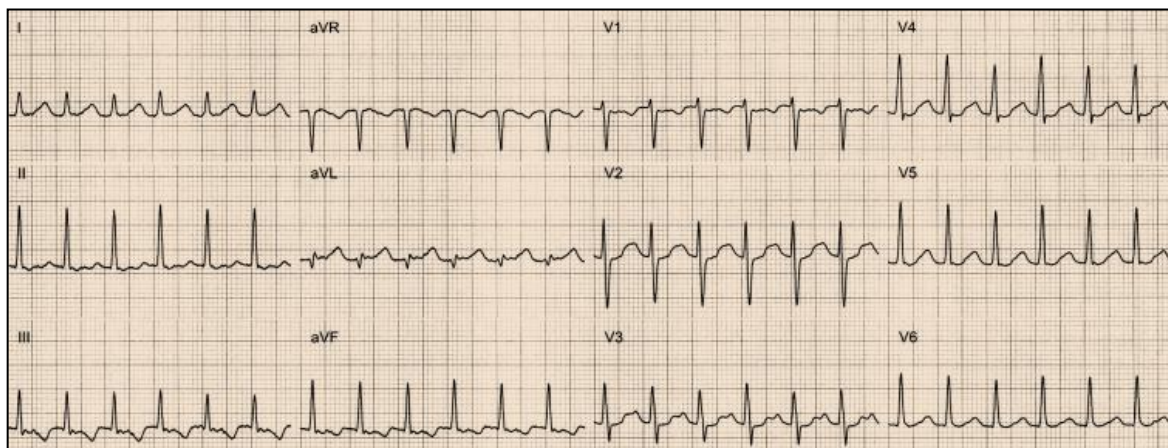
### Częstoskurcz nadkomorowy

Częstoskurcze mają charakter napadowy – pojawiają się nagle i kończą się nagle. Bardzo pobudliwe ognisko nagle zaczyna wysyłać impulsy z częstotliwością od 150 do 250/min. Do częstoskurczów nadkomorowych zaliczamy częstoskurcz przedsionkowy i węzłowy, przy czym w praktyce nie zawsze jest możliwe ich rozróżnienie. Określenie „częstoskurcz nadkomorowy” jest w pełni wystarczające zarówno dla pielęgniarek, jak i ratowników medycznych.

Aby rozpoznać w EKG częstoskurcz nadkomorowy, zapis musi spełniać następujące kryteria:

- częstość rytmu komór 150-250/min;
- kształt zespołów QRS prawidłowy (szerokie zespoły występują w przypadku częstoskurczu nadkomorowego z blokiem odnogi pęczka Hisa);
- załamek P niewidoczny (może być ukryty w załamku T) lub o innym kształcie w porównaniu z rytmem zatokowym.

Częstoskurcz nadkomorowy bywa też okreśłany mianem częstoskurczu z wąskimi zespołami QRS.



Rysunek 38. Częstoskurcz z wąskimi zespołami QRS.  
Źródło: opracowanie własne.

## Komorowe zaburzenia rytmu

### Ekstrasystolia komorowa

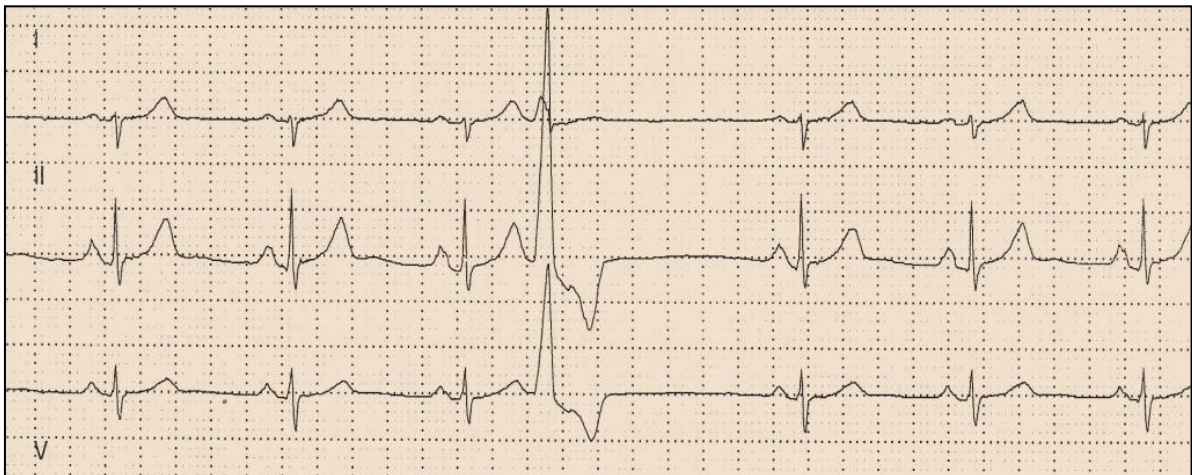
Ekstrasystolia komorowa to dodatkowe pobudzenia przedwczesne, generowane przez ogniska ekotopowe znajdujące się w mięśniu komór. W zapisie EKG pojawiają się jako zniekształcone, szerokie zespoły QRS bez poprzedzającego załamka P.

Cechy ekstrasystolii komorowej w zapisie EKG:

- zespół QRS poszerzony powyżej 0,12 s (powyżej 3 kratek);
- brak załamka P przed zespołem QRS;
- odcinek ST i załamek T przeciwstawny do najwyższego wychylenia zespołu QRS;
- obecna pauza wyrównawcza.

Po przedwczesnym pobudzeniu komorowym zazwyczaj występuje pełna przerwa wyrównawcza. Polega to na tym, że odstęp RR pomiędzy 2 pobudzeniami zatokowymi z ekstrasystolią komorową pomiędzy nimi jest równy 2 prawidłowym odstępom RR (Tomasik i in., 1994, s. 64).

Przyczyny ekstrasystolii komorowej: hipoksja (niedotlenienie), hipokaliemia, choroby mięśnia sercowego, kokaina. Ciężkie niedotlenienie mięśnia sercowego może być przyczyną wielogniskowych przedwczesnych pobudzeń komorowych. Każde z ognisk generuje skurcze ekstrasystoliczne o odrębnym, innym kształcie. Skurcze dodatkowe wywodzące się z jednego ogniska mają identyczny kształt. Wielokształtne ekstrasystole komorowe pochodzące z różnych ognisk są niebezpieczne, gdyż mogą wyzwoić śmiertelne zaburzenia rytmu, np. migotanie komór (Dubin, 2008, s. 134-142).



Rysunek 39. Ekstrasystolia komorowa.

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 39 ukazuje fragment rytmu zatokowego z ekstrasystolią komorową. Zespół 4 QRS spełnia wymagane kryteria – pojawił się wcześniej niż oczekiwany, brak załamka P, kształt zespołu jest różny od rytmu zatokowego, jest szeroki, zniekształcony, z przeciwstawnym odcinkiem ST oraz załamkiem T w stosunku do najwyższego wychylenia zespołu QRS, obecna przerwa wyrównawcza.



Rysunek 40. Ekstrasystolia komorowa.

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 40 również przedstawia ekstrasystolię komorową, przy czym jest to tzw. ekstrasystolia wtrącona. Nazwa pochodzi stąd, że ekstrasystolia pojawia się jako skurcz dodatkowy pomiędzy 2 pobudzeniami zatokowymi, nie zaburzając rytmu (4 zespół QRS).



Rysunek 41. Ekstrasystolia nadkomorowa i komorowa.

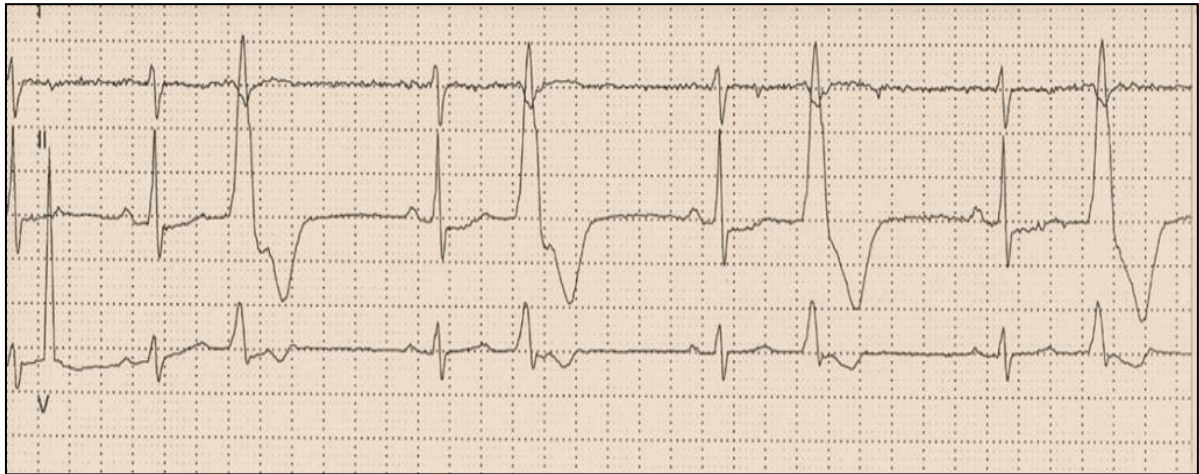
Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 41 widzimy zaburzenia rytmu zarówno nadkomorowe, jak i komorowe. Ewolucja 3 to ekstrasystolia nadkomorowa, zaś 5 zespół QRS przedstawia ekstrasystolię komorową.

Pobudzenia dodatkowe zarówno komorowe, jak też nadkomorowe mogą pojawiać się jako:

- pobudzenia pojedyncze;
- bigeminia;
- trigeminia;
- pary.

Bigeminia to zaburzenie rytmu serca, które polega na tym, że po każdym prawidłowym pobudzeniu pojawia się dodatkowe pobudzenie przedwczesne. Przykład bigeminii komorowej pokazuje rysunek 42. Po każdym zatokowym pobudzeniu widzimy skurcz dodatkowy komorowy (szerokie, zniekształcone zespoły QRS, odcinek ST i załamek T przeciwstawny do najwyższego wychylenia zespołu QRS).



Rysunek 42. Bigeminia komorowa.

Źródło: opracowanie własne.

Trigeminia polega na występowaniu dodatkowego pobudzenia po 2 prawidłowych. Para, jak wskazuje nazwa, to 2 pobudzenia dodatkowe, występujące bezpośrednio po sobie.

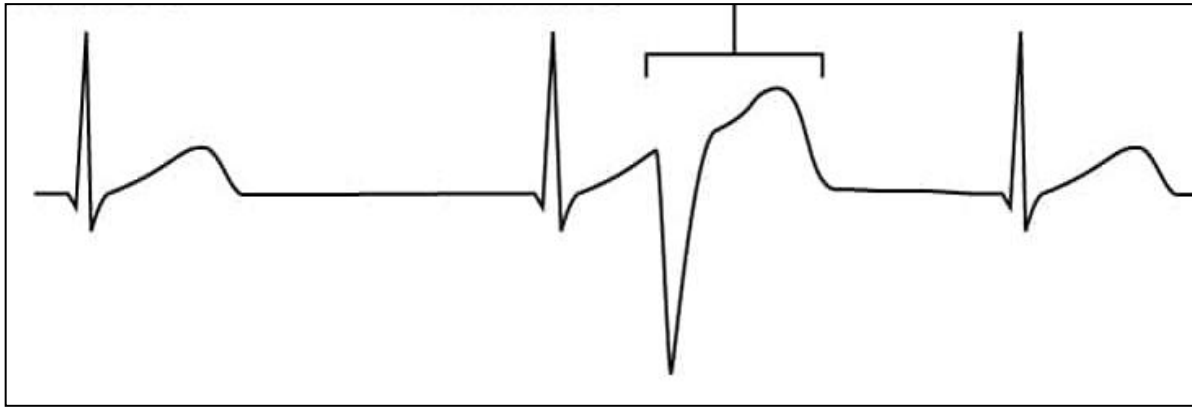


Rysunek 43. Ekstrasystolia komorowa (para).

Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 43 widzimy 2 pobudzenia dodatkowe komorowe, przy czym każde z tych pobudzeń pochodzi z innego ogniska (zespoły QRS szerokie, zniekształcone, różnokształtne).

W przypadku ekstrasystolii komorowej może pojawić się zjawisko R na T. Jest to szczególnie niebezpieczna sytuacja, gdyż może prowadzić do częstoskurczu komorowego. Zjawisko to polega na tym, że dodatkowy skurcz komorowy pojawia się w tym samym czasie co załamek T poprzedzającego skurczu, najczęściej w okolicy szczytu załamka T.

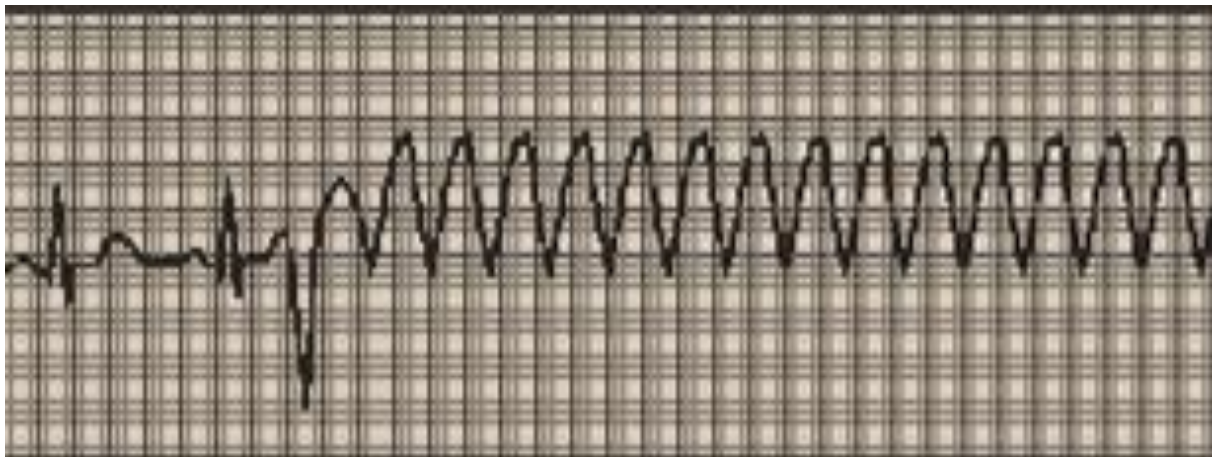


Rysunek 44. Zjawisko R/T.

Źródło: <https://ecgwaves.com/cardiac-electrophysiology-ecg-action-potential-automaticity-vector/r-on-t/> (dostęp: 27.06.2017).

Rysunek 44 ukazuje, na czym polega zjawisko R/T. Widzimy, że pojawił się skurcz dodatkowy komorowy na szczycie załamka T, co zaznaczono nawiasem.

Jak wspomniano wyżej, sytuacja taka jest dla pacjenta niebezpieczna, gdyż może wywołać częstoskurcz komorowy, co obrazuje rysunek 45.



Rysunek 45. Zjawisko R/T.

Źródło: <http://163.178.103.176/Tema3C/APortal/CardioCG/FisoCardio00/LaUIII/U3ob7/pvc.html> (dostęp: 27.06.2017).

### **Częstoskurcz komorowy**

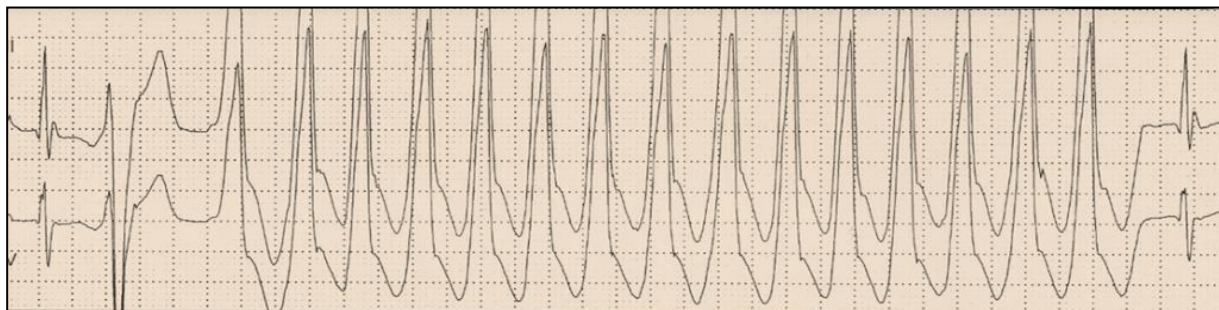
Częstoskurcz komorowy to częstoskurcz z szerokimi zespołami QRS. Wyzwolony zostaje przez ognisko ekotopowe usytuowane w mięśniu komór, które wysyła pobudzenia z dużą częstością od 100 do 250/min.

W zapisie EKG widzimy:

- szerokie (powyżej 0,12 s), zniekształcone zespoły QRS;
- przeciwny kierunek odcinka ST i załamka T do najwyższego wychylenia zespołu QRS;
- rytm miarowy o częstości od 100 do 250/min;
- obecność 3 lub więcej pobudzeń komorowych.

Częstoskurcz komorowy może nastręczać trudności w jego rozpoznaniu, gdyż szerokie zespoły QRS mogą również występować w częstoskurczu nadkomorowym z blokiem odnogi pęczka Hisa (Tomasik i in., 1994, s. 64-68).

W praktyce ważne jest, by nie przeoczyć częstoskurczu z szerokimi zespołami QRS. Częstoskurcz komorowy jest niebezpiecznym zaburzeniem rytmu, ponieważ może przejść w migotanie komór, które jest jednym z mechanizmów zatrzymania krążenia, dlatego bardzo ważna jest umiejętność zauważenia i podjęcia stosownych interwencji.



Rysunek 46. Częstoskurcz komorowy.  
Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 46 przedstawia wydruk z badania holterowskiego u pacjenta z komorowymi zaburzeniami rytmu. Widoczna ekstrasystolia komorowa (2 zespół QRS), po której włącza się częstoskurcz komorowy. Ostatnia ewolucja to powrót rytmu zatokowego.

### **Torsade de pointes**

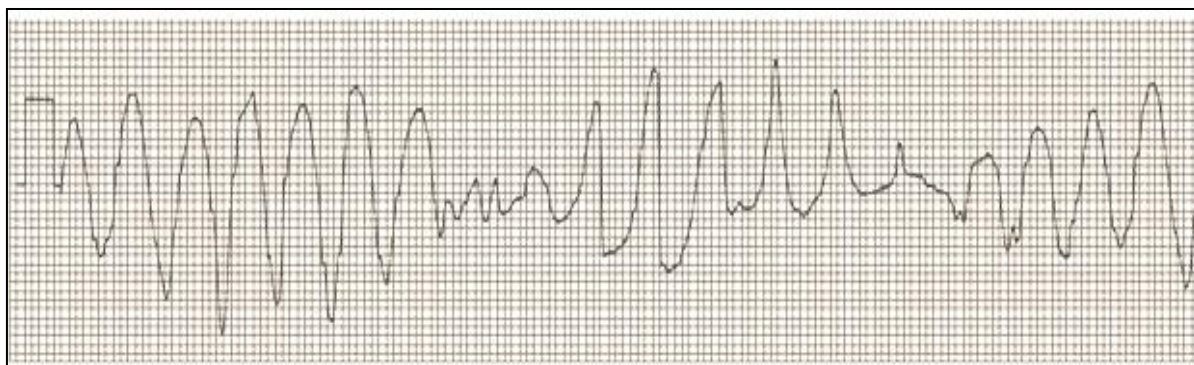
Jest szczególnym rodzajem częstoskurczu komorowego o zmiennym kierunku wychylenia, różnym kształcie oraz amplitudzie zespołów QRS. Dłuższy zapis wygląda jak serpentyna.

W zapisie EKG torsade de pointes posiada następujące cechy:

- rytm niemiarowy o częstości 150-250/min;
- zespoły QRS różnokształtne o zmieniającej się amplitudzie i kierunku wychylenia.

Torsade de pointes jest niebezpieczną arytmia, na szczęście rzadko spotykaną. Może się samoistnie ograniczyć albo przejść w migotanie komór. Często występuje w stanach przebiegających z wydłużeniem odstępu QT (Tomasik i in., 1994, s. 69) jako powikłanie polekowe.

Obecnie uważa się, że wydłużenie odstępu QT jest warunkiem niezbędnym do rozpoznania torsade de pointes. Ten typ częstoskurczu występuje u osób z wrodzonym lub nabytym zespołem długiego QT (Dąbrowska, Dąbrowski, 2007, s. 150-151).



Rysunek 47. Torsade de pointes.

Źródło: <http://nagle.mp.pl/interna/111111,wielokształtny-czestokurcz-komorowy-typu-torsade-de-pointes> (dostęp: 02.05.2017).

Rysunek 47 przedstawia zarejestrowany częstoskurcz typu torsade de pointes – widoczne zespoły QRS różnokształtne o zmieniającej się amplitudzie i kierunku wychylenia.

### **Trzepotanie i migotanie komór**

Trzepotanie oraz migotanie komór to najgroźniejsze zaburzenia rytmu serca, stany bezpośredniego zagrożenia życia. To jeden z mechanizmów zatrzymania krążenia.

Bez udzielenia natychmiastowej pomocy dochodzi do zgonu. Włókna mięśnia komór kurczą się pojedynczo, chaotycznie, nie doprowadzając do efektywnego skurczu. Na obwodzie stwierdza się brak tętna, pacjent traci przytomność (Tomasik i in., 1994, s. 70).

Podczas trzepotania komór w zapisie EKG obserwujemy miarową, regularną sinusoidę, natomiast w migotaniu komór niemiarową, różnokształtną falę.

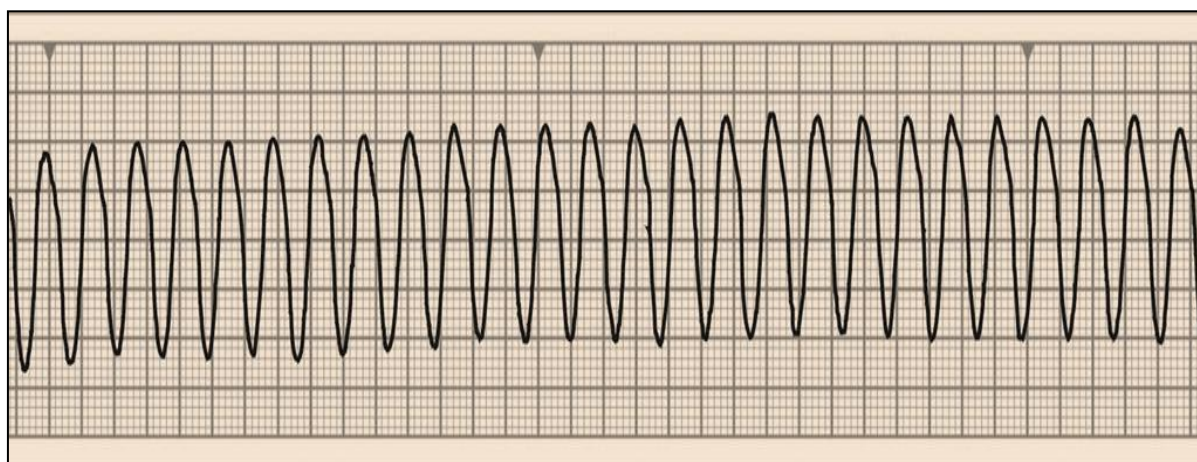
Najczęstsze przyczyny trzepotania i migotania komór to: ostry zespół wieńcowy, tętniak pozawałowy, porażenie prądem elektrycznym, hipokaliemia i hiperkaliemia.

### **Trzepotanie komór**

W zapisie EKG trzepotanie komór posiada następujące cechy:

- fala trzepotania przybiera kształt regularnej sinusoidy;
- brak linii izoelektrycznej pomiędzy wychyleniami fali trzepotania;
- zespoły QRS niemożliwe do identyfikacji;
- częstotliwość rytmu komór w granicach 200-500/min.

Podczas trzepotania komór z zapisie EKG obserwuje się fale o podobnej amplitudzie, natomiast w częstoskurczu torsade de pointes fale zwiększają się i maleją.



Rysunek 48. Trzepotanie komór.

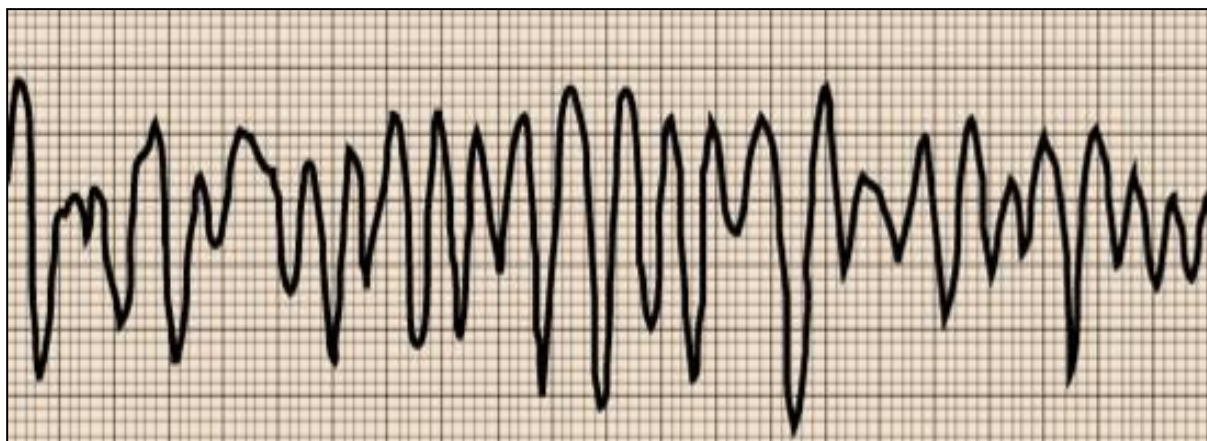
Źródło: [www.prc.krakow.pl](http://www.prc.krakow.pl) (dostęp: 02.05.2017).

### **Migotanie komór**

Zapis EKG posiada następujące cechy:

- fala migotania niemiarowa, różnokształtna, o zmiennej amplitudzie;
- brak linii izoelektrycznej pomiędzy wychyleniami fali migotania;
- zespoły QRS niemożliwe do identyfikacji;
- częstotliwość rytmu komór w granicach od 200 do 500/min (Dąbrowska, Dąbrowski, 2007, s. 159-160).

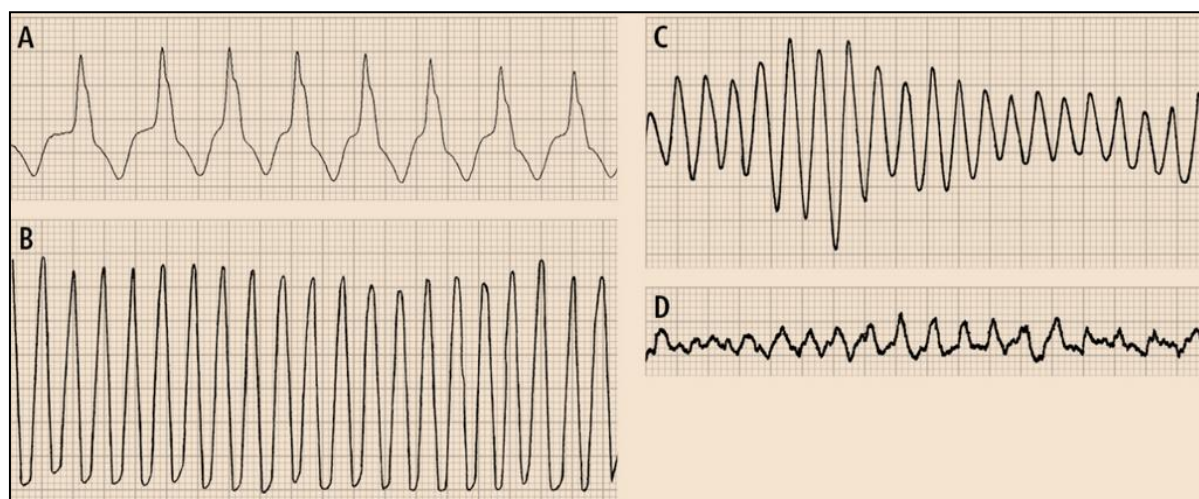




Rysunek 49. Migotanie komór.

Źródło: <https://choroby-ukladu-krazenia.mp.pl/badania/155691,defibrylacja> (dostęp: 02.05.2017).

Rysunek 49 przedstawia przykładowy zapis migotania komór – widoczna jest fala migotania niemiaraowa, różnokształtna, o zmiennej amplitudzie.



Rysunek 50. Komorowe zaburzenia rytmu.

Źródło: [www.mp.pl/interna/chapter/B16.V.25.1.1](http://www.mp.pl/interna/chapter/B16.V.25.1.1). (dostęp: 02.05.2017).

Na rysunku 50 zebrano przykłady komorowych zaburzeń rytmu: A przedstawia częstoskurcz komorowy, B – trzepotanie komór, C – częstoskurcz torsade de pointes, D – migotanie komór. Każde z tych zaburzeń jest stanem zagrożenia życia i wymaga natychmiastowej interwencji.

Podsumowując rozdział dotyczący zaburzeń rytmu serca, należy dodać, że komorowe zaburzenia rytmu serca są znacznie bardziej niebezpieczne dla pacjenta, a trzepotanie i migotanie komór są stanami bezpośredniego zagrożenia życia. Stąd potrzeba wyczulenia się na zaburzenia komorowe. Dla ułatwienia – wąskie zespoły QRS świadczą o nadkomorowym pochodzeniu, a szerokie (powyżej 0,12 s, czyli 3 małych kratek) mogą być zaburzeniami komorowymi. Szerokie zespoły QRS powinny zawsze nasuwać podejrzenie komorowych i nie wolno ich lekceważyć, tylko jak najszybciej wdrożyć stosowne postępowanie.

### II.3. Zaburzenia przewodzenia

Zaburzenia przewodzenia mogą powstać na każdym poziomie bodźcoprzewodzącego układu.

Dla przypomnienia, pobudzenie elektryczne powstaje w węźle zatokowo-przedsionkowym i rozprzestrzenia się poprzez mięsień przedsionków do węzła przedsionkowo-komorowego, a stąd wzdłuż pęczka Hisa i jego odnogi do mięśnia komór. Tak więc zaburzenia przewodzenia mogą powstać w węźle zatokowo-przedsionkowym, w węźle przedsionkowo-komorowym, w pęczku Hisa oraz w jego odnogach (Hampton, 2009, s. 41).

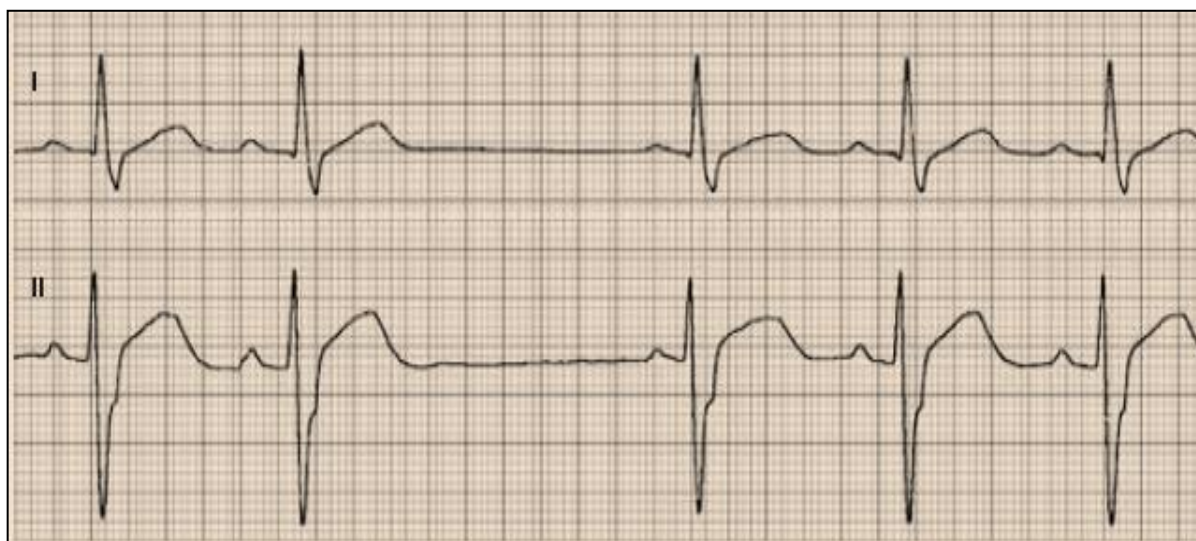
Mówiąc o zaburzeniach przewodzenia, mamy na uwadze następujące bloki:

- zatokowo-przedsionkowy;
- przedsionkowo-komorowe I, II i III<sup>o</sup>;
- odnóg (prawej i lewej) pęczka Hisa;
- wiązek (przedniej i tylnej) lewej odnogi pęczka Hisa.

#### Blok zatokowo-przedsionkowy

Blok zatokowo-przedsionkowy powstaje w wyniku zaburzenia przewodzenia impulsu do przedsionka. Zwróćmy uwagę na to, że w węźle zatokowym depolaryzacja przebiega prawidłowo, tylko impuls nie zostaje przewodzony do przedsionka. W zapisie EKG widoczne jest wydłużenie odstępu PP. Załamek P nie pojawia się we właściwym czasie, ale następny załamek P będzie dokładnie w oczekiwanym momencie. Możemy sobie wyobrazić, że wypadł załamek P, a za nim zespół QRS. Przerwa jest wielokrotnością odstępu PP (Tomasik i in., 1994, s. 51-52; Kozłowski, 2011, s. 44-45). Wielokrotność jest cechą charakterystyczną dla bloku zatokowo-przedsionkowego w odróżnieniu od zahamowania zatokowego.

EKG na rysunku 51 spełnia kryteria bloku zatokowo-przedsionkowego. Wydłużony odstęp PP jest wielokrotnością normalnych odstępów PP (dwukrotny odstęp).



Rysunek 51. Blok zatokowo-przedsionkowy.

Źródło: [www.mp.pl/ekg/pediatria/83097,bloki-przedsionkowo-komorowe-i-zatokowo-przedsionkowe](http://www.mp.pl/ekg/pediatria/83097,bloki-przedsionkowo-komorowe-i-zatokowo-przedsionkowe) (dostęp: 02.05.2017).

## Zahamowanie zatokowe

Zahamowanie zatokowe polega na ustaniu czynności bodźcotwórczej węzła zatokowego, a nie zaburzeniu przewodzenia, jak w przypadku bloku zatokowo-przedsionkowego.

W zapisie EKG pojawia się wydłużenie odstępu PP, przy czym nie jest ono wielokrotnością podstawowego odstępu PP. Przerwa trwa różnie długo do momentu powrotu funkcji węzła zatokowego, który wytworzy bodziec. W EKG pojawi się ponownie załamek P (Tomasik i in., 1994, s. 51). Uważa się, że przerwa trwająca ponad 2 s i niebędąca wielokrotnością odstępu PP upoważnia do stwierdzenia zahamowania zatokowego (Dąbrowska, 2013).



Rysunek 52. Zahamowanie zatokowe.

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 52 przedstawia fragment wydruku badania holterowskiego, na którym widzimy zapis spełniający kryteria zahamowania zatokowego – pauza trwająca 3-4 s nie jest wielokrotnością odstępu PP.

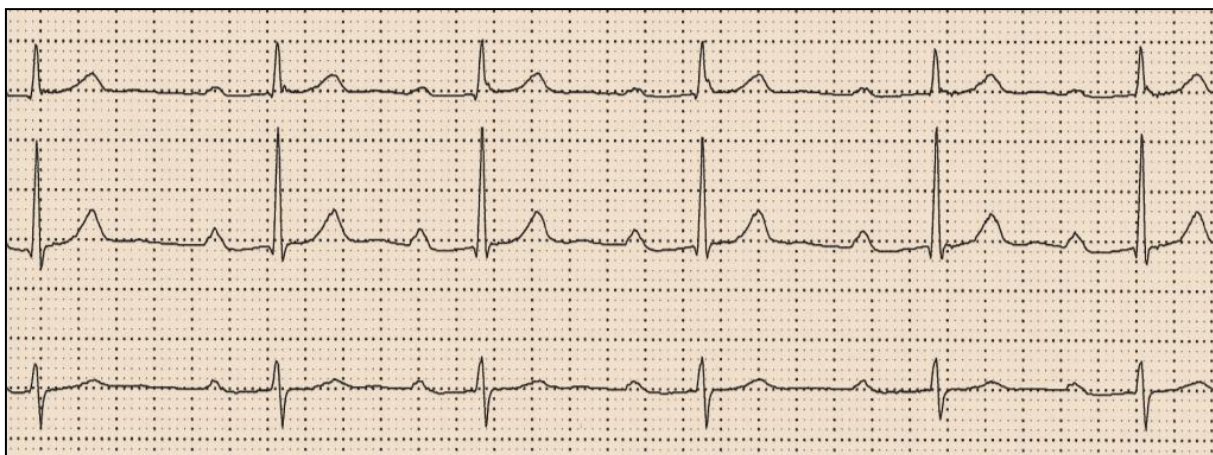
## Blok przedsionkowo-komorowy AV

Wyróżniamy 3 stopnie zaawansowania bloku przedsionkowo-komorowego: I, II i III. Blok I<sup>0</sup> powstaje w wyniku opóźnionego przewodzenia w węźle przedsionkowo-komorowym, przy czym każde pobudzenie zostaje przewodzone do komór. W bloku II<sup>0</sup> nie wszystkie impulsy zostają przewodzone, natomiast w bloku III<sup>0</sup> dochodzi do zupełnego przzerwania przewodzenia impulsów z przedsionków do komór (brak łączności).

## Blok przedsionkowo-komorowy I<sup>0</sup>

Blok przedsionkowo-komorowy I<sup>0</sup> rozpoznajemy, jeżeli w zapisie EKG stwierdzamy wydłużenie odstępu PQ (PR) powyżej 0,20 s. Jest wynikiem opóźnionego przewodzenia z przedsionków do komór.

Blok przedsionkowo-komorowy I<sup>0</sup> nie wymaga leczenia, ale należy zdiagnozować jego przyczynę, gdyż może występować u ludzi zdrowych z przewagą układu przywspółczulnego, zwłaszcza u sportowców, ale może być objawem poważnych chorób, takich jak zawał serca czy zapalenie mięśnia sercowego. Może również pojawić się podczas stosowania niektórych leków, np. glikozydy naparstnicy, beta-blokery.



Rysunek 53. Blok przedsionkowo-komorowy I<sup>0</sup>.

Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 53 widoczny jest zapis z przykładem bloku przedsionkowo-komorowego I<sup>0</sup>. Odstęp PQ jest wyraźnie wydłużony – wynosi 0,4 s, podczas kiedy norma nie powinna przekraczać 0,2 s.

### **Blok przedsionkowo-komorowy II<sup>0</sup>**

Blok przedsionkowo-komorowy II<sup>0</sup> powstaje w wyniku zaburzenia przewodzenia impulsów z przedsionków do komór. Jak wspomniano wcześniej, nie wszystkie impulsy zostają przewodzone, co w zapisie EKG przejawia się wypadaniem zespołów QRS. W bloku przedsionkowo-komorowym II<sup>0</sup> wyróżniamy 2 typy. Typ I – zwany Wenckebacha lub Mobitz I, a także typ II – określany jako Mobitz II lub po prostu Mobitz. Występuje tu pewne zamieszanie, ale należy pamiętać, że używamy określeń Wenckebach i Mobitz lub Mobitz I i Mobitz II. Do bloku przedsionkowo-komorowego II<sup>0</sup> zaliczamy też blok 2:1 i tzw. blok zaawansowany.

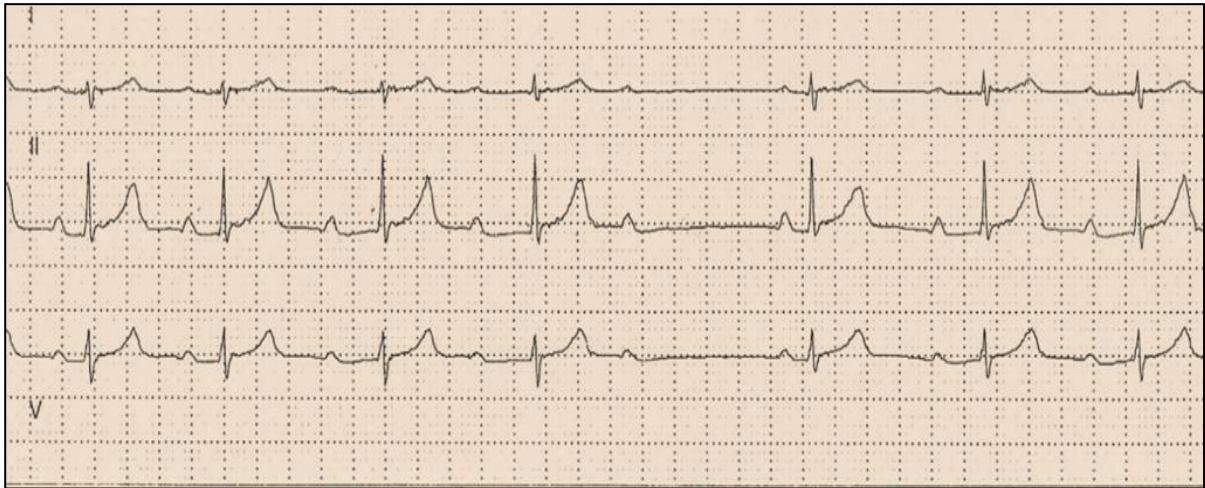
### **Blok przedsionkowo-komorowy II<sup>0</sup> typu I Wenckebach (Mobitz I)**

Charakteryzuje się stopniowym wydłużaniem odstępu PQ (PR) oraz okresowym wypadnięciem zespołu QRS.

W zapisie EKG obserwujemy:

- stopniowe wydłużanie odstępu PQ do momentu, kiedy kolejny załamek P nie zostanie przewodzony i nie pojawi się zespół QRS;
- po wypadnięciu zespołu QRS odstęp PQ wraca do normy, po czym ponownie wydłuża się aż do wypadnięcia zespołu QRS.

Blok przedsionkowo-komorowy II<sup>0</sup> typu I często spotyka się w zawale mięśnia sercowego jako wyraz niedokrwienia węzła przedsionkowo-komorowego. Może występować również u osób zdrowych, zwłaszcza podczas snu, w wyniku przewagi układu przywspółczulnego.



Rysunek 54. Blok przedsionkowo-komorowy  $\text{II}^0$  typu I.  
 Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 54 przedstawia fragment zapisu EKG na wydruku z badania holterowskiego. Zapis spełnia kryteria bloku przedsionkowo-komorowego  $\text{II}^0$  typu I. Odstępy PQ sukcesywnie wydłużają się, aż do wypadnięcia, po czym odstęp PQ wraca do normy i w kolejnych ewolucjach ponownie się wydłuża.

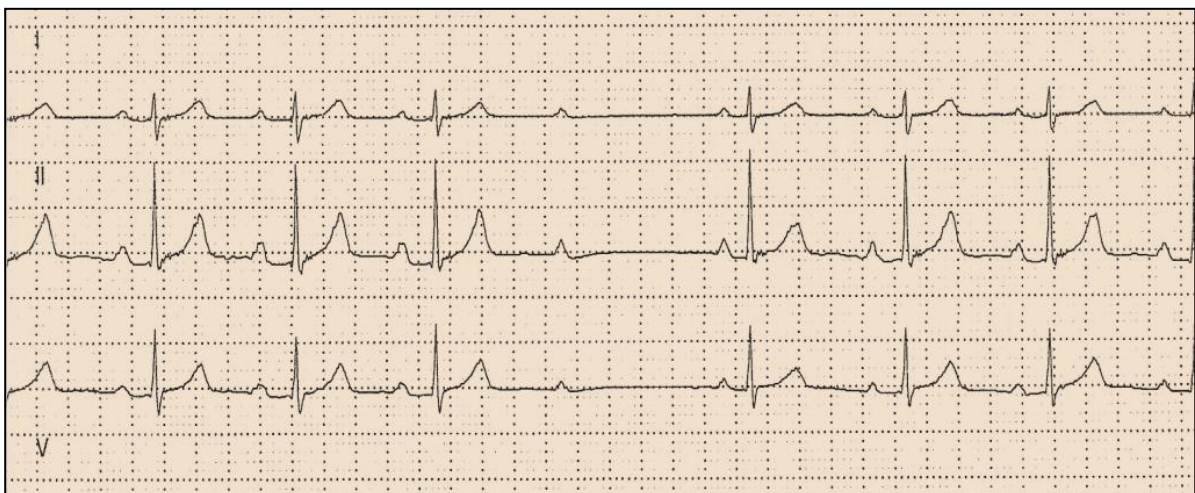
### **Blok przedsionkowo-komorowy $\text{II}^0$ typu II Mobitz (Mobitz II)**

Charakteryzuje się stałym (zazwyczaj prawidłowym) odstępem PQ oraz okresowym wypadnięciem zespołu QRS.

Kryteria rozpoznania:

- prawidłowy i stały odstęp PQ (PR);
- okresowo pobudzenie z przedsionków do komór zostanie zablokowane i po załamku P nie pojawi się zespół QRS.

Zarówno trwałe, jak też pojawiający się okresowo blok typu Mobitz II jest wyrazem organicznej choroby serca i wykazuje skłonność do przejścia w całkowity blok przedsionkowo-komorowy. Nie można go więc lekceważyć.



Rysunek 55. Blok przedsionkowo-komorowy  $\text{II}^0$  typu II.  
 Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 55 przedstawia fragment zapisu badania holterowskiego. Zapis jest przykładem bloku przedsionkowo-komorowego II<sup>0</sup> typu II. Odstęp PQ jest stały. Czwarty załamek P nie został przewodzony i zespół QRS wypadł.

### **Blok przedsionkowo-komorowy 2:1**

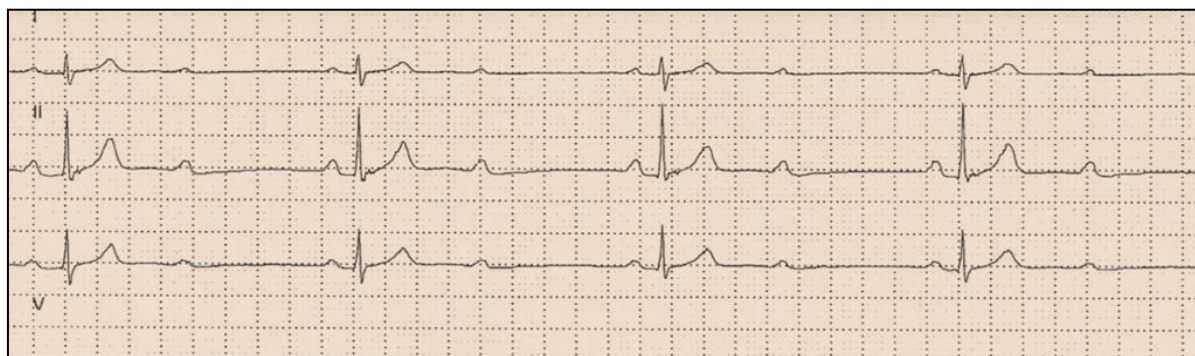
Blok przedsionkowo-komorowy z przewodzeniem 2:1 jest traktowany jako odrębny typ bloku II<sup>0</sup>.

Charakterystyczną cechą tego bloku jest naprzemienne wypadanie zespołu QRS – co drugie pobudzenie nie zostaje przewodzone do komór. Bloku tego typu nie można zaliczyć ani do Mobitz I, ani do Mobitz II, ponieważ nie da się określić, czy odstęp PR (PQ) jest stały czy zmienny.

### **Zaawansowany blok przedsionkowo-komorowy**

Jeżeli stosunek załamek P do zespołów QRS wynosi 3:1, 4:1 lub więcej, rozpoznajemy zaawansowany blok przedsionkowo-komorowy. Zapis EKG może przypominać całkowity blok przedsionkowo-komorowy (Dąbrowska, Dąbrowski, 2007, s. 170-178).

Różnicowanie bloku zaawansowanego i całkowitego bywa niekiedy trudne. Ważne jest, żeby nie przeoczyć wypadniętych zespołów QRS, gdyż zarówno blok zaawansowany, jak też całkowity stanowią stan zagrożenia życia.



Rysunek 56. Blok przedsionkowo-komorowy 2:1.

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 56 to fragment zapisu z badania holterowskiego, ukazujący przykład bloku przedsionkowo-komorowego z przewodzeniem 2:1. Co drugie pobudzenie nie zostało przewodzone do komór, co w zapisie ujawnia się jako wypadnięcie zespołu QRS.

### **Blok przedsionkowo-komorowy III<sup>0</sup>**

Blok przedsionkowo-komorowy III<sup>0</sup> powstaje w wyniku zupełnego zablokowania przewodzenia pomiędzy przedsionkami i komorami. W związku z tym dochodzi do niezależnej pracy przedsionków i komór. Przesionki kurczą się swoim rytmem, a komory swoim. Przesionki kurczą się częściej niż komory. Przesionki pobudzane są przez węzeł zatokowy, ale pobudzenia nie są przewodzone do komór, gdyż istnieje blok. Blok może być umiejscowiony na różnych poziomach (węzeł przedsionkowo-komorowy, pęczek Hisa lub jego odnogi). Aby wystąpił całkowity blok, wszystkie drogi przewodzenia z przedsionków do komór muszą zostać zablokowane. Funkcję rozrusznika dla komór przejmuje niższe piętro układu bodźcotwórczo-przewodzącego, usytuowane poniżej bloku.

Jeżeli blok mieści się wysoko w węzle przedsionkowo-komorowym, funkcję rozrusznika dla komór przejmują ogniska usytuowane w dolnej części węzła przedsionkowo-komorowego, które stymulują z częstotliwością 40-60 u/m. Jest to zastępczy rytm węzłowy. Zespoły QRS mają wówczas prawidłowy kształt.

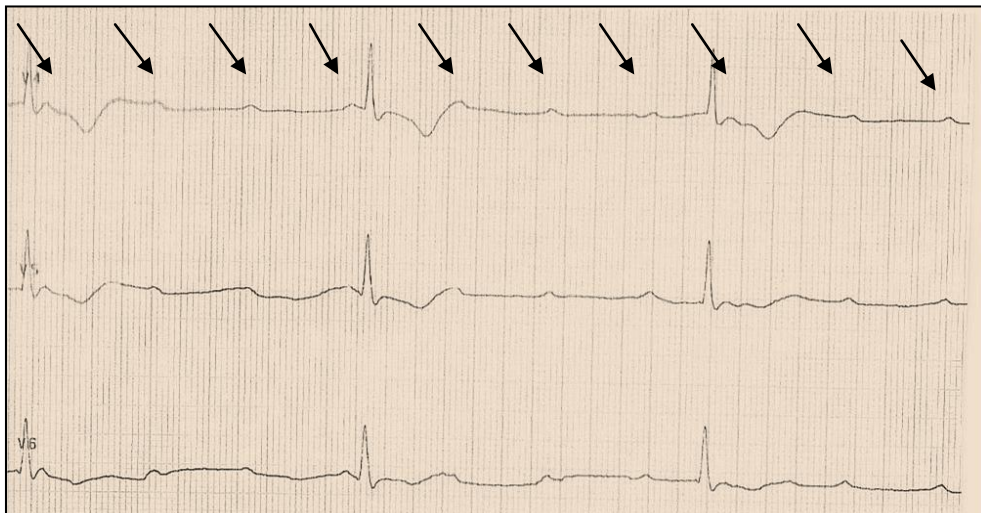
W przypadku bloku znajdującego się poniżej węzła przedsionkowo-komorowego, a więc w pęczku Hisa lub jego odnogach funkcję rozrusznika przejmują ogniska zlokalizowane w komorach. Ognisko to generuje pobudzenia z częstotliwością 20-40 u/m. Zespoły QRS są zniekształcone, poszerzone powyżej 0,12 s, kształtem przypominające przedwczesne pobudzenia komorowe. Jest to zastępczy rytm komorowy. Niezależnie od lokalizacji ogniska nadającego rytm zastępczy, przedsionki zostają pobudzone przez węzeł zatokowy, a komory przez rozrusznik zastępczy, stąd czynność przedsionków jest szybsza niż komór.

Kryteria rozpoznania bloku przedsionkowo-komorowego III<sup>0</sup>:

- niezależna czynność przedsionków i komór;
- częstotliwość zespołów QRS jest mniejsza niż załamków P;
- kształt i częstość zespołów QRS uzależniona od rozrusznika zastępczego.

Czynność komór w przebiegu bloku przedsionkowo-komorowego III<sup>0</sup> może być tak wolna, że dochodzi do upośledzenia krążenia mózgowego. W wyniku niedokrwienia mózgu może dojść do utraty przytomności. Jest to stan zagrożenia życia. Pacjent wymaga zastosowania sztucznej stymulacji (Dubin, 2008, s. 186-189).

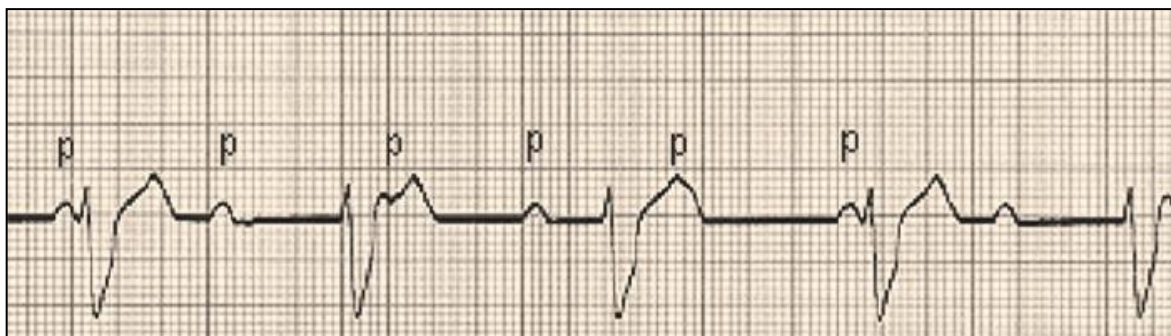
Całkowity blok AV z szerokimi zespołami QRS jest wskazaniem do wszczęcia stymulatora. Jeżeli zespoły QRS są wąskie, należy wyjaśnić przyczynę bloku i rozważyć wszczęcie rozrusznika. Całkowity blok AV może pojawić się w przebiegu ostrego zawału mięśnia sercowego. Pacjent wymagać będzie wówczas zastosowania stymulacji czasowej. Po ustabilizowaniu stanu pacjenta blok może się wycofać i nie ma potrzeby implantacji stałego rozrusznika (Wellens, Conover, 2009, s. 81).



Rysunek 57. Blok przedsionkowo-komorowy III<sup>0</sup>.

Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 57 widoczny fragment zapisu EKG z cechami bloku przedsionkowo-komorowego III<sup>0</sup>. Przedsionki pracują własnym rytmem, a komory własnym, wolniejszym rytmem (strzałkami zaznaczono załamki P). Zespoły QRS są wąskie, co świadczy, że blok usytuowany jest wysoko.



Rysunek 58. Blok przedsionkowo-komorowy III<sup>0</sup>.

Źródło: <http://docplayer.pl/11199686-Zaburzenia-rytmu-serca-monika-panek-rosak.html> (dostęp: 04.05.2017).

Rysunek 58 również przedstawia fragment zapisu EKG spełniającego kryteria bloku przedsionkowo-komorowego III<sup>0</sup>. Wyraźnie widoczny jest wolniejszy rytm komór niż przedsionków, które opisane są literką P. Zauważa się brak korelacji pomiędzy załamkami P a zespołami QRS. Zespoły QRS są szerokie, co świadczy o tym, że blok znajduje się poniżej węzła przedsionkowo-komorowego, a funkcję rozrusznika pełni ognisko usytuowane w komorach. Mamy więc zastępczy rytm komorowy.

Może się zdarzyć, że w zapisie EKG będą widoczne tylko załamki P jako wyraz depolaryzacji przedsionków pobudzanych z węzła zatokowo-predsionkowego.

Ze względu na całkowity blok pobudzenie nie zostaje przewidzione do komór, a rozrusznik zastępczy nie podejmuje czynności. Dochodzi do zatrzymania krążenia. Sytuację taką obrazuje rysunek 59.



Rysunek 59. Asystolia z załamkami P.

Źródło: [www.eioba.pl/a/liwc/elektrokardiografia-w-ratownictwie](http://www.eioba.pl/a/liwc/elektrokardiografia-w-ratownictwie) (dostęp: 20.05.2017).

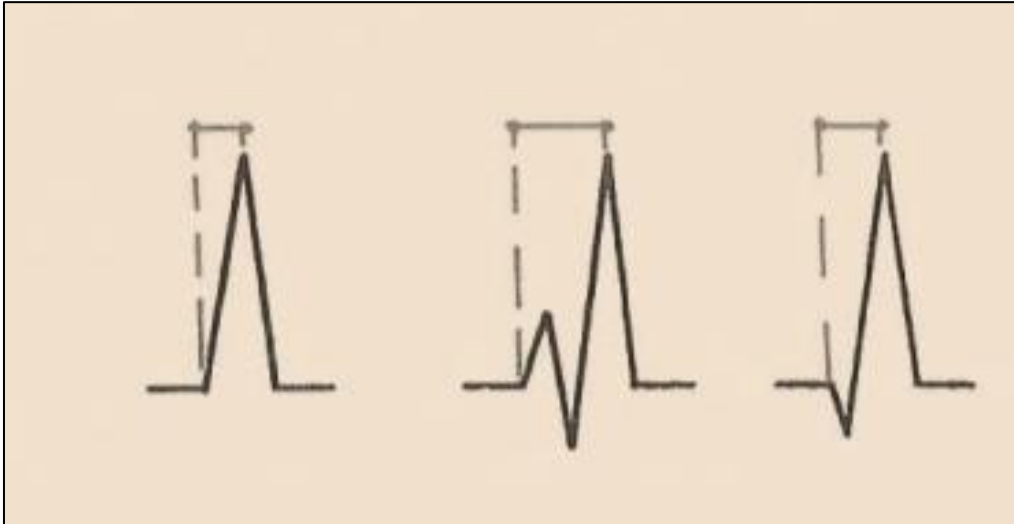
### Bloki odnóg pęczka Hisa

W jednej z odnóg pęczka Hisa może dojść do zwolnienia lub przerwania przewodzenia. Komora depolaryzowana przez tę odnogę otrzymuje pobudzenie z opóźnieniem drogą pośrednią, czyli przez przegrodę międzykomorową. W wyniku tego w zapisie EKG dochodzi do poszerzenia i zniekształcenia zespołów QRS. Są to tzw. bloki śródkomorowe (Dąbrowska, Dąbrowski, 2007, s. 178-180).

W przypadku bloku śródkomorowego czas trwania depolaryzacji zarówno prawej, jak i lewej komory jest prawidłowy, ale komory nie są depolaryzowane równocześnie. Różnica czasowa wynosi zaledwie 0,05 s, ale to już znajduje swoje odzwierciedlenie w zapisie EKG (Kozłowski, 2012b, s. 56-62). Dwa zespoły QRS nakładają się na siebie, dając dwuszczytowy zespół QRS. Widoczne są 2 załamki R, określane jako R i R'.

W kryteriach rozpoznawczych bloków śródkomorowych uwzględnić musimy czas pobudzenia istotnego komór. Obejmuje on czas od początku zespołu QRS do szczytu ostatniego załamka R (Tomasik i in., 1994, s. 24), co przedstawia rysunek 60.





Rysunek 60. Czas pobudzenia istotnego komór.

Źródło: *Elektrokardiografia dla lekarza praktyka* (s. 24), T. Tomasik i in., 1999, Kraków: Uniwersyteckie Wydawnictwo Medyczne „Vesalius”.

### **Blok prawej odnogi pęczka Hisa**

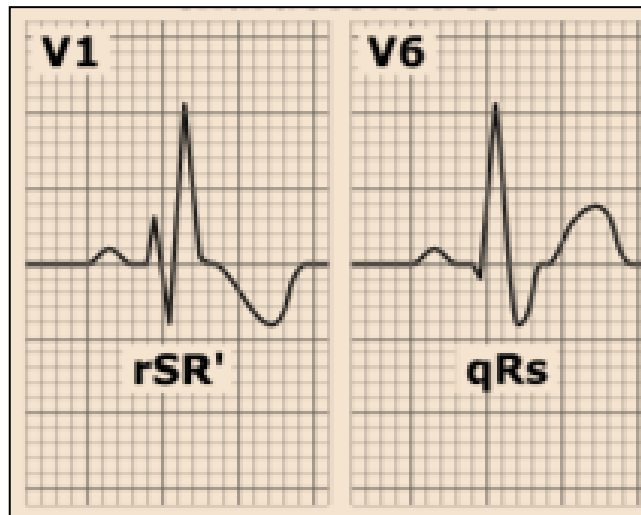
Powstaje w sytuacji utrudnienia lub przerwania przewodzenia w prawej odnodze pęczka Hisa. Pobudzenie rozprzestrzenia się z lewej komory poprzez przegrodę do prawej komory. Opóźnienie depolaryzacji znajduje swoje odbicie w poszerzonych, zazębionych zespołach QRS (Tomasik i in., 1994, s. 76).

W zapisie EKG obserwujemy:

- czas trwania zespołu QRS  $\geq 0,12$  s;
- załamek S szerszy od R i/lub  $> 0,04$  s w odprowadzeniach I i V6;
- zespół QRS o morfologii  $rsr'$ ,  $rsR'$ ,  $rSR'$  ( $r'$  lub  $R'$  szersze niż  $r$ ) lub szeroki zazębiony załamek R w odprowadzeniach V1 i lub V2;
- czas pobudzenia istotnego komór w V1  $> 0,05$  s;
- obniżenie ST skośne do dołu oraz ujemne lub ujemno-dodatnie załamki T w odprowadzeniach V1-V2 i ewentualnie V3 (Baranowski, Wojciechowski, 2012a, s. 85).

Blok prawej odnogi pęczka Hisa powstaje najczęściej jako wyraz zwyrodnienia układu przewodzącego serca. Może pojawić się również w przebiegu OZW, ostrego serca płucnego, przerostu prawej komory i wrodzonych wad serca (Dąbrowska, Dąbrowski, 2007, s. 182, 184).

RBBB to skrót od pełnej angielskiej nazwy bloku prawej odnogi pęczka Hisa. Skrót ten zostaje przytoczony ze względu na częste jego użycie w literaturze.



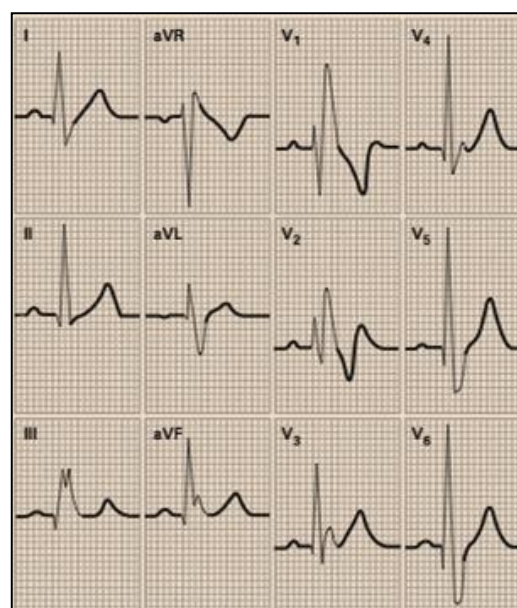
Rysunek 61. Blok prawej odnogi pęczka Hisa.

Źródło: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Blok\\_prawej\\_odnogi\\_pęczka\\_Hisa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Blok_prawej_odnogi_pęczka_Hisa) (dostęp: 02.05.2017).



Rysunek 62. Blok prawej odnogi pęczka Hisa.

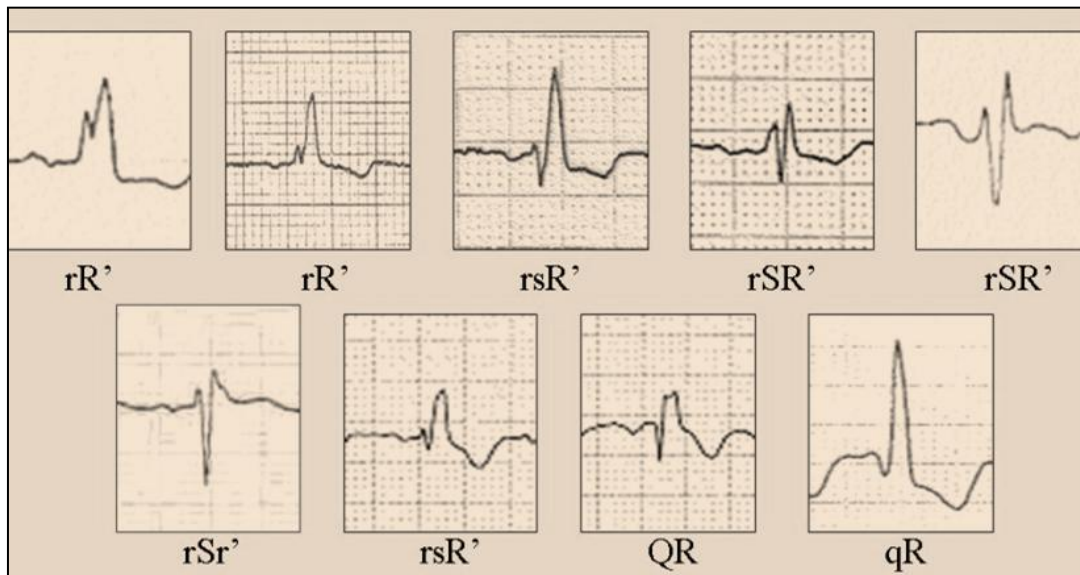
Źródło: [www.slideshare.net/smcmedicinedept/ecg-rbbb-with-lafb](http://www.slideshare.net/smcmedicinedept/ecg-rbbb-with-lafb) (dostęp: 05.05.2017).



Rysunek 63. Blok prawej odnogi pęczka Hisa.

Źródło: [www.pinterest.se/salmanahmedmam/ecg-easy/](http://www.pinterest.se/salmanahmedmam/ecg-easy/) (dostęp: 02.05.2017).

Zespół QRS w bloku prawej odnogi pęczka Hisa w odprowadzeniu V1 może przybierać różne kształty, chociaż wszystkie przypominają literę M. Różne warianty tego odprowadzenia przedstawia rysunek 64.



Rysunek 64. Różne kształty zespołów QRS w odprowadzeniu V1 w bloku prawej odnogi pęczka Hisa. Źródło: [www.ems12lead.com/2009/06/19/right-bundle-branch-block-part-i/](http://www.ems12lead.com/2009/06/19/right-bundle-branch-block-part-i/) (dostęp: 02.05.2017).

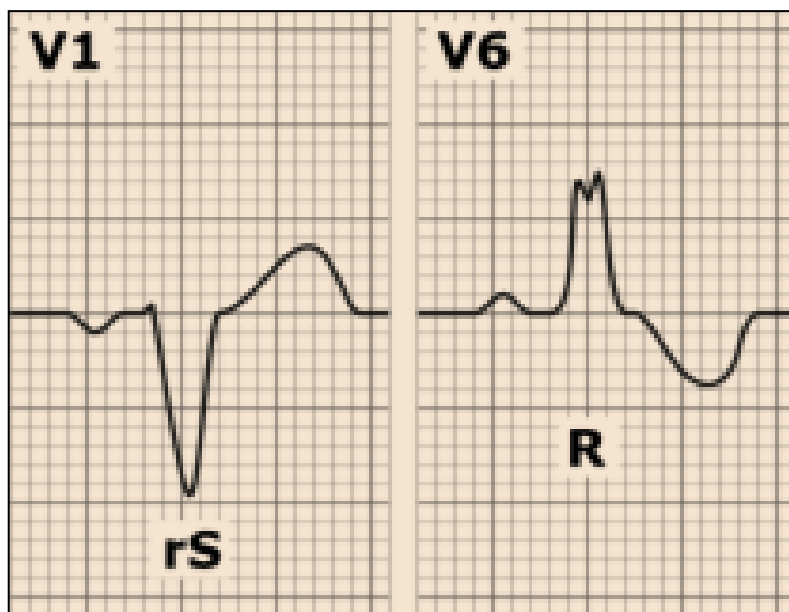
### Blok lewej odnogi pęczka Hisa

Analogicznie do bloku prawej odnogi blok lewej powstaje w wyniku zaburzenia lub przerwania przewodzenia w odnodze lewej. Pobudzenie do lewej komory dociera z prawej komory poprzez przegrodę międzykomorową. Depolaryzacja lewej komory jest więc opóźniona. (Tomasik i in., 1994, s. 78).

W zapisie EKG widoczne są następujące cechy:

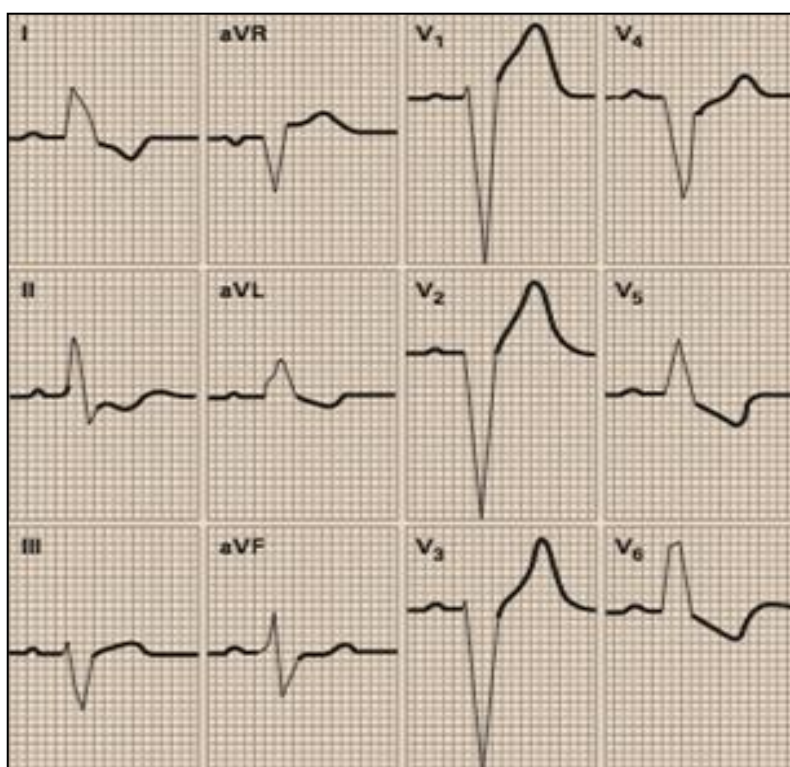
- czas trwania zespołu QRS  $\geq 0,12$  s;
- szeroki, zazębiony załamek R w I, aVL, V5 i V6 (RR') lub rzadko zespół RS w odprowadzeniach V5-V6;
- zespół QS lub RS w odprowadzeniach V1-V3;
- czas pobudzenia istotnych komór w V5, V6  $> 0,06$  s;
- zmiany ST i T przeciwstawne do głównego wychylenia zespołu QRS, ale za wariant normy przyjmiemy dodatnie załamki T w odprowadzeniach z dominującym załamkiem R (Baranowski, Wojciechowski, 2012a, s. 52).

Skrót pochodzący od angielskiej nazwy bloku lewej odnogi pęczka Hisa to LBBB.



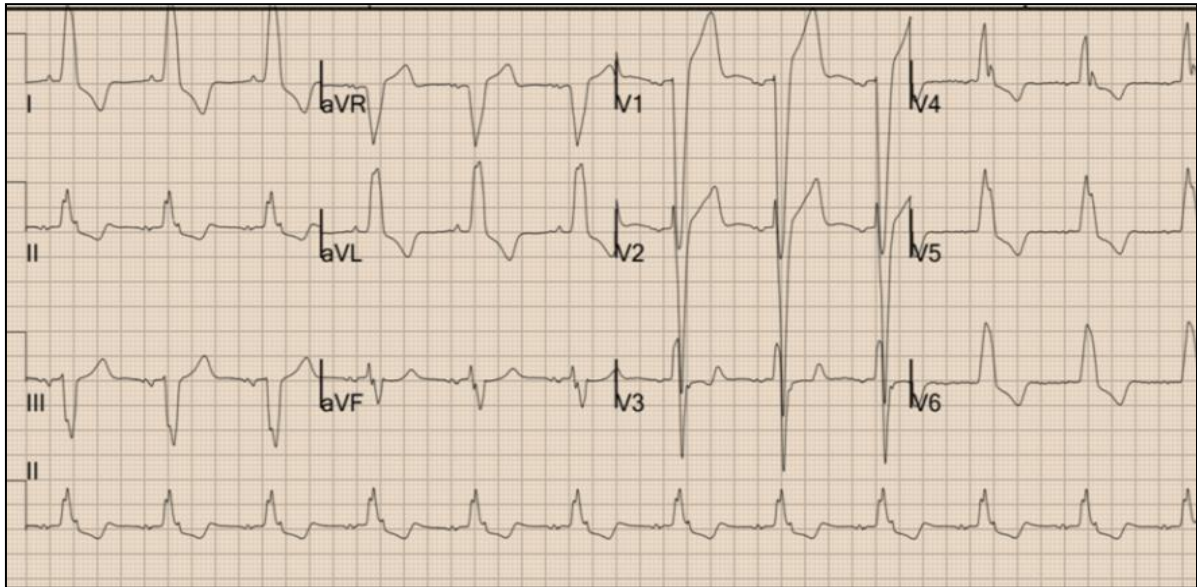
Rysunek 65. Blok lewej odnogi pęczka Hisa.

Źródło: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Blok\\_lewej\\_odnogi\\_pęczka\\_Hisa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Blok_lewej_odnogi_pęczka_Hisa) (dostęp: 02.05.2017).



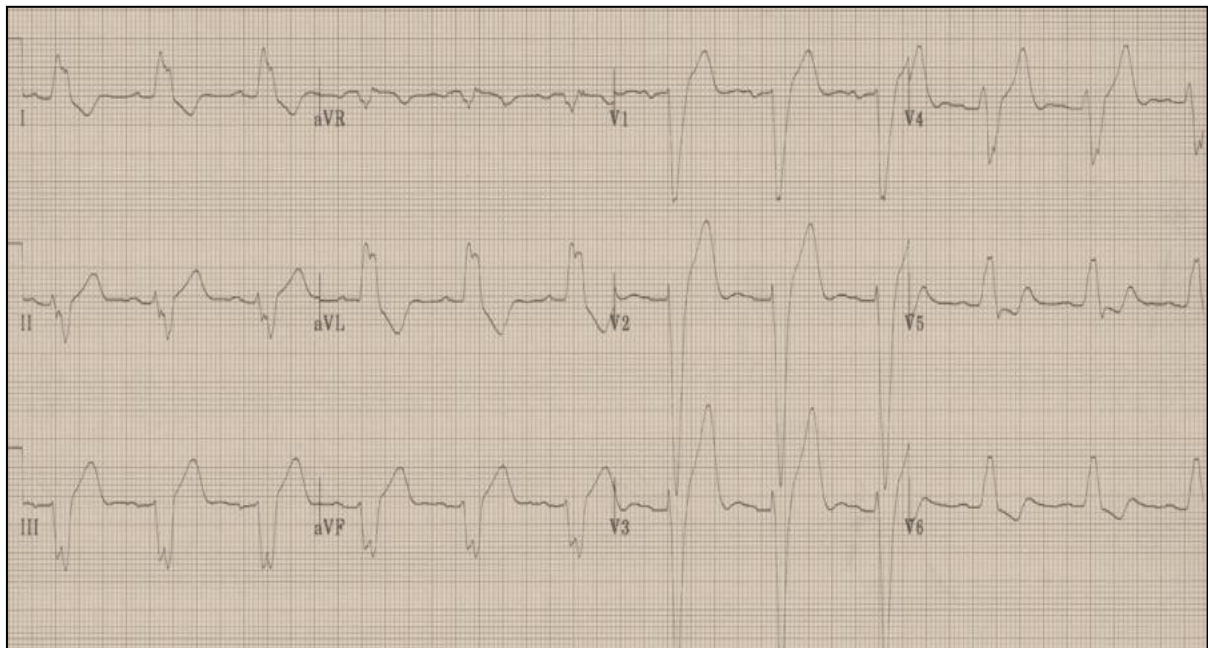
Rysunek 66. Cechy bloku lewej odnogi pęczka Hisa.

Źródło: [www.pinterest.se/salmanahmedemam/ecg-easy/](http://www.pinterest.se/salmanahmedemam/ecg-easy/) (dostęp: 02.05.2017).



Rysunek 67. Blok lewej odnogi pęczka Hisa.

Źródło: <http://hqmeded-ecg.blogspot.com/2013/02/acute-pulmonary-edema-respiratory.html> (dostęp: 02.05.2017).



Rysunek 68. Blok lewej odnogi pęczka Hisa.

Źródło: <http://torreyekg.com/> (dostęp: 02.05.2017).

## II.4. Choroba niedokrwienna serca

Niedokrwienie mięśnia sercowego wywołuje zmiany w zapisie EKG. Do typowych zmian niedokrwiennych zaliczamy:

- obniżenie odcinka ST;
- uniesienie odcinka ST;
- zmiany załamka T;
- patologiczny załamek Q (świadczy o martwicy mięśnia sercowego).

### Obniżenie odcinka ST

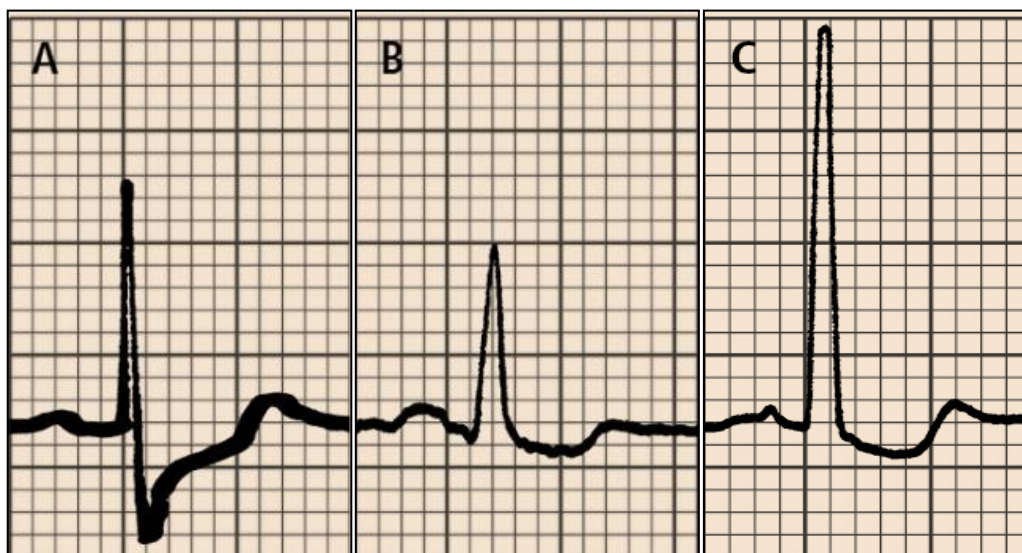
Prawidłowo odcinek ST przebiega w linii izoelektrycznej. Obniżenie odcinka ST obserwuje się w różnych okolicznościach, np. przerost komory, wpływ preparatów naparstnicy i niedotlenienie mięśnia sercowego.

Skupmy uwagę na obniżeniach ST związanych z niedotlenieniem mięśnia sercowego.

Obniżenia niedokrwienne są równoległe do linii izoelektrycznej lub skośne do dołu (Morris, Brady, Camm, 2009, s. 43). Obniżenia skośne ku górze rzadko świadczą o niedokrwieniu mięśnia sercowego, raczej są wyrazem przewagi układu sympatycznego (wariant normy) (Szczeklik, Gajewski, 2009, s. 1115).

Za istotne uważamy obniżenia, które spełniają następujące kryteria:

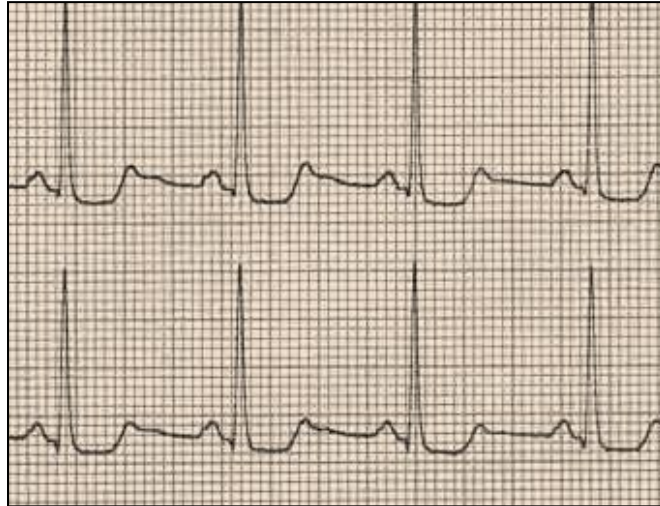
- występują przynajmniej w dwóch odprowadzeniach tej samej lokalizacji;
- w odprowadzeniach V2, V3 obniżenie mierzone w punkcie J  $\geq 0,5$  mm;
- w odprowadzeniach innych niż V2, V3 obniżenie mierzone w punkcie J  $\geq 1$  mm (Baranowski, Wojciechowski, 2012b, s. 7).



Rysunek 69. Różne rodzaje obniżenia odcinka ST.

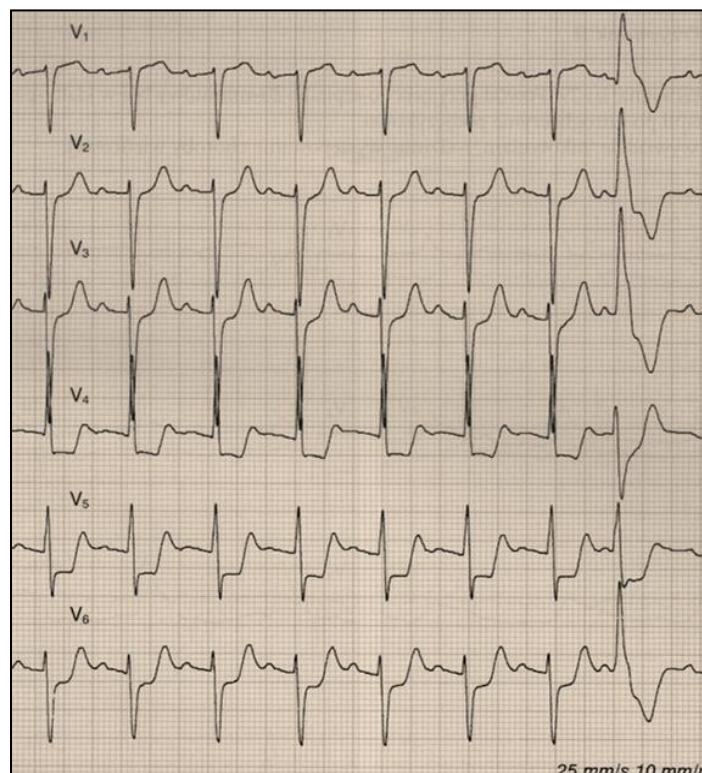
Źródło: [www.mp.pl/interna/chapter/B16.V.25.1.1](http://www.mp.pl/interna/chapter/B16.V.25.1.1). (dostęp: 02.05.2017).

Zwróćmy uwagę na różny wygląd obniżenia odcinka ST na rysunku 69 A – skośne ku górze, B – w linii izoelektrycznej, C – skośne do dołu.



Rysunek 70. Obniżenia odcinka ST.  
 Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 70 to przykład obniżenia odcinka ST. Obniżenia są równoległe do linii izoelektrycznej, mają więc charakter niedokrwienny.



Rysunek 71. Niedokrwiennie obniżenia odcinka ST.  
 Źródło: <http://slideplayer.pl/slide/410083/> (dostęp: 02.05.2017).

Widoczne na rysunku 71 głębokie obniżenia odcinka ST w odprowadzeniach V4, V5 oraz V6 mają tło niedokrwienne. Ostatni zespół QRS to przedwczesne pobudzenie komorowe.

## Uniesienie odcinka ST

Uniesienie ST jest charakterystyczne dla ostrych zespołów wieńcowych stemi, które obejmują zawał serca i niestabilną dusznicę bolesną (Chmielewski i in., 2010, s. 7-9).

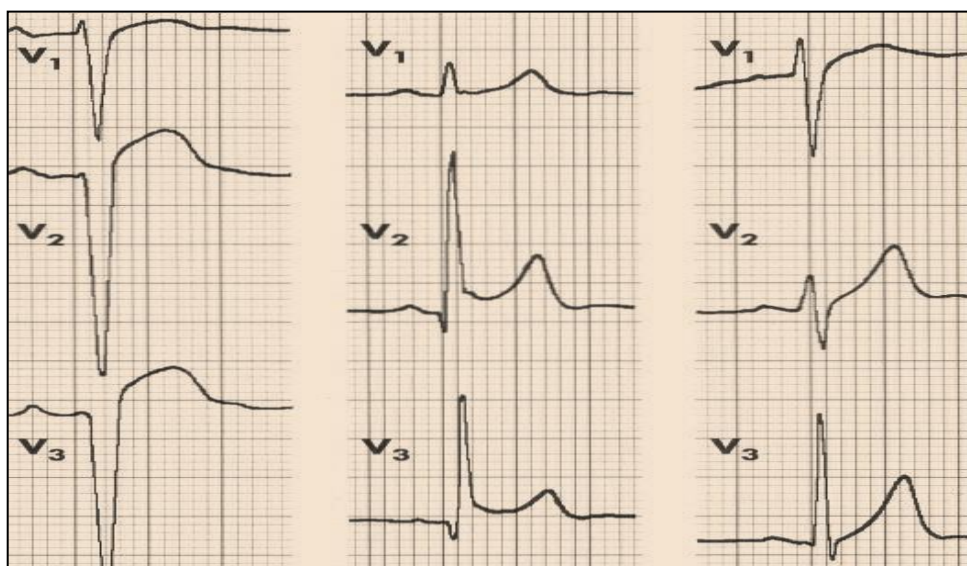
Przemijające uniesienie odcinka ST jest cechą typową dla niedokrwienia przebiegającego w postaci naczynioskurczowej, choć u części chorych mogą współistnieć zmiany miażdżycowe (Morris, Brady, Camm, 2009, s. 44).

Zmiany w EKG w dusznicy naczynioskurczowej pojawiają się w czasie bólu, po czym całkowicie ustępują. W okresie bezbólowym EKG jest prawidłowe (Tomasik i in., 1994, s. 87). Stąd istotne jest wykonanie EKG w czasie trwania bólu w celu wychwycenia zmian. Uniesienie poziome lub wypukłe (fala Pardeego) jest charakterystyczne dla niedokrwienia, zaś wklęsłe i skośne ku górze nie mają znaczenia w rozpoznawaniu choroby niedokrwiennej.

Uniesienia odcinka ST spotykamy również w innych sytuacjach, takich jak zapalenie osierdzia, tętniak lewej komory czy wczesna repolaryzacja (Ibidem, s. 36).

Uniesienia odcinka ST nie wolno nigdy lekceważyć. Lepiej błędnie zinterpretować uniesienie jako niedokrwienne niż przeoczyć lub zignorować uniesienie, które może wymagać natychmiastowej interwencji. Każde uniesienie odcinka ST nawet bez objawów należy skonsultować z lekarzem.

Uniesienie odcinka ST nie powinno przekraczać 2 mm u mężczyzn i 1,5 mm u kobiet w odprowadzeniach V2, V3, natomiast w pozostałych odprowadzeniach 1 mm (Baranowski, Wojciechowski, 2012a, s. 13).

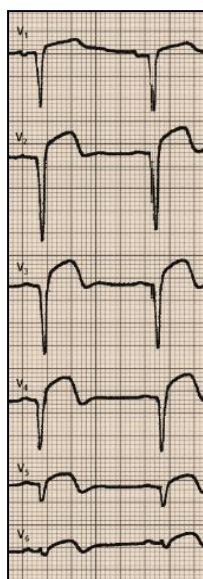


Rysunek 72. Uniesienia odcinka ST.

Źródło: <http://slideplayer.pl/slide/2939899/> (dostęp: 02.05.2017).

Na rysunku 72 widzimy różne rodzaje uniesienia odcinka ST. Pierwszy od lewej wariant posiada cechy niedokrwienne – fala Pardeego. Wariant środkowy i prawy nie spełniają kryteriów niedokrwiennych – stanowią odmianę normy.





Rysunek 73. Uniesienie odcinka ST.

Źródło: <http://chorobawienkowa.mp.pl/badania/62338,elektrokardiogram-ekg> (dostęp: 02.05.2017).

Rysunek 73 przedstawia uniesienie odcinka ST o charakterze niedokrwiennym.



Rysunek 74. Uniesienie odcinka ST.

Źródło: opracowanie własne.

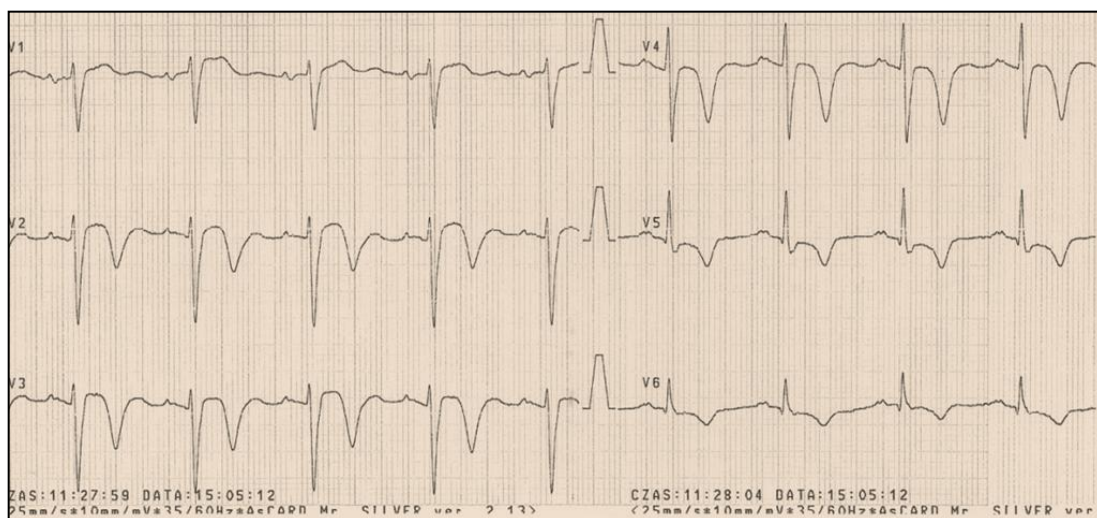
Uniesienie odcinka ST pokazane na rysunku 74 ma charakter niedokrwienny. Ten rodzaj uniesienia nazywamy falą Pardeego.

### Zmiany załamka T

Prawidłowy załamek T powinien być dodatni w I, II, V3, V4, V5 oraz V6. W odprowadzeniu aVR załamek T jest ujemny. W pozostałych odprowadzeniach może być dodatni, płaski, dwufazowy lub ujemny. Odwrócenie załamka T jest cechą charakterystyczną dla niedokrwienia mięśnia sercowego, ale może pojawić się również w innych stanach chorobowych takich jak bloki odnóg pęczka Hisa czy przerost i przeciążenie komór.

Niedokrwienny, ujemny załamek T jest symetryczny, tzn. jego prawa i lewa część stanowią lustrzane odbicie. Zmiany mogą dotyczyć również wysokości załamka T. Wysokie, symetryczne załamki T mogą być wyrazem ostrego niedotlenienia mięśnia sercowego. Inną przyczyną wysokich załamków T to hiperkaliemia (Tomasik i in., 1994, s. 25-26, 37).

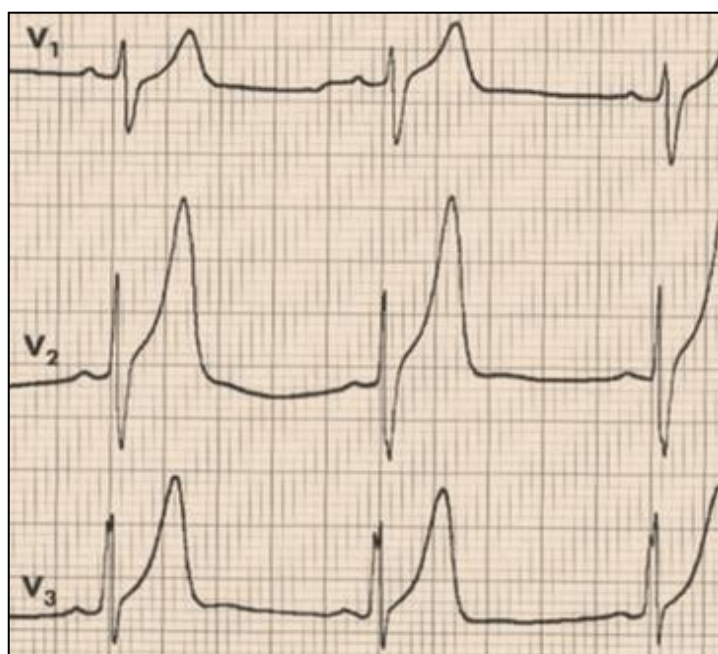
W przypadku zawału mięśnia sercowego wzrost amplitudy załamków T może być wynikiem uwalniania potasu z uszkodzonych kardiomiocytów, co prowadzi do lokalnej hiperkaliemii (Houghton, Gray, 1999, s. 184).



Rysunek 75. Ujemne (niedokrwienne) załamki T.  
Źródło: opracowanie własne.

Głębokie, symetryczne, ujemne załamki T w odprowadzeniach V2 do V6 na rysunku 75 mają charakter niedokrwienno.

Również wysokie, szpiczaste załamki T mogą świadczyć o niedokrwieniu mięśnia sercowego, co ilustruje rysunek 76.



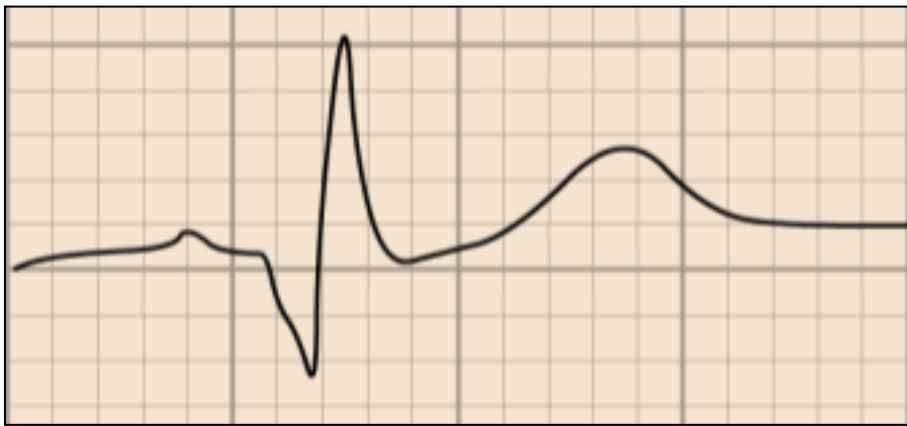
Rysunek 76. Wysoki załamek T.  
Źródło: <http://docplayer.pl/9728858-Ii-katedra-kardiologii-cm-umk.html> (dostęp: 02.05.2017).

### Patologiczny załamek Q

Mały załamek q, jak pamiętamy, może występować jako wariant normy. Załamek Q uznamy za patologiczny, jeśli jego amplituda jest większa od  $\frac{1}{4}$  załamka R, a czas trwania przekracza 0,03s. Załamek Q w większości odprowadzeń jest nieobecny, ale często spotykamy go w odprowadzeniach I, aVL, aVF, V4, V5 i V6 (Baranowski, Wojciechowski, 2012a, s. 13). Normą jest również obecność załamka Q w odprowadzeniu III, co może świadczyć o wysokim ułożeniu przepony. Po wykonaniu głębokiego wdechu załamek Q znika lub zmniejsza swoją amplitudę.

Patologiczny załamek Q pojawia się w ciągu kilku godzin od wystąpienia zawału i jest wyrazem martwicy mięśnia sercowego.

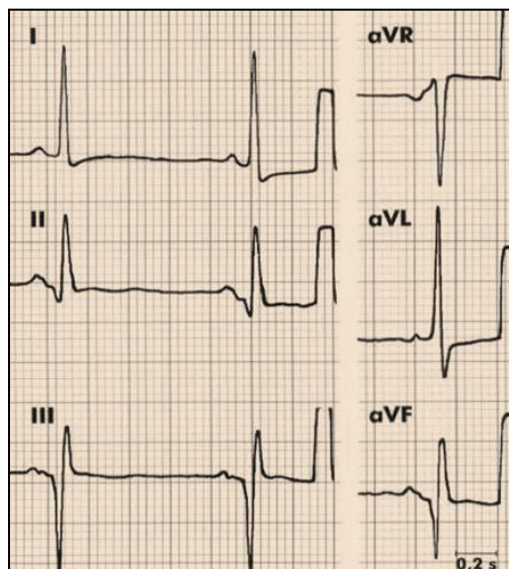
Obszar objęty martwicą to obszar tzw. dziury elektrycznej, ponieważ nie dochodzi do depolaryzacji martwych komórek (Houghton, Gray, 1999, s. 128-133).



Rysunek 77. Patologiczny załamek Q.

Źródło: [https://en.ecgpedia.org/wiki/Myocardial\\_Infarction](https://en.ecgpedia.org/wiki/Myocardial_Infarction) (dostęp: 02.05.2017).

Załamek Q ukazany na rysunku 77 posiada cechy patologicznego załamka. Widzimy, że jego amplituda jest na pewno większa niż  $\frac{1}{4}$  załamka R.



Rysunek 78. Patologiczne załamki Q.

Źródło: <http://slideplayer.pl/slide/2939899/> (dostęp: 02.05.2017).

Rysunek 78 to fragment zapisu EKG, spełniający kryteria patologicznego załamka Q w odprowadzeniu III i aVF, co świadczy o bliżnie pozawałowej na ścianie dolnej.

Patologiczny załamek Q rozpoznamy zawsze, gdy zauważymy:

- jakiegokolwiek **załamki Q** w odprowadzeniach **V2-V3** trwające  $\geq 0,02$  s lub **zespoły QS** w odprowadzeniach **V2 i V3**;
- **zespół QS** lub **załamki Q** o amplitudzie  $\geq 0,1$  mV (**1 mm**) i czasie trwania  $\geq 0,03$  s w 2 dowolnych sąsiadujących odprowadzeniach z grupy **I, aVL, V6; V4-V6; II, III, aVF**.

O zmianach martwiczych oprócz załamka Q może nas też informować nieprawidłowy **załamek R**  $\geq 0,04$  s o amplitudzie **R/S**  $\geq 1$  w odprowadzeniach **V1-V2** z towarzyszącym dodatnim załamkiem T, bez współistniejących zaburzeń przewodzenia oraz przerostu (Baranowski, Wojciechowski, 2012a, s. 121).

### **Lokalizacja zmian w EKG w zależności od miejsca niedokrwienia**

Analiza 12-odprowadzeniowego elektrokardiogramu umożliwia zlokalizowanie strefy niedokrwienia czy martwicy mięśnia sercowego.

I tak, zmiany niedokrwienne w **odprowadzeniach II, III, aVF** świadczą o zajęciu **ściany dolnej**.

**Ściana przednia** – zmiany lokalizują się w odprowadzeniach przedsercowych od **V1 do V6**.

Pojawienie się zmian w odprowadzeniach **I, aVL, V6** świadczy o niedokrwieniu **ściany bocznej**.

Niedokrwienia **ściany tylnej (dolno-podstawnej)** szukamy w odprowadzeniach **V1-V3 i V7-V9**.

Dla **prawej komory** charakterystyczne są zmiany w odprowadzeniach **V3R-V4R** (Baranowski, Wojciechowski, 2012a, s. 125).

Odprowadzenia typowe dla ściany tylnej (V7-V9) i prawej komory (V1R-V6R) to dodatkowe odprowadzenia wykonywane w szczególnych przypadkach. Standardowo wykonujemy 12-odprowadzeniowy elektrokardiogram.

Analizując 12-odprowadzeniowy zapis EKG, w sposób szczególny musimy pamiętać o **ścianie tylnej** serca, ponieważ nie ma odprowadzeń, które odzwierciedlałyby zmiany w tym obszarze serca. W tym celu wykorzystujemy „efekt lustra”, czyli sprawdzamy, czy w odprowadzeniu **V1 i V2** nie ma zbyt wysokich załamków R o czasie trwania  $\geq 0,04$  s, co świadczyłoby o lustrzanym odbiciu załamków Q oraz obniżen odcinka ST w odprowadzeniach V1-V3, które mogą być uniesieniami. W praktyce oglądamy elektrokardiogram od tyłu. W celu oceny ściany tylnej możemy też wykonać zapis z dodatkowych odprowadzeń V7-V9.

Zgodnie z obecnie obowiązującą terminologią, zamiast ściany tylnej używa się określenia **ściana dolno-podstawna** (Baranowski, Wojciechowski, 2013, s. 6).

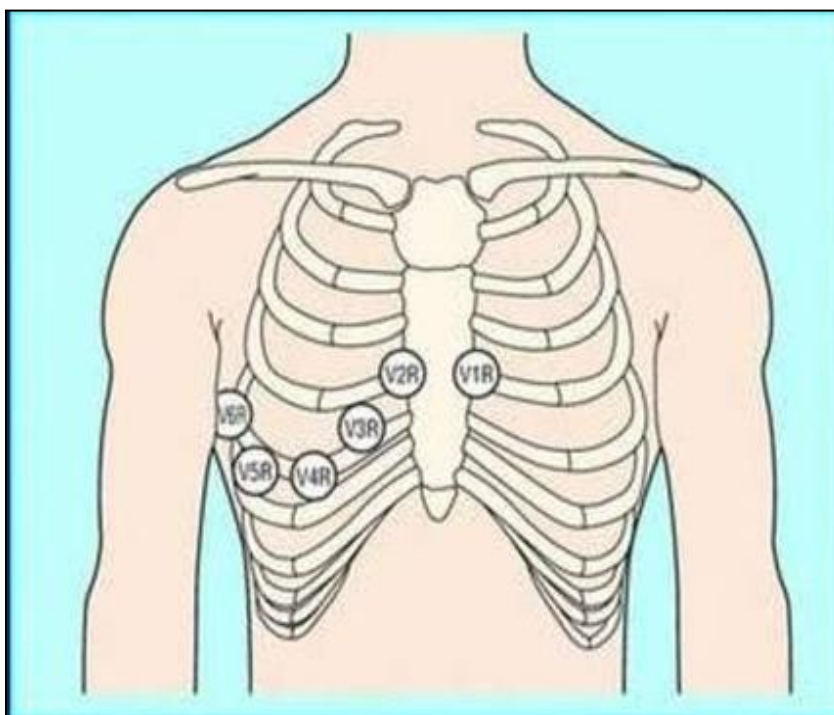
W celu rozpoznania zawału **prawej komory** należy wykonać zapis, używając odprowadzeń prawostronnych (dokładnie tak, jak w typowym EKG, tylko odprowadzenie V1 znajduje się po lewej stronie klatki piersiowej, a V2 do V6 po prawej stronie, tak jak na rysunku 78. Odprowadzenia te opisujemy V1R, V2R, V3R, V4R, V5R oraz V6R. Zmiany niedokrwienne najlepiej widoczne są w odprowadzeniu V4R.

Zawał prawej komory bardzo często towarzyszy zawałowi ściany dolnej. Uniesienie odcinka ST w odprowadzeniu V4R utrzymuje się bardzo krótko, więc u wszystkich pacjentów z zawałem ściany dolnej należy wykonać EKG prawostronne jak najszybciej (Morris, Brady, Camm, 2009, s. 34-35).

Tabela 2  
Lokalizacja zmian niedokrwiennych serca

Podstawowe lokalizacje zawału	
<b>Przedni</b>	<b>V1-V6</b>
<b>Boczny</b>	<b>I, aVL (ew. V6 wg PTK)</b>
<b>Dolny</b>	<b>II, III, aVF</b>
<b>Tylny (dolno-podstawny)</b>	<b>V1-V3 V7-V9</b>
<b>Prawej komory</b>	<b>V3R-V4R</b>

Źródło: Third universal definition of myocardial infarction (s. 2551-2567), K. Thygen i in., 2012, *Eur. Heart J.*, 33 (20).



Rysunek 79. Odprowadzenie prawostronne.

Źródło: <http://docplayer.pl/11199942-Elektrokardiografia-podstawy-i-interpretacja.html> (dostęp: 02.05.2017).



Rysunek 80. Odprowadzenia V3R i V4R.  
Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 80 ukazuje uniesienie odcinka ST w odprowadzeniach z nadprawy komory.



Rysunek 81. Odprowadzenia V7-V9 z nadprawy tylnej (dolno-podstawnej).  
Źródło: <http://docplayer.pl/13318744-1-4-badanie-ekg-hendrik-sudowe-1-4-1-ekg-3-odprowadzeniowe-dwubiegunowe.html> (dostęp: 26.06.2017).

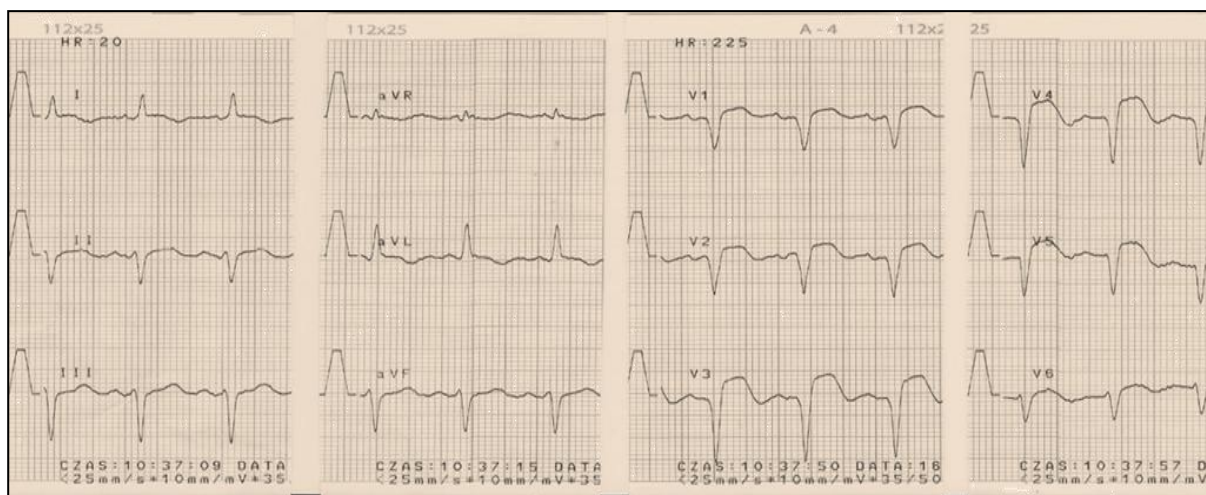
Rysunek 81 ukazuje odprowadzenia z nadprawy tylnej. Są to odprowadzenia V7-V9:

Odprowadzenie V7 – w linii pachowej tylnej na tym samym poziomie co V4-V6.

Odprowadzenie V8 – w linii łopatkowej na tym samym poziomie.

Odprowadzenie V9 – na lewym brzegu kręgosłupa na tym samym poziomie (Dąbrowska, Dąbrowski, 2007, s. 44).

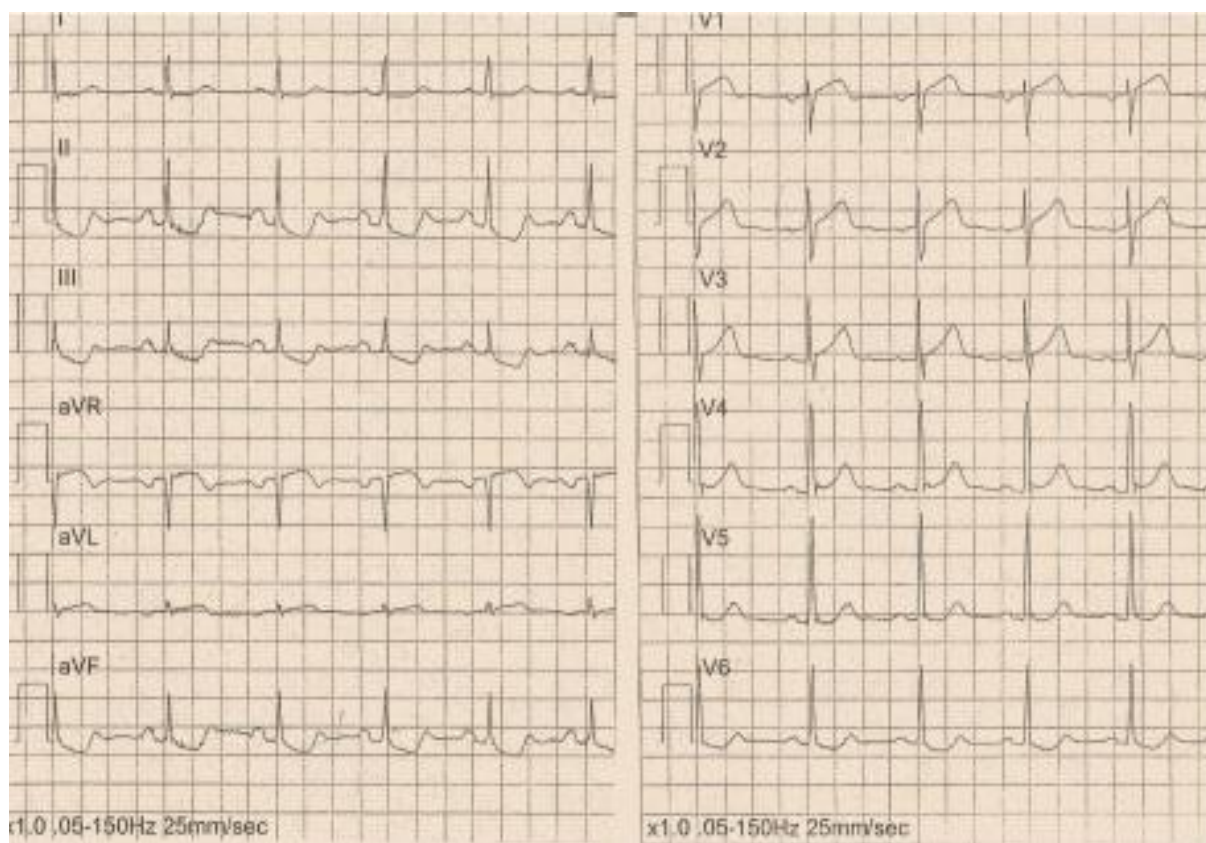
Aby wykonać badanie praktyczne, przepinamy elektrody V4, V5, V6 w miejsca V7, V8, V9.



Rysunek 82. Zawał ściany przedniej.

Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 82 widoczne są cechy niedokrwienia ściany przedniej – uniesienia odcinka ST od V1 do V5.



Rysunek 83. Ostry zespół bez uniesienia odcinka ST – ściana dolna.

Źródło: Atlas EKG (t. 2, s. 12), R. Baranowski, D. Wojciechowski, 2012b, Gdańsk: Via Medica.

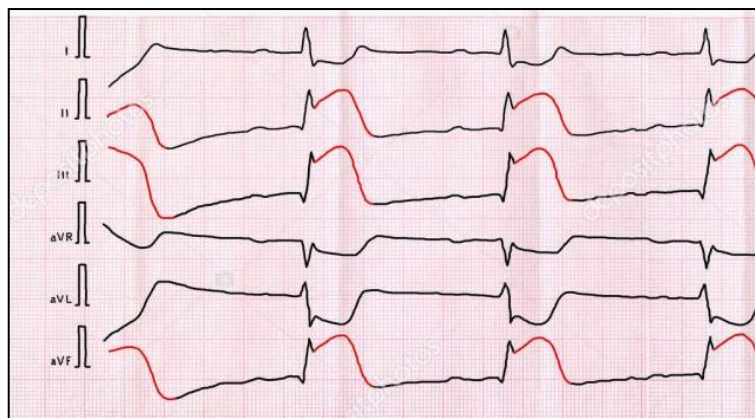
Rysunek 83 przedstawia zmiany niedokrwienne ściany dolnej – widoczne obniżenia odcinka ST w odprowadzeniu II, III, aVF.

## Ewolucja zmian w EKG świadczących o zawałe mięśnia sercowego

Zawał doprowadza do zmian strukturalnych w tkance mięśnia sercowego oraz zaburzeń funkcjonalnych. Mówiąc o zmianach strukturalnych, mamy na uwadze uszkodzenie, niedokrwienie oraz martwicę mięśnia sercowego. Zmiany te zachodzą w czasie i noszą nazwę ewolucji zawału serca. Możemy obserwować je w zapisie EKG. W tym celu należy wykonać serię badań elektrokardiograficznych (Dubin, 2008, s. 263; Tomasik i in., 1994, s. 88).

W pierwszym okresie zawału elektrokardiogram może być prawidłowy. Najwcześniej obserwuje się zwiększenie amplitudy załamków T, które stają się wysokie, szpiczaste, symetryczne. Zmiany te obecne są przez pierwsze 5-30 min, po czym pojawiają się zmiany odcinka ST.

Po upływie ok. godziny od wystąpienia objawów rozpoczyna się unoszenie odcinka ST. Uniesienie może być niewielkie – od ok. 1 mm do bardzo dużego – nawet powyżej 10 mm. Wyraźne uniesienie odcinka ST, wypukłością zwrócone ku górze, określane jest mianem fali Pardeego (Dąbrowska, Dąbrowski, 2007, s. 265).



Rysunek 84. Fala Pardeego.

Źródło: <https://pl.depositphotos.com/stock-photos/ostry-zawał-mięśnia-sercowego.html> (dostęp: 20.05.2017).

Na rysunku 84 widoczne jest wyraźne uniesienie odcinka ST, skierowane wypukłością ku górze, a więc fala Pardeego.

W miarę upływu czasu obserwuje się zmiany dotyczące zespołów QRS. Zmniejsza się amplituda załamka R i pojawia się patologiczny załamek Q. Załamki Q mogą pojawić się w pierwszych godzinach zawału, ale ich obecność można zauważyć nawet po 24 godz. od początku objawów. Patologiczne załamki Q są objawem martwicy mięśnia sercowego.

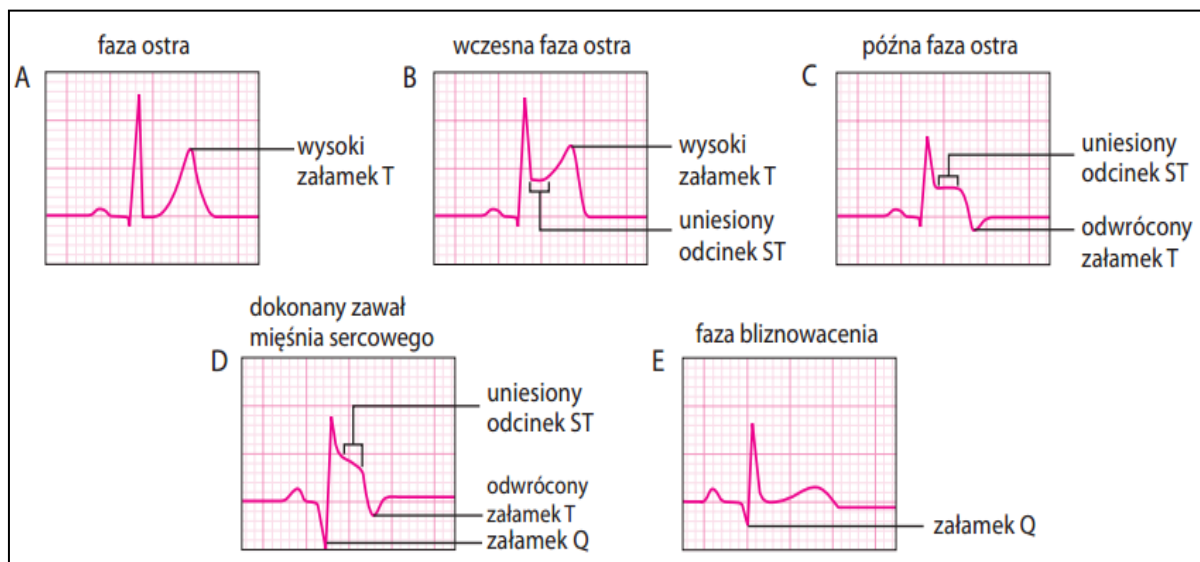
Kolejne zmiany elektrokardiograficzne dotyczą odcinka ST i załamków T. Obserwuje się normalizację odcinka ST (powrót do linii izoelektrycznej) oraz odwracanie się załamków T, które stają się ujemne, symetryczne. Odwrócone załamki T mogą utrzymywać się bardzo długo, nawet kilka miesięcy, a zdarza się, że pozostają na stałe. Uniesienie odcinka ST może utrzymywać się nawet kilka tygodni, a w przypadku tętniaka lewej komory może mieć charakter przetrwały (Morris, Brady, Camm, 2009, s. 32-33).



### Ewolucja zmian elektrokardiograficznych w ostrym zawale mięśnia sercowego:

- wysoki, szpiczasty załamek T;
- uniesienie odcinka ST;
- patologiczny załamek Q;
- normalizacja odcinka ST;
- odwrócenie załamka T.

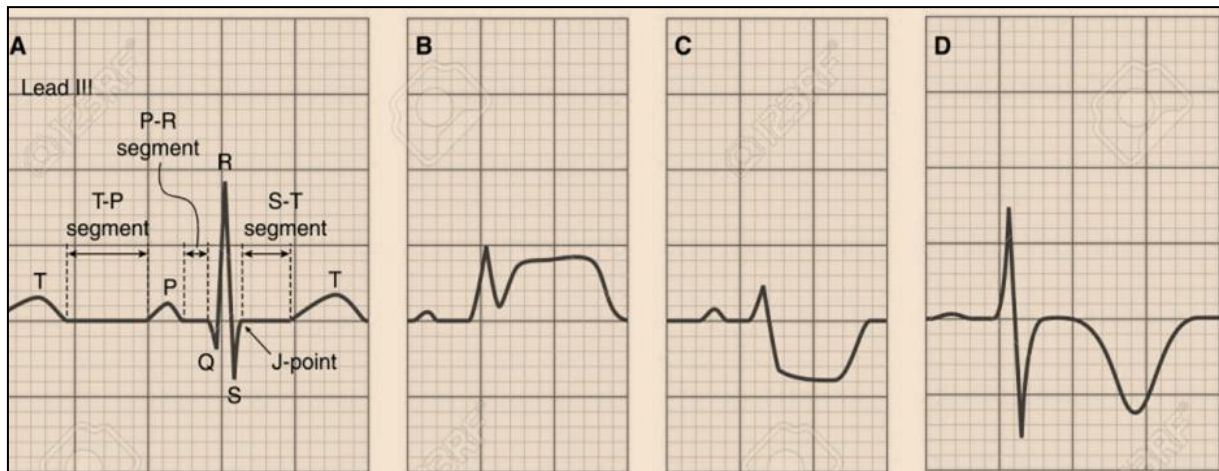
Zmiany te ukazuje rysunek 85.



Rysunek 85. Ewolucja zmian elektrokardiograficznych w ostrym zawale mięśnia sercowego.

Źródło: <http://docplayer.pl/36163560-Ciekawostki-i-postepowaniew-wybranych-stanach-zagrozenia-zycia.html> (dostęp: 20.05.2017).

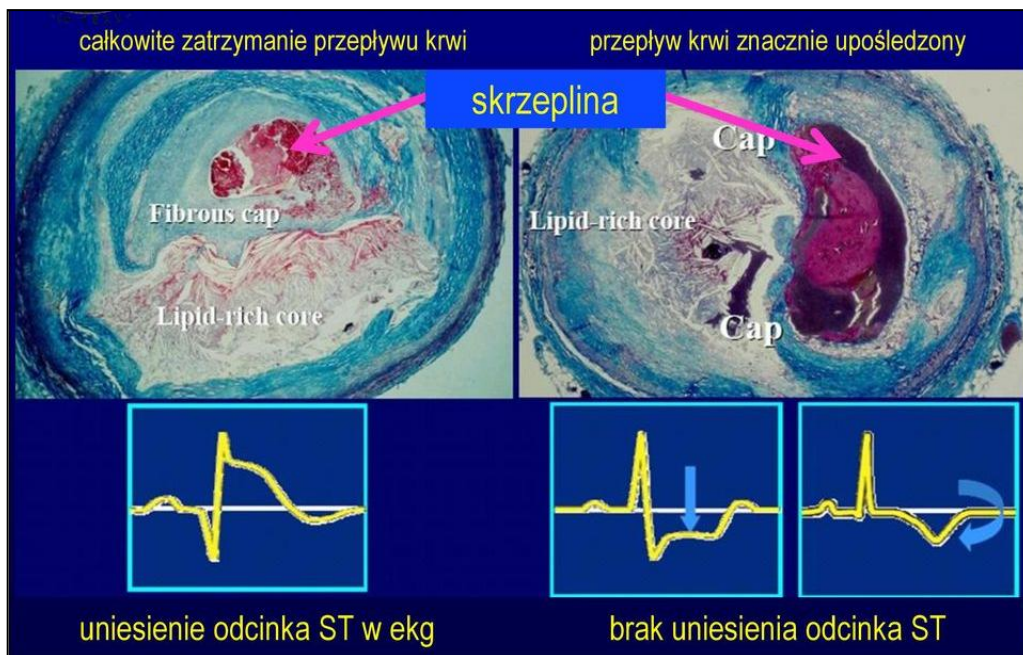
Zgodnie z aktualną terminologią, zawal mięśnia sercowego zastąpimy określeniem ostry zespół wieńcowy (OZW). OZW obejmuje następujące stany kliniczne: zawal mięśnia sercowego, niestabilna dusznica bolesna, nagły zgon sercowy. Wyróżniamy 2 grupy OZW – z przetrwałym uniesieniem odcinka ST (STEMI) trwającym powyżej 20 min oraz bez uniesienia odcinka ST (NSTEMI). Ostry zespół wieńcowy NSTEMI obejmuje takie zmiany jak: przetrwale lub przemijające obniżenie odcinka ST, odwrócenie, spłaszczenie załamka T (Chmielewski, 2010, s. 7).



Rysunek 86. OZW STEMI i NSTEMI.

Źródło: [https://pl.123rf.com/photo\\_45065529\\_Ślad-prawidłowym-ekg-serca-w-porównaniu-do-nietypowych-śladów---uniesienie-odcinka-st,-obniżenie-odc.html](https://pl.123rf.com/photo_45065529_Ślad-prawidłowym-ekg-serca-w-porównaniu-do-nietypowych-śladów---uniesienie-odcinka-st,-obniżenie-odc.html) (dostęp: 02.05.2017).

Rysunek 86 A ukazuje prawidłowy zapis, B – OZW STEMI (uniesienie odcinka ST), C i D – OZW NSTEMI (obniżenie odcinka ST, ujemny załamek T).



Rysunek 87. OZW z uniesieniem i bez uniesienia odcinka ST.

Źródło: <http://docplayer.pl/965086-Ostry-zespol-wiencowy-i-zawal-serca-wczoraj-i-dzis-maciej-lesiak-i-klinika-kardiologii-universytet-medyczny-w-poznaniu.html> (dostęp: 25.05.2017).

### O przebyłym zawale świadczą:

- obecność patologicznych załamków Q lub QS;
- ujemne załamki T;
- przetrwałe uniesienie odcinka ST.

Typową cechą przebytego zawału serca jest obecność nieprawidłowych załamków Q lub zespołów QS. Pozostałe zmiany mogą się wycofać (Dąbrowska, Dąbrowski, 2007, s. 267).

## II.5. Przerost mięśnia sercowego

W tym rozdziale przyjrzymy się zmianom elektrokardiograficznym, obserwowanym w przypadku przerostu mięśnia sercowego, zarówno komór, jak i przedsionków.

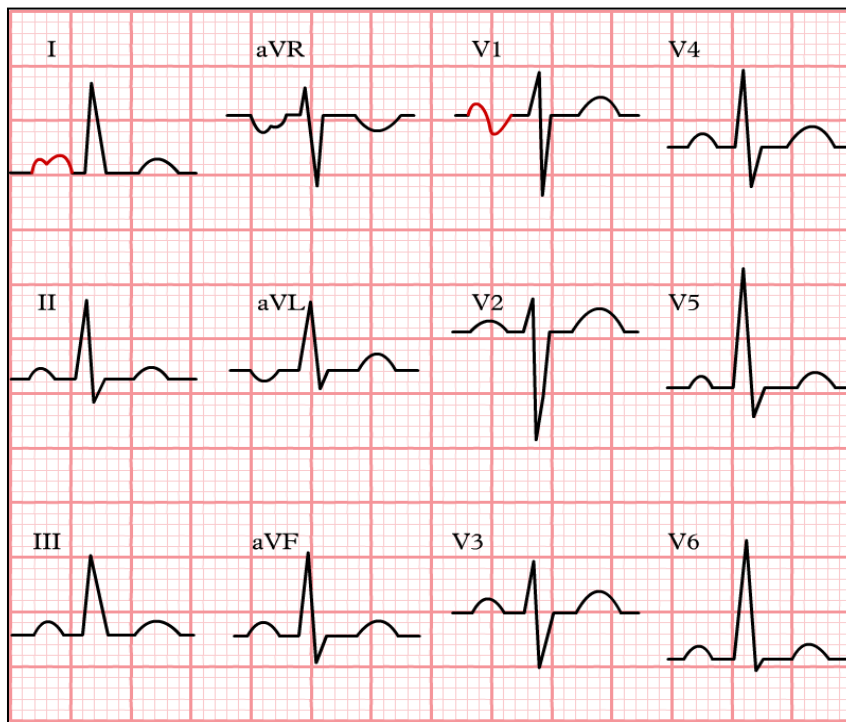
### Przerost przedsionków

Załamek P odzwierciedla depolaryzację przedsionków. Należy więc oczekiwać, że przerost i przeciążenie przedsionków znajdzie swoje odzwierciedlenie właśnie w morfologii załamka P.

### Przerost przedsionka lewego

Najczęstszą przyczyną przerostu lewego przedsionka jest stenozą mitralną (zweżenie lewego ujścia żylnego). Stąd też bierze się określenie **P mitrale**. Jest ono jeszcze często używane, choć zaleca się zastępować go określeniem nieprawidłowy stan lewego przedsionka. Powiększenie lewego przedsionka znajduje odbicie w zapisie EKG. Do typowych zmian zaliczamy:

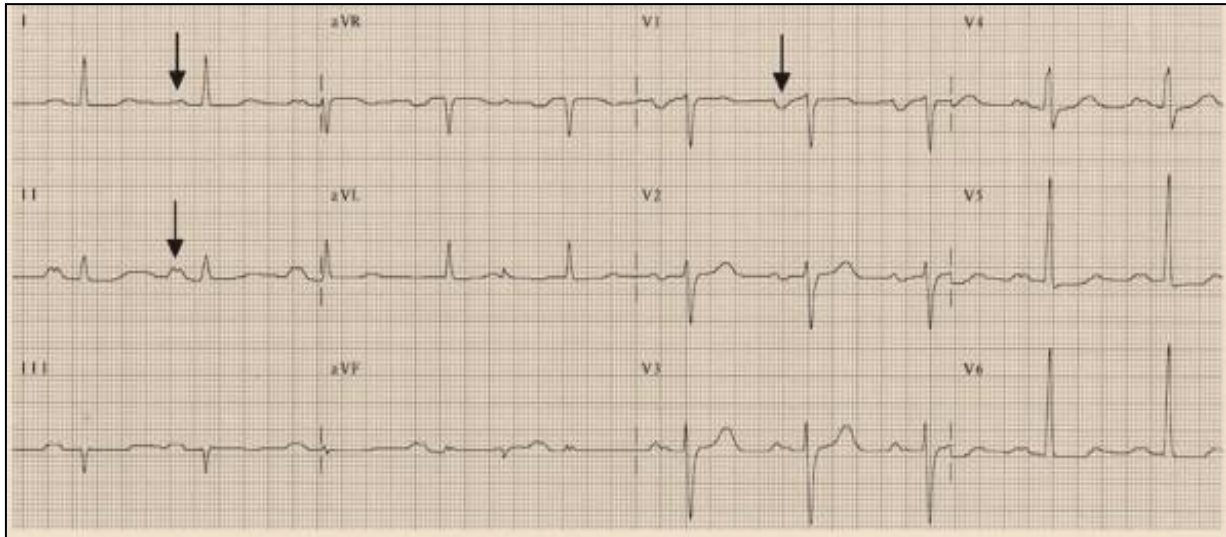
- szerokie, dwuszczytowe załamki P w odprowadzeniu I oraz II o czasie trwania 0,12 s lub powyżej;
- dwufazowe dodatnio-ujemne załamki P w odprowadzeniu V1, przy czym faza ujemna jest głęboka, powyżej 1 mm, i szeroka, powyżej 0,04 s (większa od fazy dodatniej).



Rysunek 88. Przerost przedsionka lewego.

Źródło: <https://iheartecg.wordpress.com/2013/02/26/atrial-hypertrophy/> (dostęp: 02.05.2017).

Na rysunku 88 zaznaczono czerwonym kolorem załamki P w odprowadzeniu I i V1, spełniające kryteria przerostu lewego przedsionka.



Rysunek 89. Przerost lewego przedsionka.

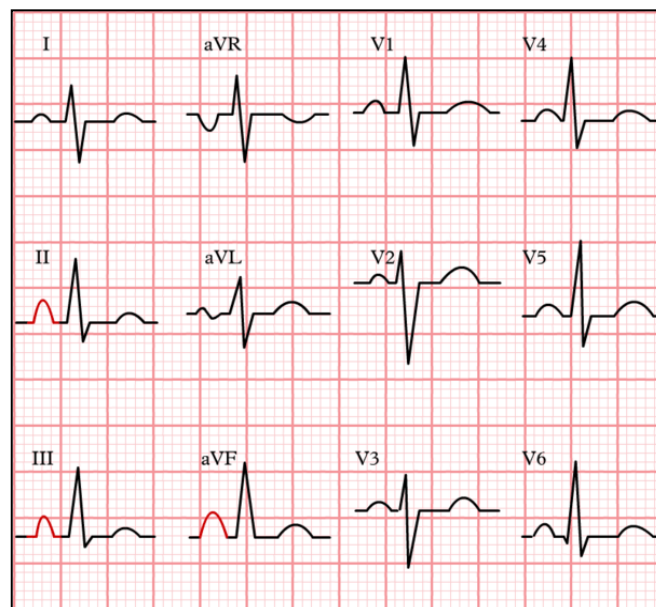
Źródło: <http://doctorlib.info/cardiology/electrocardiography/8.html> (dostęp: 02.05.2017).

Elektrokardiogram na rysunku 89 przedstawia przerost lewego przedsionka – załamki P w odprowadzeniu I i II szerokie (0,16) dwugarbne, a w V1 dodatnio-ujemne. Faza ujemna załamka P głęboka (2 mm) o czasie trwania powyżej 0,12.

### Przerost przedsionka prawego

Do najczęstszych przyczyn przerostu i przeciążenia prawego przedsionka dochodzi w chorobach płuc oraz w zwężeniu zastawki trójdzielnej. W tym wypadku spotykamy określenie **P pulmonale**. Zgodnie z nowym nazewnictwem należy używać określenia – nieprawidłowy stan prawego przedsionka.

W zapisie EKG spotkamy wysokie, powyżej 2,5 mm, załamki P w odprowadzeniu II, III, aVF (Dąbrowska, Dąbrowski, 2007, s. 253-255).



Rysunek 90. Przerost przedsionka prawego.

Źródło: <https://iheartecg.wordpress.com/2013/02/26/atrial-hypertrophy/> (dostęp: 02.05.2017).

Na rysunku 90 zaznaczono czerwonym kolorem załamki P, spełniające kryteria przerostu prawego przedsionka.



Rysunek 91. Przerost prawego przedsionka.

Źródło: <http://doctorlib.info/cardiology/electrocardiography/8.html> (dostęp: 02.05.2017).

Rysunek 91 przedstawia cechy przerostu przedsionka prawego – strzałką zaznaczono załamki P, spełniające kryteria przerostu – w odprowadzeniach II, III, aVF załamek P wysoki (0,4 mm).

### Przerost komór

Wyrazem depolaryzacji komór w zapisie EKG jest zespół QRS. Zmiany związane z przerostem komór usytuowane będą więc w obrębie tego zespołu, a dodatkowo dotyczyć będą załamka T.

Wzrost masy mięśnia komór prowadzi do zwiększenia aktywności elektrycznej i – co za tym idzie – zwiększenia amplitudy zespołu QRS.

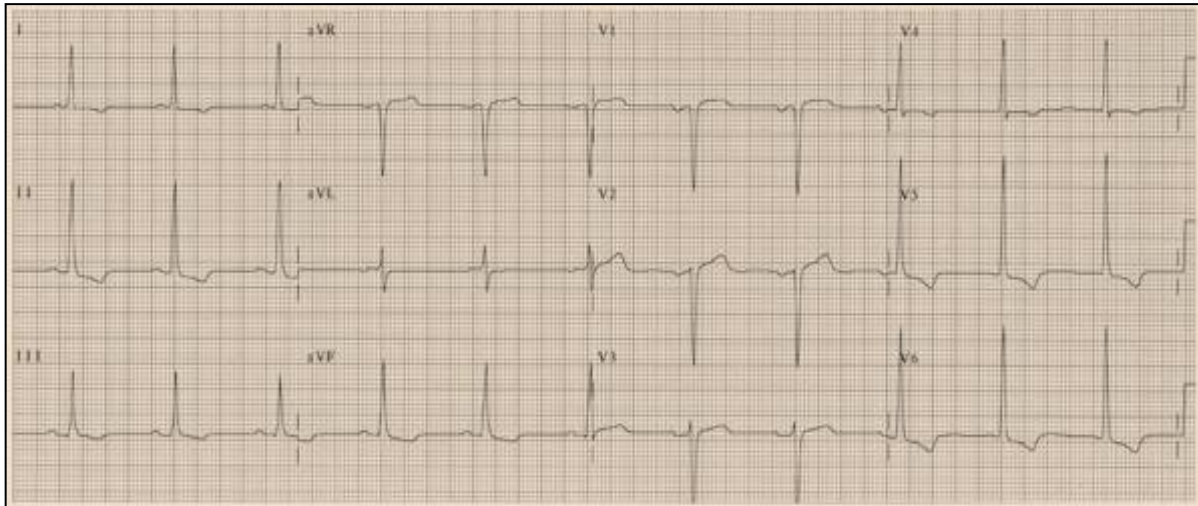
### Przerost lewej komory

Najczęstsze przyczyny przerostu lewej komory serca to: nadciśnienie tętnicze, zwężenie zastawki aortalnej, koarktacja aorty, kardiomiopatia przerostowa.

Do typowych zmian w zapisie EKG zaliczymy:

- wzrost amplitudy załamka R powyżej 26 mm w odprowadzeniu V5 lub V6;
- wzrost amplitudy załamka R powyżej 20 mm w odprowadzeniu I, II, III;
- suma załamka R w V5 lub V6 i załamka S w V1 przekracza 35 mm;
- ujemne, niesymetryczne<sup>1</sup> załamki T oraz obniżki odcinka ST w odprowadzeniach V5, V6 oraz I, aVL.

<sup>1</sup> Załamek niesymetryczny – dłuższe, wolno opadające ramię zstępujące i krótsze, szybko wznoszące się ramię wstępujące, stąd widoczna asymetria.



Rysunek 92. Przerost lewej komory.

Źródło: <http://doctorlib.info/cardiology/electrocardiography/8.html> (dostęp: 02.05.2017).

Elektrokardiogram na rysunku 92 przedstawia przerost lewej komory – suma załamek S w V1 oraz załamek R w V5 wynosi 39 mm, obecne ujemne, niesymetryczne załamki T w odprowadzeniach I, V5 i V6 oraz obniżki odcinka ST w V5 i V6.

### Przerost prawej komory serca

Do przerostu prawej komory dochodzi w przebiegu nadciśnienia płucnego. W zapisie EKG pojawiają się charakterystyczne zmiany:

- załamek R w odprowadzeniu V1 większy od załamek S i większy niż 7 mm;
- głęboki załamek S w odprowadzeniach V5, V6;
- ujemne, niesymetryczne<sup>2</sup> załamki T oraz skośne do dołu obniżki odcinka ST w odprowadzeniach V1, V2;
- prawogram (Tomasik i in., 1994, s. 101-102).



Rysunek 93. Przerost komory prawej.

Źródło: <http://doctorlib.info/cardiology/electrocardiography/8.html> (dostęp: 02.05.2017).

<sup>2</sup> Załamek niesymetryczny – dłuższe, wolno opadające ramię zstępujące i krótsze, szybko wznoszące się ramię wstępujące, stąd widoczna asymetria.

Rysunek 93 przedstawia zapis EKG spełniający kryteria przerostu prawej komory – załamek R w odprowadzeniu V1 większy od S o wysokości 15 mm. W V5 i V6 obecne są głębokie załamki S. Widoczne są również ujemne, niesymetryczne załamki T i obniżenia odcinka ST w V1, V2 i V3.

Czytelnik może spotykać w literaturze też inne kryteria dotyczące rozpoznawania przerostu lewej czy prawej komory serca. Za najczulsze kryterium amplitudy załamków R oraz S w przerostach komór uważa się wskaźnik Sokołowa i Lyona. Wskaźnik ten mówi, że do rozpoznania przerostu lewej komory niezbędne jest, by suma załamka R w odprowadzeniu V5 lub V6 i załamka S w V1 przekraczała 35 mm. W przypadku przerostu prawej komory suma załamka R w V1, jak również załamka S w V5 lub V6 musi być większa od 10,5 mm (Dąbrowska, Dąbrowski, 2007, s. 246).

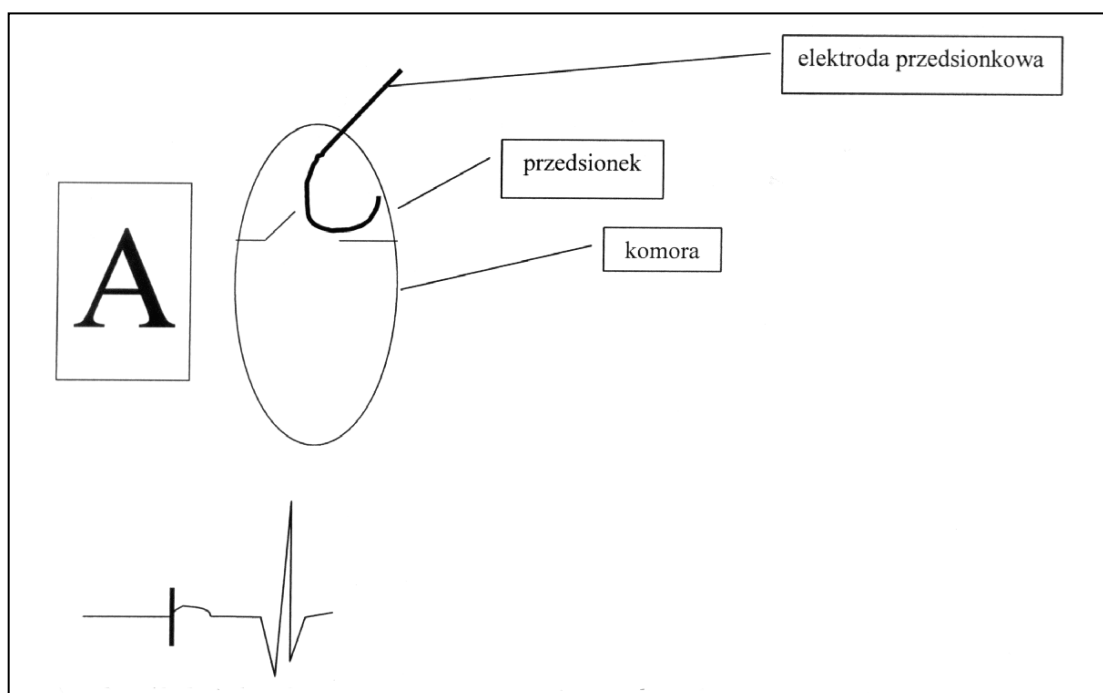
Przerosty jam serca nie są stanami nagłymi, wymagającymi natychmiastowej interwencji, są raczej następstwem dłużej trwających zaburzeń strukturalnych lub czynnościowych w obrębie układu krążenia. Zmiany odcinka ST i załamka T w przerostach komór należy różnicować z ewentualnymi zmianami niedokrwienymi. Wszelkie wątpliwości w tym zakresie należy skonsultować z lekarzem, by nie przeoczyć stanów wymagających szybkiej interwencji, do których zaliczamy niedokrwienie mięśnia sercowego.

## II.6. Elektrokardiogram u pacjenta z rozrusznikiem serca

Elektrostymulacja jest bardzo rozpowszechnioną metodą leczenia wielu zaburzeń rytmu i przewodzenia. W codziennej praktyce spotykamy coraz częściej pacjentów z wszczepionym stymulatorem. Istnieje wiele rodzajów stymulatorów i sposobów stymulacji, ale szczegółowe omówienie tych zagadnień wykracza poza ramy niniejszego podręcznika. Omówione zostaną tylko podstawowe zasady stymulacji.

W zależności od umiejscowienia elektrody stymulującej wyróżniamy 2 rodzaje stymulacji – przedsionkową i komorową. Stymulacja może być jednojamowa (przedsionek lub komora) albo dwujamowa (przedsionek i komora). Obecnie stosuje się stymulację „na żądanie”, tzn. że stymulator włącza się tylko wtedy, gdy nie wyczuwa pobudzenia własnego pacjenta. Dlatego w zapisie EKG możemy spotkać zarówno rytm własny pacjenta, jak i rytm z rozrusznika. Rozrusznik „na żądanie” jest hamowany przez prawidłowe własne pobudzenia. Jeżeli częstość rytmu własnego spada poniżej zaprogramowanej częstości stymulatora przestaje on być hamowany i rozpoczyna się sztuczna stymulacja (Wagner, 1999, s. 435-441).

Stymulator wysyła impulsy, które rejestrują się w zapisie EKG jako wąskie pionowe iglice, po których pojawia się wystymulowana odpowiedź przedsionka lub komory. Sztuczna **stymulacja przedsionka** jest sposobem najbardziej przypominającym fizjologiczną stymulację. Otóż po impulsie z elektrody przedsionkowej dochodzi do skurczu przedsionka, a następnie pobudzenie zostaje przewodzone do komór. W zapisie EKG obserwujemy impuls stymulacji w postaci iglicy, po której pojawia się załamek P, a następnie własny zespół QRS.

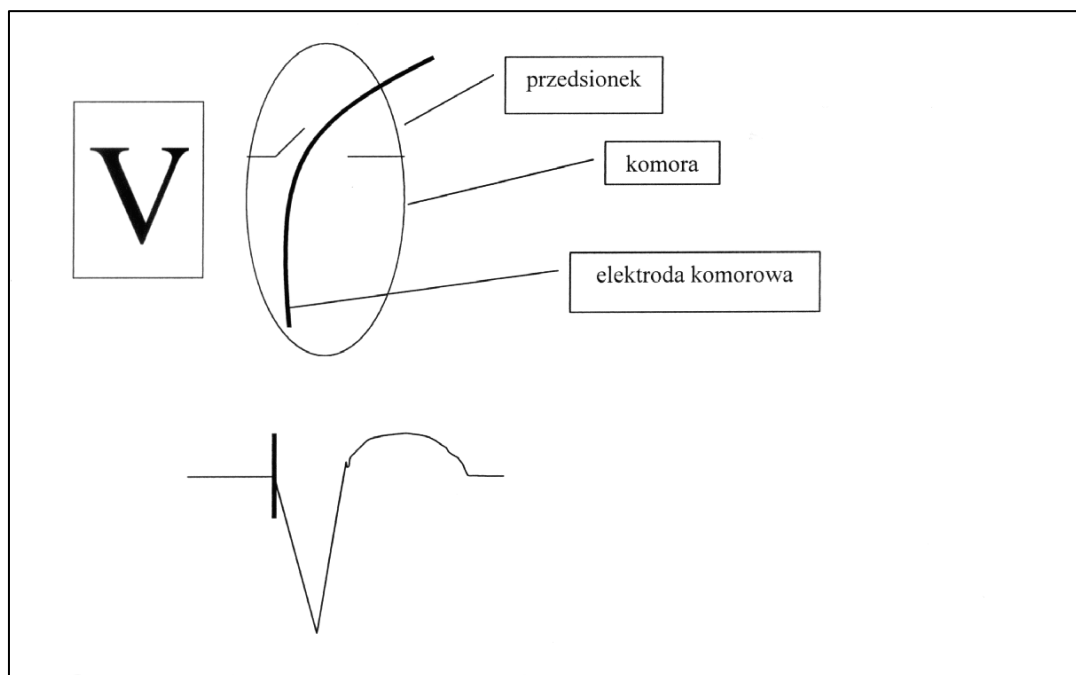


Rysunek 94. Schemat stymulacji przedsionkowej.

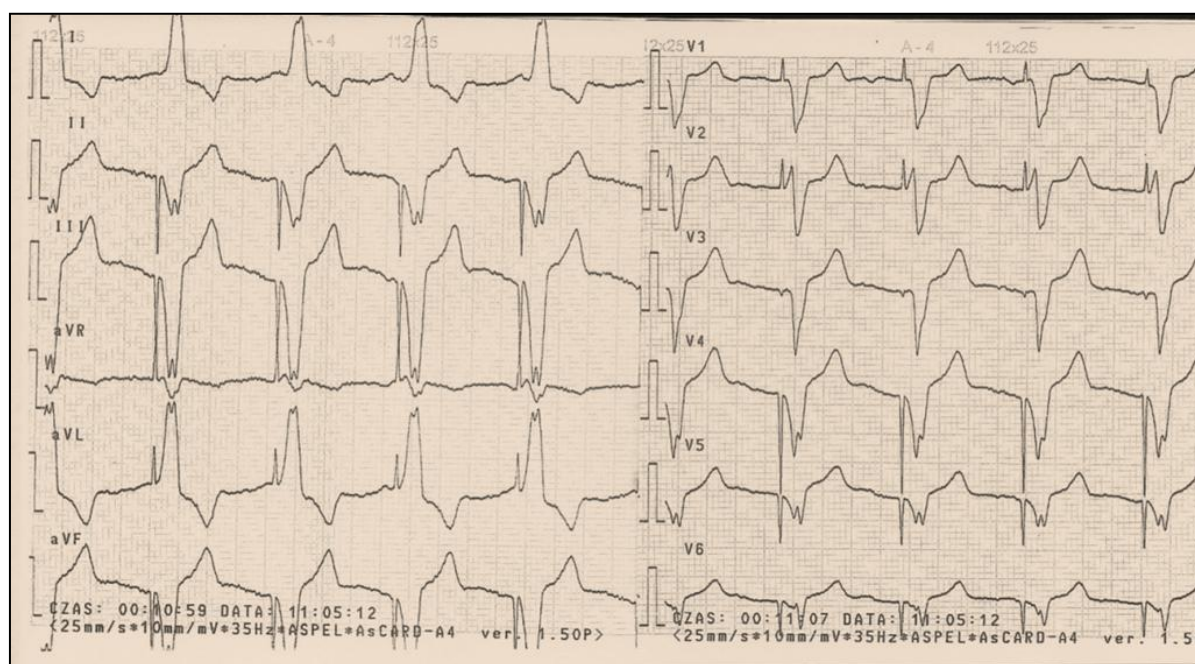
Źródło: [www.kkcmkp.pl/zab/stk/eses.htm](http://www.kkcmkp.pl/zab/stk/eses.htm) (dostęp: 02.05.2017).

W **stymulacji komorowej** elektroda stymulująca znajduje się w komorze. W zapisie EKG widzimy iglicę stymulacji tuż przed zespołem QRS, który jest poszerzony, zniekształcony, o morfologii zbliżonej do bloku lewej odnogi pęczka Hisa.





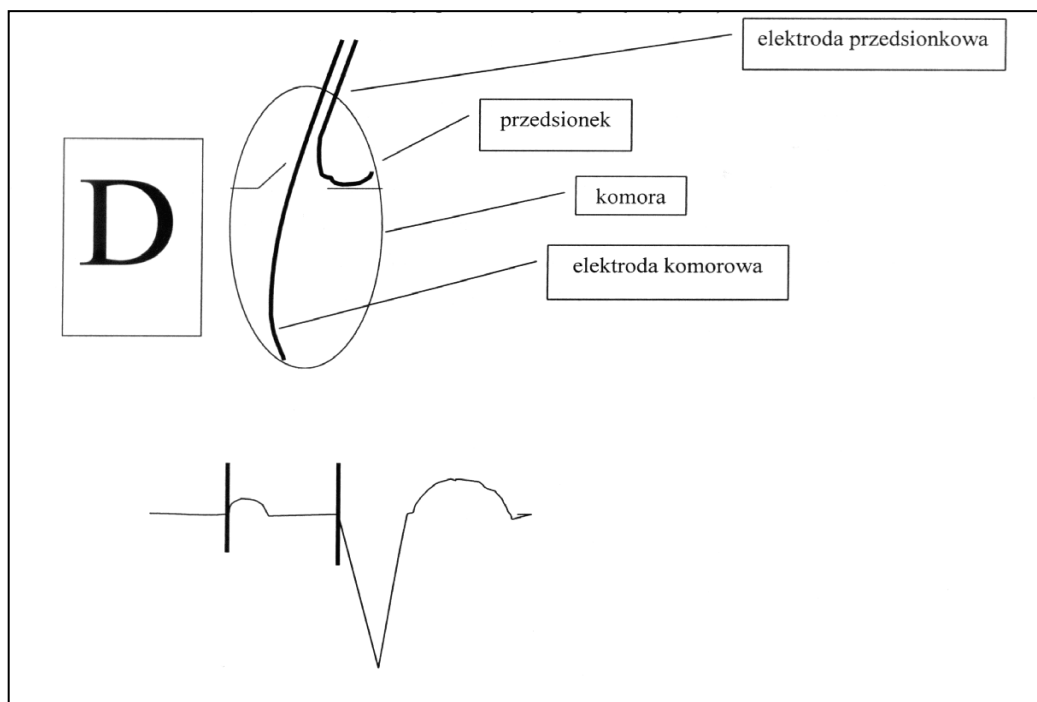
Rysunek 95. Schemat stymulacji komorowej.  
 Źródło: [www.kkcmkp.pl/zab/stk/eses.htm](http://www.kkcmkp.pl/zab/stk/eses.htm) (dostęp: 02.05.2017).



Rysunek 96. Stymulacja komorowa.  
 Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 96 widzimy przykład stymulacji komorowej na 12-odprowadzeniowym zapisie EKG. Przed każdym zespołem QRS widoczny pik iglicy stymulacji. Zespoły QRS szerokie, zniekształcone.

Bardzo często spotykamy pacjentów, którzy mają stymulację dwujamową, czyli stymulowany jest zarówno przedsionek, jak i komora. W zapisie EKG widoczne będą 2 iglice stymulacji – przed załamkiem P i zespołem QRS (Walczak, Baranowski, 2003, s. 7, 10-11, 15).



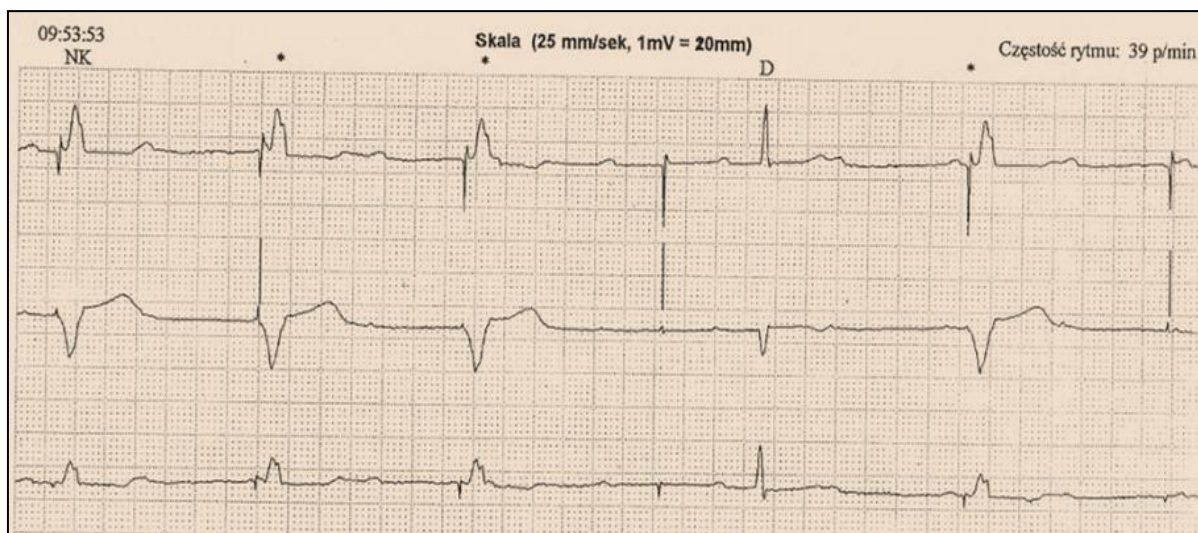
Rysunek 97. Schemat stymulacji dwujamowej.  
 Źródło: [www.kkcmkp.pl/zab/stk/eses.htm](http://www.kkcmkp.pl/zab/stk/eses.htm) (dostęp: 02.05.2017).



Rysunek 98. Stymulacja dwujamowa.  
 Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 98 widoczny jest fragment zapisu z badania holterowskiego, przedstawiający stymulację dwujamową. Obecne są 2 iglice stymulacji – przed załamkiem P oraz przed zespołem QRS.

Ocena EKG u pacjenta ze stymulacją serca jest trudnym zadaniem. Bardzo ważnym elementem analizy takiego elektrokardiogramu jest ocena skuteczności stymulatora. Od właściwej stymulacji zależy bowiem życie pacjenta. Skuteczność stymulacji rozpoznajemy, gdy możemy zaobserwować wystymulowany załamek P lub zespół QRS po iglicy stymulacji. Niebezpieczną sytuacją dla pacjenta jest brak odpowiedzi po impulsie ze stymulatora, a więc obecność samej iglicy bez zespołu QRS, gdyż świadczy to o nieskutecznej stymulacji (Kozłowski, 2012a, s. 50). Zapisu EKG zawierającego cechy nieskutecznej stymulacji nie wolno przeoczyć. Nieskuteczna stymulacja to brak czynności skurczowej serca.



Rysunek 99. Okresowo nieskuteczna stymulacja.

Źródło: *Podstawy EKG u pacjentów ze stymulatorem serca* (s. 12), A. Walczak, F. Baranowski (red.), 2003, Gdańsk: Via Medica.

Przykład nieskutecznej stymulacji obrazuje rysunek 99. Widoczne są tu pierwsze 3 zespoły prawidłowo wystymulowane, po czym iglica stymulacji, po której nie pojawia się zespół QRS. Ostatnia iglica również bez zespołu QRS.

## II.7. 24-godzinne badanie EKG

Badanie elektrokardiograficzne jest rutynowym badaniem odzwierciedlającym czynność elektryczną serca w momencie badania. Badanie EKG trwa zaledwie kilka minut. Idealem jest, jeśli jest ono wykonywane w czasie, kiedy pacjent odczuwa dolegliwości. Niestety nie zawsze jest to możliwe. Pacjenci często zgłaszają różne objawy, których nie udaje się uchwycić podczas badania EKG. W takich sytuacjach sprawdza się 24-godzinne badanie holterowskie. Badanie to polega na 24-godzinnej rejestracji EKG przy użyciu małego rejestratora połączonego przewodem z elektrodami przypiętymi na klatce piersiowej (Dawkins, Morgan, Simpson, 2003, s. 153). W praktyce wykorzystuje się 2-, 3- i 12-odprowadzeniowe rejestratory.

12-odprowadzeniowy Holter jest 24-godzinnym pełnym elektrokardiograficznym badaniem. Niejednokrotnie w celu uchwycenia rzadko występujących zaburzeń wykonuje się badanie 48-godzinne (Gajewski, 2012, s. 103).

W celu zapewnienia dobrej jakości zapisu wskazane jest, by miejsca przyklejenia elektrod odtłuścić, a skórę poddać dermoabrazji za pomocą specjalnego ściernego kremu. Pacjent proszony jest o odnotowywanie niepokojących go objawów (np. ból w klatce piersiowej, zawroty głowy, duszność) lub szczególnych okoliczności mogących mieć wpływ na efekt badania (np. silne emocje, zmęczenie), co ułatwia powiązanie zgłaszanych dolegliwości z zarejestrowanymi zmianami i przyjmowanymi lekami (Dąbrowska, Dąbrowski, 2007, s. 47).

Ważne jest, by pacjent otrzymał informację, że w czasie badania może, a nawet powinien prowadzić normalny tryb życia, tak by czynność serca została zarejestrowana zarówno w czasie wysiłku, jak też odpoczynku oraz snu. Zaleca się prowadzenie całodziennego dzienniczka aktywności, takich jak: wchodzenie po schodach, aktywność seksualna, palenie papierosów, wypróżnienia, sen i inne. Koniecznym jest uprzedzenie chorego o zakazie kąpieli i manipulowania elektrodami w czasie trwania badania (Morrow Cavanaugh, 2006, s. 780-781). Badanie holterowskie jest szczególnie przydatne w celu wykrywania krótkich, przemijających epizodów zaburzeń rytmu i przewodzenia, których prawdopodobnie nigdy nie udałoby się uchwycić rutynowym badaniem EKG. Analiza badania umożliwia też ocenę zmian niedokrwiennych oraz różnorodnych zaburzeń funkcji stymulatora (Gajewski, 2012, s. 103).

## II.8. Próba wysiłkowa

Próba wysiłkowa jest badaniem diagnostycznym, wykorzystywanym do oceny klinicznej pacjentów z chorobą niedokrwienną serca oraz w przypadku jej podejrzenia. W trakcie wysiłku fizycznego wzrasta zapotrzebowanie mięśnia sercowego na tlen. Aby sprostać zwiększonemu zapotrzebowaniu, musi wzrosnąć przepływ krwi przez naczynia wieńcowe. Tak dzieje się u ludzi zdrowych, a u osób z chorobą niedokrwienną serca ze zwężonymi naczyniami wieńcowymi możliwość wzrostu przepływu wieńcowego jest ograniczona i dochodzi do niedotlenienia mięśnia sercowego, co znajduje odbicie w zapisie EKG (Morris, Brady, Camm, 2009, s. 46).

### Przygotowanie pacjenta do próby wysiłkowej

Pacjenta należy poinformować, aby wstrzymał się od większych wysiłków fizycznych do 12 godz. przed badaniem. Zaleca się również niespożywanie posiłku oraz niepalenie papierosów do 3 godz. przed badaniem.

Jeżeli wykonuje się próbę diagnostyczną (w celu potwierdzenia lub wykluczenia choroby niedokrwiennej), należy zalecić pacjentowi odstawienie leków B-blokerów, jeśli takie przyjmuje. Badanie wykonywane w celu określenia rokowania wcześniej rozpoznanej choroby wieńcowej nie wymaga odstawiania leków.

Przed wykonaniem próby wymagane jest badanie lekarskie w celu wykluczenia przeciwwskazań do jej wykonania (świeży zawał serca, niestabilna choroba wieńcowa, zaburzenia rytmu serca, niestabilizowane ciśnienie tętnicze, niewyrównana niewydolność serca).

Przed rozpoczęciem próby należy chorego poinformować o celu i przebiegu badania oraz ryzyku powikłań. Pacjent musi wyrazić świadomą zgodę na wykonanie badania (Gajewski, 2012, s. 1117-1119; Kaszuba, Nowicka, 2011, s. 93-96). Rozpoczęcie próby należy poprzedzić wykonaniem spoczynkowego elektrokardiogramu oraz zmierzeniem ciśnienia tętniczego. Wartości ciśnienia powyżej 220 skurczowe oraz powyżej 120 rozkurczowe są przeciwwskazaniem do wykonania próby wysiłkowej (Morris, Brady, Camm, 2009, s. 47).

### Przebieg badania

Ze względu na ryzyko powikłań zagrażających życiu (zaburzenia rytmu, ostry zespół wieńcowy, omdlenie, hipotonia) badanie należy wykonywać bezwzględnie w obecności lekarza. W pracowni musi znajdować się na wyposażeniu defibrylator i zestaw przeciwwstrząsowy.

Badanie wykonuje się na ergometrze rowerowym lub na bieżni ruchomej. Pacjentowi nakleja się elektrody na klatkę piersiową, zachowując wymagane miejsca. Elektrody przedsercowe V 1-V6 przykleja się w miejscach typowych dla spoczynkowego EKG.

Elektrody kończynowe przykleja się w następujących miejscach:

- lewy dółek podobojczykowy – elektroda z lewej kończyny górnej;
- prawy dółek podobojczykowy – elektroda z prawej kończyny górnej;
- w połowie odległości między łukiem żebrowym a grzebieniem kości biodrowej w linii;
- pachowej przedniej po stronie lewej – elektroda z lewej kończyny dolnej – pod prawym łukiem żebrowym – elektroda z prawej kończyny dolnej (Gajewski, 2012, s. 1117-1119).

Przed przyklejeniem elektrod należy przygotować skórę pacjenta. W tym celu usuwa się zbędne owłosienie, odfłuszcza się oraz delikatnie ściera martwy naskórek. Próbę wykonuje się zgodnie z przyjętym protokołem. W przypadku próby na cykloergometrze z reguły obciążenie rozpoczyna się od 25 wat, zwiększając je o kolejne 25 wat co 2-3 min. Próbę na bieżni ruchomej zazwyczaj wykonuje się według protokołu Bruce'a, który przewiduje 3-minutowe etapy

o wzrastającym natężeniu (prędkość przesuwu taśmy i kąt nachylenia). Obciążenie wysiłkiem można zwiększać do chwili uzyskania tętna maksymalnego, tzn. wyliczonego według wzoru  $220 - \text{wiek}$  lub do chwili pojawienia się objawów nakazujących przerwanie próby. W praktyce wykonuje się próby submaksymalne, tzn. do uzyskania 85-90% wyliczonego tętna (Kaszuba, Nowicka, 2011, s. 95-96).

W trakcie próby należy wnikliwie obserwować pacjenta, pytać o samopoczucie oraz monitorować parametry (EKG co 1 min w trakcie wysiłku oraz w 1., 3., 6. i 9. min po zakończeniu wysiłku, ciśnienie tętnicze co 3 min w trakcie wysiłku i w trakcie obserwacji po zakończeniu wysiłku [Gajewski, 2012, s. 1117-1119], w 5. i 10. min [Kaszuba, Nowicka, 2011, s. 95-96]).

Objawem niedokrwienia mięśnia sercowego w trakcie próby może być ból w klatce piersiowej oraz zmiany w EKG. Ocenie podlega również ciśnienie tętnicze oraz wydolność fizyczna pacjenta. Wielkość obciążenia wyraża się w jednostkach metabolicznych MET w przypadku próby wykonywanej na bieżni ruchomej. Jeśli próba wykonywana jest na ergometrze, jednostką obciążenia jest wat. MET to zużycie tlenu w spoczynku, wynoszące 3,5 ml/kg m. c./min.

Wskazaniem do przerwania próby wysiłkowej przed osiągnięciem zaplanowanej częstotliwości tętna jest: żądanie pacjenta, spadek ciśnienia skurczowego krwi o więcej niż 10 mm Hg w stosunku do wartości wyjściowych, zawroty głowy, sinica, błądź, utrwalony częstoskurcz komorowy i uniesienie odcinka ST równe lub powyżej 1 mm w odprowadzeniach bez patologicznego załamka Q.

Próbę ocenimy jako dodatnią, jeśli w EKG zaobserwujemy poziome lub skośne do dołu obniżenie odcinka ST równe lub powyżej 1 mm. Kryterium dodatniej próby będą również uniesienia odcinka ST równe lub powyżej 1 mm w odprowadzeniach bez patologicznego załamka Q.

O zaawansowaniu choroby wieńcowej świadczy również osiągnięcie mniej niż 5 MET oraz brak wzrostu ciśnienia tętniczego powyżej 120 mm Hg lub spadek powyżej 10 mm Hg w stosunku do wartości wyjściowych (Ibidem, s. 95-96).



Rysunek 100. Próba wysiłkowa.

Źródło: <http://supernowosci24.pl/nie-zawsze-serce-jest-przyczyna-bolu-2/> (dostęp: 20.05.2017).

Rysunek 100 przedstawia pacjenta w trakcie próby wysiłkowej na bieżni ruchomej. Zwróćmy uwagę na miejsca przyklejenia elektrod.

## II.9. Interpretacja zapisu EKG

### Częstość akcji serca

Mówiąc o częstości akcji serca, mamy na uwadze częstość akcji komór. Zespoły QRS są odzwierciedleniem depolaryzacji komór; wyliczając więc częstość zespołów QRS, określamy częstość akcji serca. Jeśli znamy szybkość przesuwu papieru, możemy wyliczyć czas trwania poszczególnych składowych EKG, a mianowicie załamek, odcinków, odstępów.

Standardowy przesuw taśmy wynosi 25 mm/s. Papier EKG ma podziałkę milimetrową i podzielony jest na 5 mm kwadraty wyróżnione grubszą linią. Jeden mały kwadracik 1 x 1 mm to 0,04 s. Jeden duży kwadracik 5 x 5 mm to 0,20 s. Warto zapamiętać te wartości, gdyż będą nam przydatne do wyliczania czasu trwania poszczególnych elementów na krzywej EKG.

Przeanalizujemy 2 sposoby wyliczenia częstości akcji serca. Aby dobrze zrozumieć, należy sobie uzmysłowić, że papier przesuwa się z szybkością 25 mm/s, a więc w ciągu 1 min przesuwa się 300 dużych kwadratów (5 x 5 mm), a 1500 małych kwadracików (1 x 1 mm).

Jeśli rytm serca jest miarowy, to do wyliczenia akcji serca możemy zastosować następujący wzór:

$$1500 : x$$

**x = długość odstępu RR w mm**

Np. RR = 25 mm, częstość akcji serca wynosi  $1500 : 25 = 60$

RR = 15 mm, częstość akcji serca wynosi 100, ponieważ  $1500 : 15 = 100$ .

Drugi sposób polega na zastosowaniu innego wzoru:

$$300 : x$$

**x = ilość dużych kwadratów znajdujących się pomiędzy 2 zespołami QRS**

Np. ilość dużych kwadratów wynosi 6, częstość akcji serca wyliczymy następująco  $300 : 6 = 50$ .

Aby ułatwić sobie wyliczenie, warto zapamiętać następującą zależność pomiędzy liczbą dużych kwadratów w odstępach RR a częstością akcji serca:

$$300 : 1 = 300$$

$$300 : 2 = 150$$

$$300 : 3 = 100$$

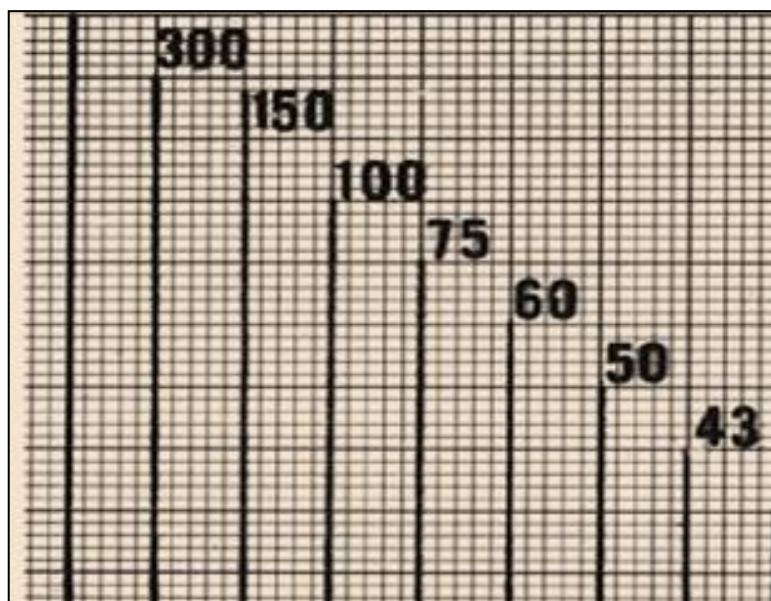
$$300 : 4 = 75$$

$$300 : 5 = 60$$

$$300 : 6 = 50$$

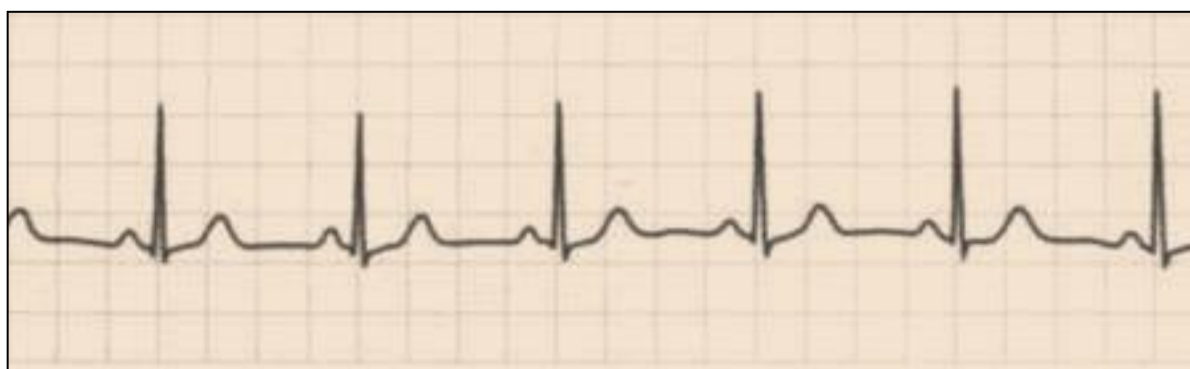
$$300 : 7 = 43.$$

Zapamiętując liczby 300-150-100-75-60-50-43, możemy odliczać kolejne kwadraty pomiędzy 2 załamekami R i wyliczyć częstość akcji serca.



Rysunek 101. Liczenie częstości akcji serca.

Źródło: [www.slideshare.net/FaishalBlitar/genap-ii-elektrocardiografi](http://www.slideshare.net/FaishalBlitar/genap-ii-elektrocardiografi) (dostęp: 02.05.2017).



Rysunek 102. Rytm miarowy.

Źródło: [www.eioba.pl/a/liwc/elektrokardiografia-w-ratownictwie](http://www.eioba.pl/a/liwc/elektrokardiografia-w-ratownictwie) (dostęp: 20.05.2017).

Fragment zapisu EKG przedstawiony na rysunku 102 to rytm miarowy. Odstęp RR mierzony w mm wynosi 20. Aby wyliczyć częstość akcji serca, postępujemy następująco – liczbę 1500 dzielimy przez ilość 20. Wynik wynosi 75 u/m.

Możemy też użyć drugiego wzoru – liczbę 300 dzielimy przez ilość dużych kwadracików znajdujących się między 2 zespołami QRS. Na przedstawionym rysunku liczba ta wynosi 4. Dzielimy więc 300 przez 4, w efekcie czego otrzymujemy wynik 75.

Zarówno z jednego, jak i drugiego wzoru wyliczona częstość akcji serca wynosi 75 u/m.

Przedstawione powyżej sposoby są skuteczne w przypadku miarowej akcji serca (Tomasik i in., 1994, s. 19-20).



### **A jak wyliczyć częstość, gdy tętno jest niemiarowe?**

Otóż, równie prosto jak przy rytmie miarowym. Należy policzyć ilość zespołów QRS w ciągu 6 s i pomnożyć przez 10. Dla ułatwienia, 30 dużych kwadratów (15 cm) to odcinek odpowiadający 6 s.

W przypadku rytmu niemiarowego najlepiej wykonać 1 dłuższe odprowadzenie minimum 6 s właśnie w celu wyliczenia częstości akcji serca.

Np. liczba zespołów QRS w 30 kwadratach wynosi 9, częstość akcji serca  $9 \times 10 = 90$  (Houghton, Gray, 1999, 31-32).



*Rysunek 103. Rytm niemiarowy.*

Źródło: [www.eioba.pl/a/liwc/elektrokardiografia-w-ratownictwie](http://www.eioba.pl/a/liwc/elektrokardiografia-w-ratownictwie) (dostęp: 20.05.2017).

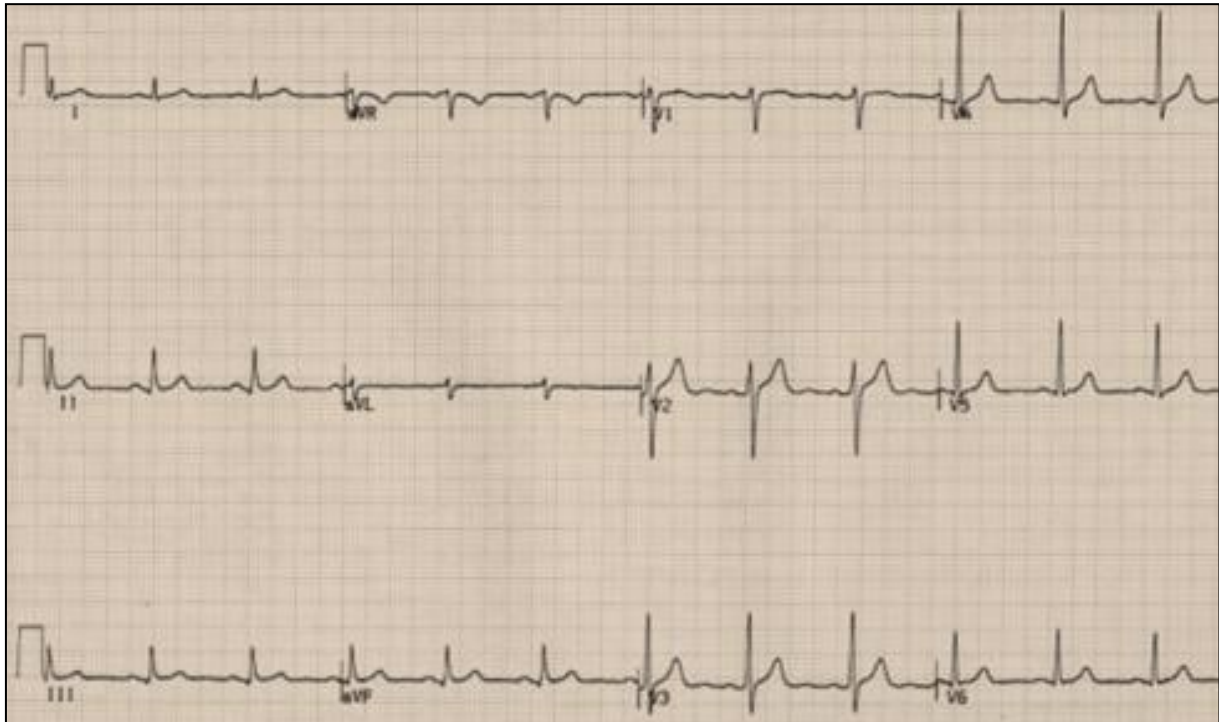
Na rysunku 103 widać 15 cm fragment zapisu EKG z rytmem niemiarowym (migotanie przedsionków), co odpowiada 6 s. Aby wyliczyć częstość akcji serca, liczymy ilość zespołów QRS i mnożymy przez 10. Na zapisanym odcinku znajduje się 10 zespołów, więc akcja serca wynosi 100 u/m.

### **Jak interpretować EKG**

Istnieje wiele schematów opisu EKG. Ważne jest, by zinterpretować zapis i nie przeoczyć ważnych zmian. W tym celu należy ocenić:

- rytm;
- częstość akcji serca;
- oś serca;
- morfologię załamków, odcinków, odstępów.

Należy pamiętać, że w jednym zapisie EKG może współistnieć wiele różnych zmian, np. zaburzenia rytmu i zmiany niedokrwienne.



Rysunek 104. Prawidłowy elektrokardiogram.

Źródło: [www.eioba.pl/a/iwc/elektrokardiografia-w-ratownictwie](http://www.eioba.pl/a/iwc/elektrokardiografia-w-ratownictwie) (dostęp: 20.05.2017).

Przyjrzyjmy się opisowi elektrokardiogramu na rysunku 104.

- rytm serca zatokowy (dodatnie załamki P w I, II, ujemne w aVR), miarowy;
- częstość akcji serca 75 u/m;
- oś – normogram (w I i III zespoły QRS dodatnie);
- odcinek ST przebiega w linii izoelektrycznej we wszystkich odprowadzeniach;
- odstęp PQ 0,16, odstęp QT 0,36;
- zespoły QRS wąskie 0,08;
- załamki P, T prawidłowe.

Zapis w granicach normy.

## **Bibliografia**

- Baranowski, R. (2004). Badanie EKG u pacjenta z wywiadem kołatań serca. *Kardiologia w praktyce*, 2, 23-26.
- Baranowski, R., Wojciechowski, D. (red.). (2012a). *Atlas EKG (t. 1)*. Gdańsk: Wydawnictwo Medyczne Via Medica.
- Baranowski, R., Wojciechowski, D. (red.). (2012b). *Atlas EKG (t. 2)*. Gdańsk: Wydawnictwo Medyczne Via Medica.
- Baranowski, R., Wojciechowski, D. (red.). (2013). *Kardiologia Polska – Zalecenia dotyczące stosowania rozpoznań elektrokardiograficznych – wersja skrócona*. Gdańsk: Wydawnictwo Medyczne Via Medica.
- Budaj, A. (red.). (2012). Choroby układu krążenia. W: P. Gajewski (red.), *Interna Szczeklika* (s. 5-556). Kraków: Wydawnictwo Medycyna Praktyczna.
- Chmielewski, M., Janiszewski, M., Wrzosek, K., Mamcarz, A. (2010). *Ostre zespoły wieńcowe*. Warszawa: Medical Education.
- Dąbrowska, B. (2013). *Repetitorium z elektrokardiografii. Co powinniśmy wiedzieć o rytmie zatokowym?*  
Pobrane z: <http://kardiologia.mp.pl/publikacje/problemy-kardiologiczne/87505,repetytorium-z-elektrokardiografii-co-powinnismy-wiedziec-o-rytmie-zatokowym>.
- Dąbrowska, B., Dąbrowski, A. (2007). *Podręcznik elektrokardiografii*. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
- Dubin, D. (2008). *Interpretacja EKG*. Tłum. D. Jakubowski, T. Mandecki, K. Mizia-Stec, A. Szulc. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
- Gajewski, P. (red.). (2012). *Interna Szczeklika*. Kraków: Wydawnictwo Medycyna Praktyczna.
- Gray, H.H., Dawkins, K.D., Morgan, J.M., Simpson, I.A. (2003). *Kardiologia*. Tłum. A. Grzybowski, J. Kludel, A. Pazdyga, A. Pecka, G. Piwko. Gdańsk: Wydawnictwo Medyczne Via Medica.
- Hampton, J.R. (2009). *EKG. To proste*. Tłum. K. Nowak. Wrocław: Elsevier Urban & Partner.
- Houghton, A.R., Gray, D. (1999). *EKG jasno i zrozumiale*. Tłum. M. Jakubowska-Najnigier, K. Tymińska-Sędek. Bielsko Biała: α-medica press.
- Kaszuba, D., Nowicka, A. (red.). (2011). *Pielęgniarstwo kardiologiczne*. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
- Kozłowski D. (2010). *Różnicowanie częstoskurczów (cz. II)*. Warszawa: Wydawnictwo Akademia Medycyny.
- Kozłowski, D. (2011). *Zaburzenia przewodzenia w elektrokardiografii*. Warszawa: Wydawnictwo Akademia Medycyny.
- Kozłowski, D. (2012a). *Stać stymulacja serca w elektrokardiografii*. Warszawa: Wydawnictwo Akademia Medycyny.
- Kozłowski, D. (2012b). Zaburzenia przewodzenia śródkomorowego – bloki odnóg pęczka Hisa. *Geriatrics*, 6, 56-62.
- Kózka, M., Płaszewska-Żywko, L. (red.). (2009). *Procedury pielęgniarские*. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
- Morris, F., Brady, W. J., Camm, J. (red.). (2009). *ABC elektrokardiografii klinicznej*. Tłum. M. Rosiak, Z. Szafraniec. Wrocław: Górnicki Wydawnictwo Medyczne.
- Morrow Cavanaugh, B. (2006). *Badania laboratoryjne i obrazowe dla pielęgniarek*. Tłum. W. Rowiński. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
- Reczek, A. (2009). Wykonanie badania elektrokardiograficznego. W: M. Kózka, L. Płaszewska-Żywko (red.), *Procedury pielęgniarские* (s. 481-489). Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
- Rozporządzenie ministra zdrowia z dnia 29 grudnia 2006 r. w sprawie szczegółowego zakresu medycznych czynności ratunkowych, które mogą być podejmowane przez ratownika medycznego (Dz.U. z 2007 r., Nr 4, poz. 33 z późn. zm.).

- Rozporządzenie ministra zdrowia z dnia 7 listopada 2007 r. w sprawie rodzaju i zakresu świadczeń zapobiegawczych, diagnostycznych, leczniczych i rehabilitacyjnych udzielanych przez pielęgniarkę albo położną samodzielnie bez zlecenia lekarskiego (Dz.U. z 2007 r., Nr 210, poz. 1540).
- Szczeklik, A., Gajewski, P. (red.). (2009). *Choroby wewnętrzne – kompendium*. Kraków: Wydawnictwo Medycyna Praktyczna.
- Ślusarska, B., Zarzycka, D., Zahradniczek, K. (red.). (2004). *Podstawy pielęgniarstwa*. Lublin: Wydawnictwo Czelej.
- Tendera, M., Sosnowski M. (2005). Podstawy rozpoznawania chorób serca. W: T. Mandecki (red.), *Kardiologia* (s. 19-80). Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
- Tomasik, T., Windak, A., Skalska, A., Kulczycka, J., Kocemba, J. (1994). *Elektrokardiografia dla lekarza praktyka*. Kraków: Uniwersyteckie Wydawnictwo Medyczne „Vesalius”.
- Thygesen, K. i in. (2012). Third universal definition of myocardial infarction. *Eur Heart J*, 33(20), 2551-2567.
- Wagner, G.S. (1999). *Elektrokardiografia praktyczna*. Wrocław: Edra Urban & Partner.
- Walczak, F., Baranowski, R. (red.). (2003). *Podstawy EKG u pacjenta ze stymulatorem serca*. Gdańsk. Wydawnictwo Medyczne Via Medica.
- Wellens, H.J.J., Conover, M. (2009). *EKG w stanach nagłych*. Tłum. A. Wojdyła. Wrocław: Elsevier Urban & Partner.
- Woźniak, J., Wysokiński, M., Kamińska, M. (2004). Pomiar, testy i badania diagnostyczne wykonywane przez pielęgniarkę. W: B. Ślusarska, D. Zarzycka, K. Zahradniczek (red.), *Podstawy pielęgniarstwa* (t. II, s. 589-632). Lublin: Wydawnictwo Czelej.

- <http://chorobawienkowa.mp.pl/badania/62338,elektrokardiogram-ekg>.
- <http://docplayer.pl/11199686-Zaburzenia-rytmu-serca-monika-panek-rosak.html>.
- <http://docplayer.pl/11199942-Elektrokardiografia-podstawy-i-interpretacja.html>.
- <http://docplayer.pl/36163560-Ciekawostki-i-postepowaniew-wybranych-stanach-zagrozenia-zycia.html>.
- <http://docplayer.pl/965086-Ostry-zespol-wienkowy-i-zawal-serca-wczoraj-i-dzis-maciej-lesiak-i-klinika-kardiologii-uniwersytet-medyczny-w-poznaniu.html>.
- <http://docplayer.pl/9728858-Ii-katedra-kardiologii-cm-umk.html>.
- <http://doctorlib.info/cardiology/electrocardiography/8.html>.
- <http://echo.mp.pl/chorobawienkowa/scianaboczna/73792,ekg-zawal-sciany-bocznej>.
- <http://hqmeded-ecg.blogspot.com/2013/02/acute-pulmonary-edema-respiratory.html>.
- <http://kardiologia.mp.pl/ekg/podstawy/95543,prosty-sposob-na-wyliczenie-osi-elektrycznej-serca/>.
- <http://medyczni.org/anatomia/>.
- <http://medyczni.org/fizjologia/ekg-serca/>.
- <http://nagle.mp.pl/interna/111111,wielokształtny-czestoskurcz-komorowy-typu-torsade-de-pointes>.
- <http://pielanest.blogspot.com/2013/12/monitoring-funkcji-zyciowych-u-dzieci.html>.
- <http://promontmed.pl/kardiologia/ekg-spozynkowe>.
- <http://slideplayer.pl/slide/2939899/>.
- <http://slideplayer.pl/slide/410083/>.
- <http://slideplayer.pl/slide/56809/>.
- <http://supernowosci24.pl/nie-zawsze-serce-jest-przyczyna-bolu-2/>.
- <http://torreyekg.com/>.
- <http://choroby-ukladu-krazenia.mp.pl/badania/155691,defibrylacja>.
- [https://en.ecgpedia.org/wiki/Myocardial\\_Infarction](https://en.ecgpedia.org/wiki/Myocardial_Infarction).
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Electrocardiography>.
- <https://iheartecg.wordpress.com/2013/02/26/atrial-hypertrophy/>.
- <https://kardiologiaratunkowa.jimdo.com/ostre-zespoły-wieńcowe/>.
- [https://pl.123rf.com/photo\\_45065529\\_Ślad-prawidłowym-ekg-serca-w-porównaniu-do-nietypowych-śladów---uniesienie-odcinka-st,-obniżenie-odc.html](https://pl.123rf.com/photo_45065529_Ślad-prawidłowym-ekg-serca-w-porównaniu-do-nietypowych-śladów---uniesienie-odcinka-st,-obniżenie-odc.html).

[https://pl.depositphotos.com/stock-photos/ostry-zawał-mięśnia\\_sercowego.html](https://pl.depositphotos.com/stock-photos/ostry-zawał-mięśnia_sercowego.html).  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Blok\\_lewej\\_odnogi\\_pęczka\\_Hisa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Blok_lewej_odnogi_pęczka_Hisa).  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Blok\\_prawej\\_odnogi\\_pęczka\\_Hisa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Blok_prawej_odnogi_pęczka_Hisa).  
<https://pl.wikipedia.org/wiki/Elektrokardiografia>.  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Migotanie\\_przedsionków](https://pl.wikipedia.org/wiki/Migotanie_przedsionków).  
<https://sholehshare.blogspot.com/2014/10/cara-cepat-membacaelektrokardiogram-ekg.html>.  
<https://zobaczzrozum.wordpress.com/2013/09/10/>.  
[www.ambulancetechnicianstudy.co.uk/ecgbasics.html](http://www.ambulancetechnicianstudy.co.uk/ecgbasics.html).  
[www.eioba.pl/a/1iwc/elektrokardiografia-w-ratownictwie](http://www.eioba.pl/a/1iwc/elektrokardiografia-w-ratownictwie).  
[www.elmedico.pl/Aparat-EKG-clinks-pol-36.html](http://www.elmedico.pl/Aparat-EKG-clinks-pol-36.html).  
[www.ems12lead.com/2009/06/19/right-bundle-branch-block-part-i/](http://www.ems12lead.com/2009/06/19/right-bundle-branch-block-part-i/).  
[www.ems12lead.com/2016/01/05/12-rhythms-of-christmas-2-1-avb/](http://www.ems12lead.com/2016/01/05/12-rhythms-of-christmas-2-1-avb/).  
[www.epicmed.pl/ekg-spiro-akcesoria](http://www.epicmed.pl/ekg-spiro-akcesoria).  
[www.forumzdrowia.pl/artykul/elementy-prawidlowej-krzywej-ekg;5728767.html](http://www.forumzdrowia.pl/artykul/elementy-prawidlowej-krzywej-ekg;5728767.html).  
[www.kkcmkp.pl/zab/stk/eses.htm](http://www.kkcmkp.pl/zab/stk/eses.htm).  
[www.mp.pl/ekg/kurs-ekg/100643,rejestracja-elektrokardiogramu](http://www.mp.pl/ekg/kurs-ekg/100643,rejestracja-elektrokardiogramu).  
[www.mp.pl/ekg/pediatrica/83097,bloki-przedsionkowo-komorowe-i-zatokowo-przedsionkowe](http://www.mp.pl/ekg/pediatrica/83097,bloki-przedsionkowo-komorowe-i-zatokowo-przedsionkowe).  
[www.mp.pl/interna/chapter/B16.V.25.1.1](http://www.mp.pl/interna/chapter/B16.V.25.1.1).  
[www.pinterest.se/salmanahmedemam/ecg-easy/](http://www.pinterest.se/salmanahmedemam/ecg-easy/).  
[www.prc.krakow.pl](http://www.prc.krakow.pl).  
[www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031393913001145](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031393913001145).  
[www.slideshare.net/AleksandraPlacek/podstawy-oceny-ekg](http://www.slideshare.net/AleksandraPlacek/podstawy-oceny-ekg).  
[www.slideshare.net/FaishalBlitar/genap-ii-elektrokardiografi](http://www.slideshare.net/FaishalBlitar/genap-ii-elektrokardiografi).  
[www.slideshare.net/smcmedicinedept/ecg-rbbb-with-lafb](http://www.slideshare.net/smcmedicinedept/ecg-rbbb-with-lafb).  
[www.wada-serca.pl/rodzice/wady-serca/uklad-przewodzacy-serca](http://www.wada-serca.pl/rodzice/wady-serca/uklad-przewodzacy-serca).  
[www.wikilectures.eu/index.php/Electrocardiography](http://www.wikilectures.eu/index.php/Electrocardiography).  
[www.wikiwand.com/id/Elektrokardiogram](http://www.wikiwand.com/id/Elektrokardiogram).