

Elektrokardiografia w schematach (część 2) – zaburzenia przewodzenia i podstawy elektrostymulacji

Electrocardiography in scheme (part 2) – conduction disturbances and pacemakers

Dariusz Kozłowski, Krzysztof Łucki

Klinika Kardiologii i Elektroterapii Serca, II Katedra Kardiologii, Gdański Uniwersytet Medyczny

W kolejnym odcinku „bryku z EKG” przedstawiamy Państwu podstawy zaburzeń przewodzenia oraz analizy elektrostymulacji. Tak jak poprzednio, z uwagi na ograniczone ramy tego artykułu nie będzie tu „prawdziwych” krzywych EKG i ich interpretacji, ale jedynie schematy ułatwiające zrozumienie i zapamiętanie. W poprzedniej części (Geriatra 2009; 3: 112-118) przedstawiliśmy pod-

stawowe zasady elektrokardiograficzne oraz opisaliśmy załamki i odstępy. Następnie daliśmy podstawy do rozpoznawania poszczególnych rodzajów rytmu (zatokowy, przedsionkowy, łączowy, z preekscytacją i komorowy) oraz określiliśmy zasady oceny osi elektrycznej serca (koło Cabrery, trójkąt Einthovena). Obecnie omówimy zaburzenia przewodzenia.

ZABURZENIA CZYNNOŚCI WĘZŁA ZATOKOWEGO

NIEMIAROWOŚĆ ZATOKOWA:

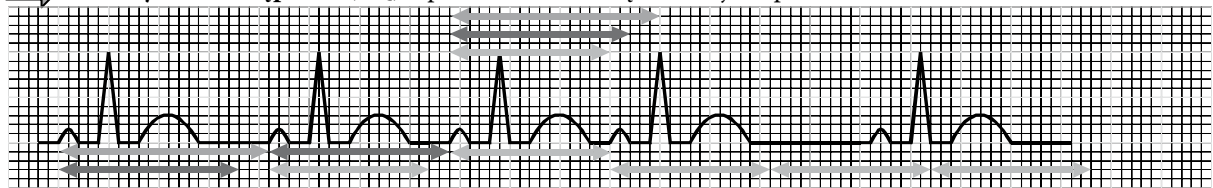
- różnica pomiędzy kolejnymi odstępami PP > 160 ms,
- niemiarowość oddechowa wzrost akcji serca na wdechu spadek na wydechu,
- niemiarowość nieoddechowa - brak związku akcji serca z fazą oddechową.

Przyczyną wydłużenia odstępu pomiędzy zatokowymi załawkami P powyżej > 150% czasu trwania poprzedzającego cyklu PP może być:

BLOK ZATOKOWO-PRZEDSIONKOWY (S-A) II°

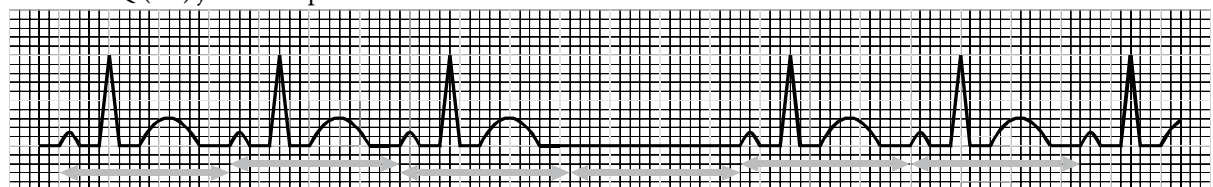
1. BLOK S-A II° MOBITZ I - periodyka Wenckebacha

- wydłużony odstęp P-P poprzedzony stopniowym skracaniem się kolejnych odstępów P-P,
- długość wydłużonego odstępu P-P jest mniejsza od 2x długości poprzedzającego go odstępu P-P,
- Stały czas odstępu PR (PQ) – przewodzenie w węźle A-V jest sprawne.



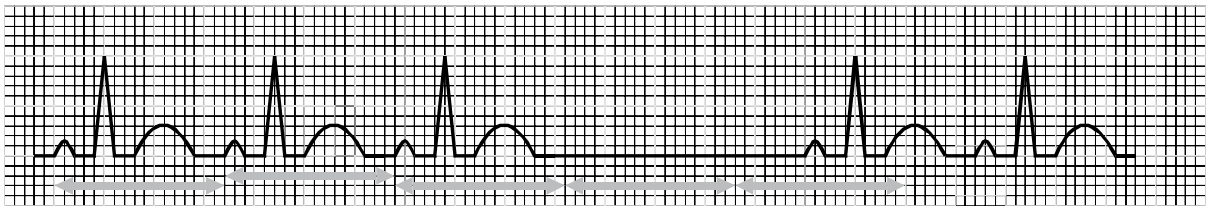
2. BLOK S-A II° MOBITZ II

- długość wydłużonego odstępu P-P jest równa wielokrotności odstępu P-P poprzedzającego go,
- wydłużony odstęp P-P może być krótszy od wielokrotności o maksymalnie 0,1 s,
- PQ (PR) jest stałe i prawidłowe.



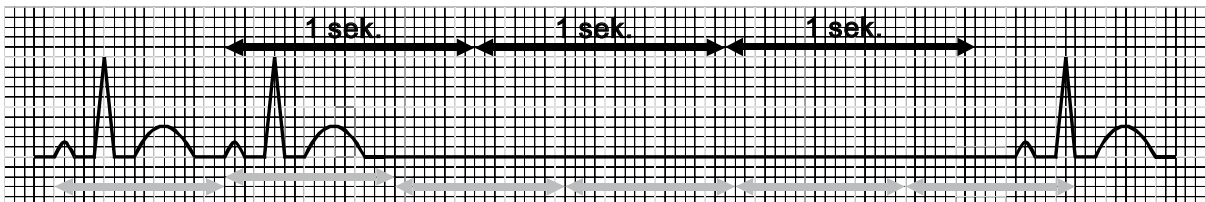
ZAHAMOWANIE ZATOKOWE

Wydłużenie odstępu pomiędzy zatokowymi załamkami P o więcej niż 150-200% w stosunku do poprzedzającego cyklu P-P niespełniające kryteriów bloku zatokowo-predsionkowego (S-A) II°.



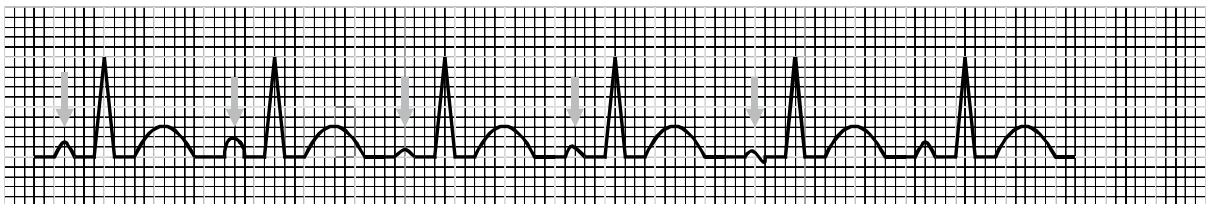
PAUZA

Odstęp pomiędzy P-P jest dłuższy niż 2 s (warunkiem do implantacji stymulatora są 3 s w dzień i 4 s w nocy) i nie ma zastępczych pobudeń węzłowych, ani komorowych.



WĘDROWANIE ROZRUSZNIKA

Rozpoznamy je, gdy obecne są przynajmniej **3 różne** morfologie załamka.

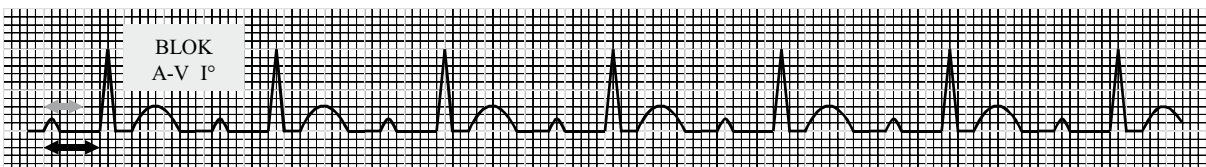


ZABURZENIA CZYNNOŚCI WĘZŁA PRZEDSIONKOWO-KOMOROWEGO (A-V)

BLOK PRZEDSIONKOWO-KOMOROWY (A-V)

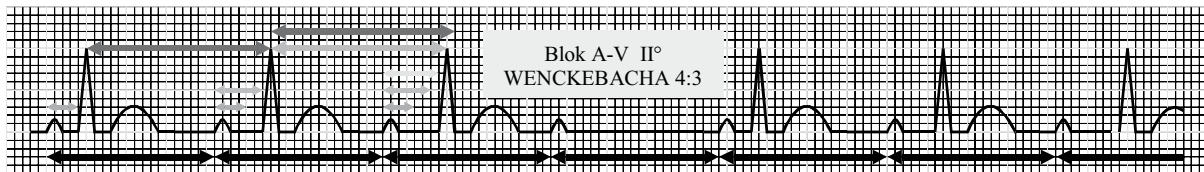
1. Blok A-V I°

Odstęp PR (PQ) **jest dłuższy niż 200 ms** (ta granica dotyczy ludzi dorosłych) u dzieci i młodzieży ten czas jest **krótszy!** – patrz akapit pt. „odstęp PQ”.

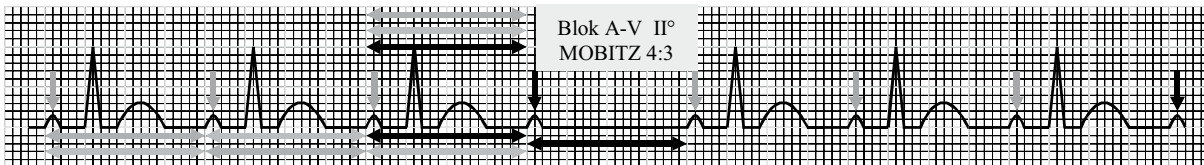


2. Blok A-V II°

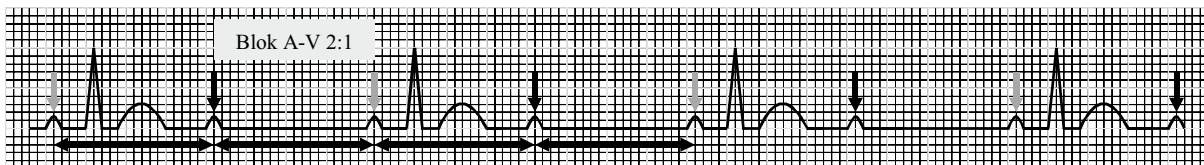
Typ I MOBITZ I o **perodyce Wenckebacha** - stopniowe wydłużenie PR (PQ) kosztem odstępu RR (skręcanie RR), aż do wypadnięcia zespołu QRS.



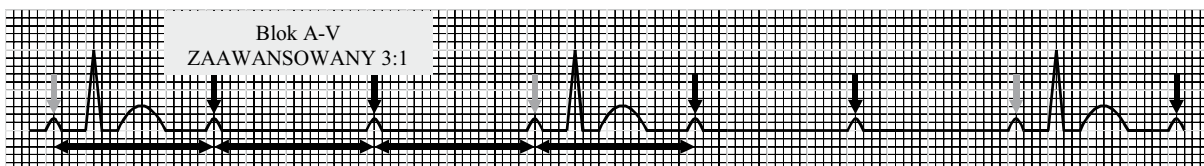
Typ II MOBITZ II - odstęp PR (PQ) jest stały, a co pewien czas po załamku P nie pojawia się zespół QRS.



Blok A-V II° 2:1. Przewodzone do komór jest co drugie pobudzenie. Przy tym typie przewodzenia nie możemy stwierdzić, jaki to jest typ bloku i wobec tego ten wariant został ujęty osobno.



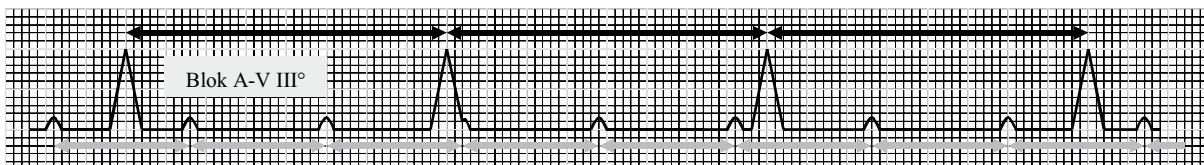
Blok II° zaawansowany to blok Mobitz II przewodzony rzadziej niż 1:2, tzn. 1:3, 1:4, 1:5 itd.



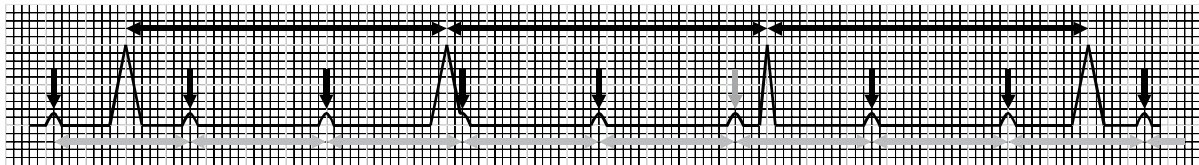
➡ **UWAGA!** Należy tutaj wspomnieć o pewnej niemiarowości w pojawianiu się załamków P występujących pomiędzy przewodzonymi zespołami QRS i dłuższymi odstępami P-P w przypadku braku pomiędzy nimi zespołu QRS. A niemiarowość może sięgać nawet 40 ms i nosi ona nazwę objawu Erlangera-Blackmana.

3. Blok A-V III°

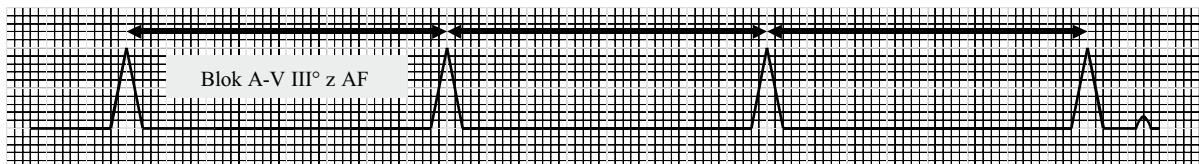
Całkowite przerwanie przewodnictwa przedsionkowo-komorowego (A-V). Rozpoznajemy je, gdy częstość przedsionków jest **szybsza** od częstości zespołów QRS i brak jakiegokolwiek związku pomiędzy nimi.



➡ **UWAGA!!!** Znalezienie **choć jednego** przewodzonego pobudzenia wyklucza blok całkowity, a mówimy wtedy o bloku zaawansowanym.

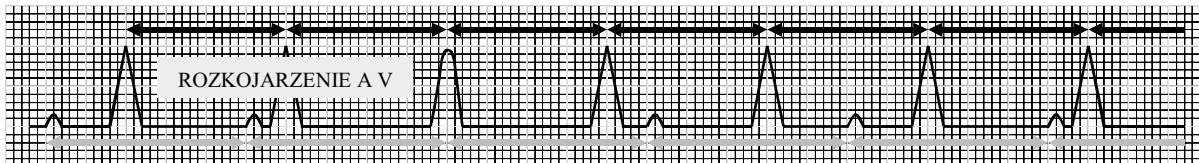


W migotaniu przedsionków blok całkowity rozpoznajemy, gdy rytm zespołów QRS jest miarowy. Nieobecne są załamki P, należy wówczas podać rodzaj rytmu zastępczego.



4. ROZKOJARZENIE PRZEDSIONKOWO-KOMOROWE

Rozkojarzenie przedsionkowo-komorowe rozpoznajemy, jeżeli częstość pobudzeń przedsionkowych jest mniejsza niż ilość pobudzeń komorowych i nie ma między nimi żadnej zależności. Szczególną postacią rozkojarzenia jest rozkojarzenie izorytmiczne, gdy częstości komór i przedsionków są bardzo zbliżone do siebie lub jednakowe, ale nie ma między nimi przewodzenia.

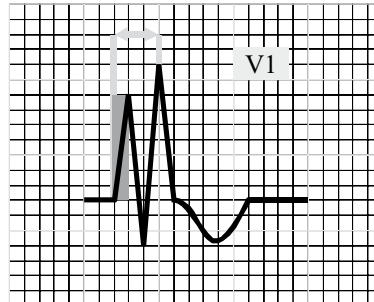
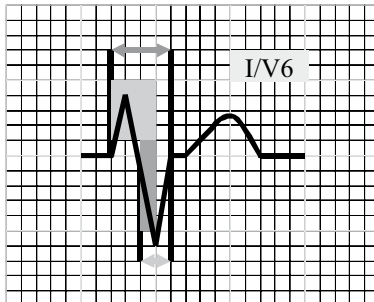
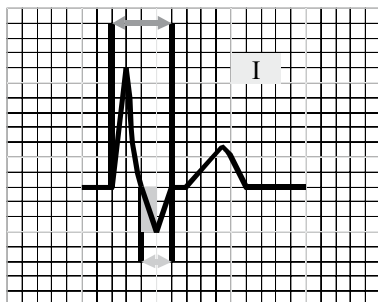


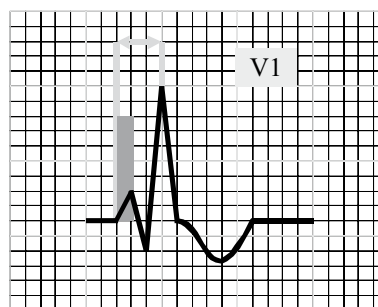
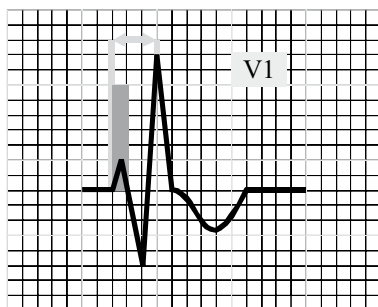
BLOKI ODNÓG I WIĄZEK

BLOK PRAWEJ ODNOCI PĘCZKA HISA (RBBB)

1. Kryteria podstawowe:

- $QRS \geq 120$ ms,
- załamek S > 40 ms lub $S > R$ w **I** i **V6**,
- RsR' lub rSR' lub rsR' w **V1** i/lub **V2**,
- opóźnienie zwrotu ujemnego ≥ 50 ms w **V1**,
- przeciwstawne ST-T w stosunku do głównego wychylenia QRS w **V1**.



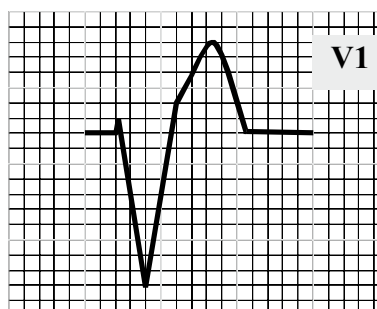
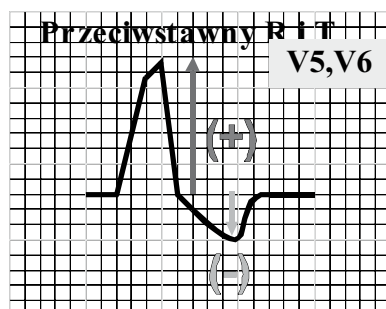
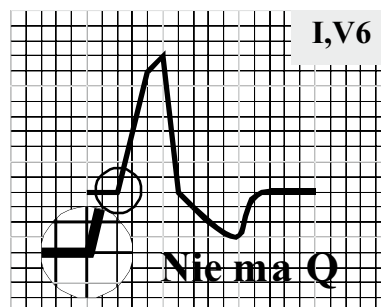
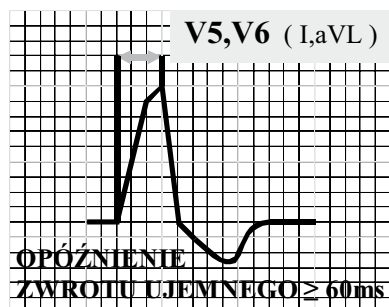
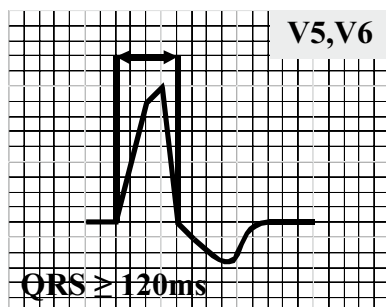


Niepełny RBBB rozpoznajemy, gdy QRS jest pomiędzy 100 ms a 120 ms, i jest opóźnienie zwrotu ujemnego V1, V2 o 35 ms i pozostałe powyższe kryteria RBBB.

BŁOK LEWEJ ODNOGI PĘCZKA HISA (LBBB)

1. Kryteria podstawowe:

- QRS ≥ 120 ms
- Opóźnienie zwrotu ujemnego w **V5 i V6** ewentualnie w **I i/lub aVL** wynosi **co najmniej** ≥ 60 ms.
- Nie ma Q w I i V6
- Szeroki zazębiony 0R w V5, V6, aVL
- Przeciwny ST-T w stosunku do R w V5, V6

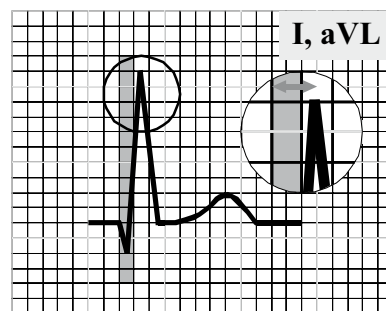
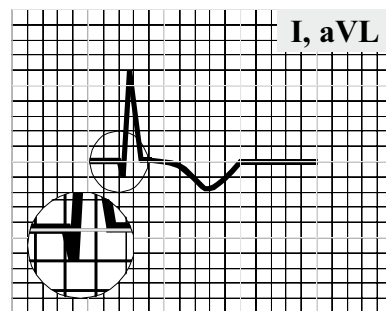
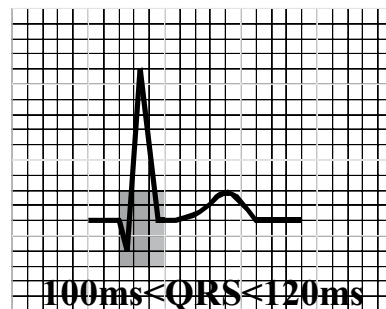
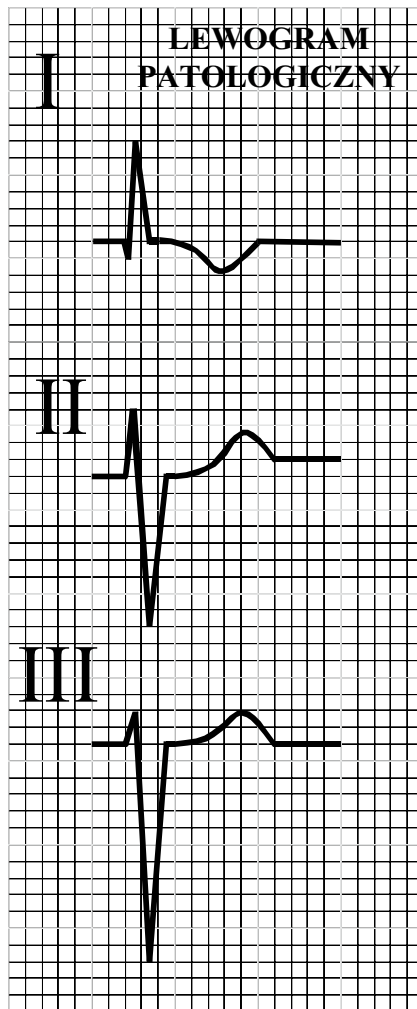


Niepełny LBBB rozpoznajemy, gdy QRS jest pomiędzy 100ms a 120ms, i opóźniony zwrot ujemny o 50ms w V5

BLOK PRZEDNIEJ WIĄZKI LEWEJ ODNOGI (LAH)**1. Kryteria podstawowe:**

- lewogram patologiczny,
- QRS pomiędzy 100 ms a 120 ms,
- jakiekolwiek Q w I i/lub, aVL (bo lewogram!!!!)*, ←
- opóźnienie zwrotu ujemnego w aVL o ≥ 45 ms.

* Może być tu Q uznane za prawidłowe do 1/4 wysokości R, ale oś serca musi być między 60° - 90° , czyli normogram.



Na przykładzie zaprezentowanego tutaj schematu krzywej EKG można sobie graficznie policzyć na układzie współrzędnych z trójkąta Einthovena kąt osi serca, który w tym wypadku wynosi $\sim 57^\circ$.

➡ Bloku wiązki nie rozpoznajemy, pomimo spełnienia powyższych kryteriów w przypadku:

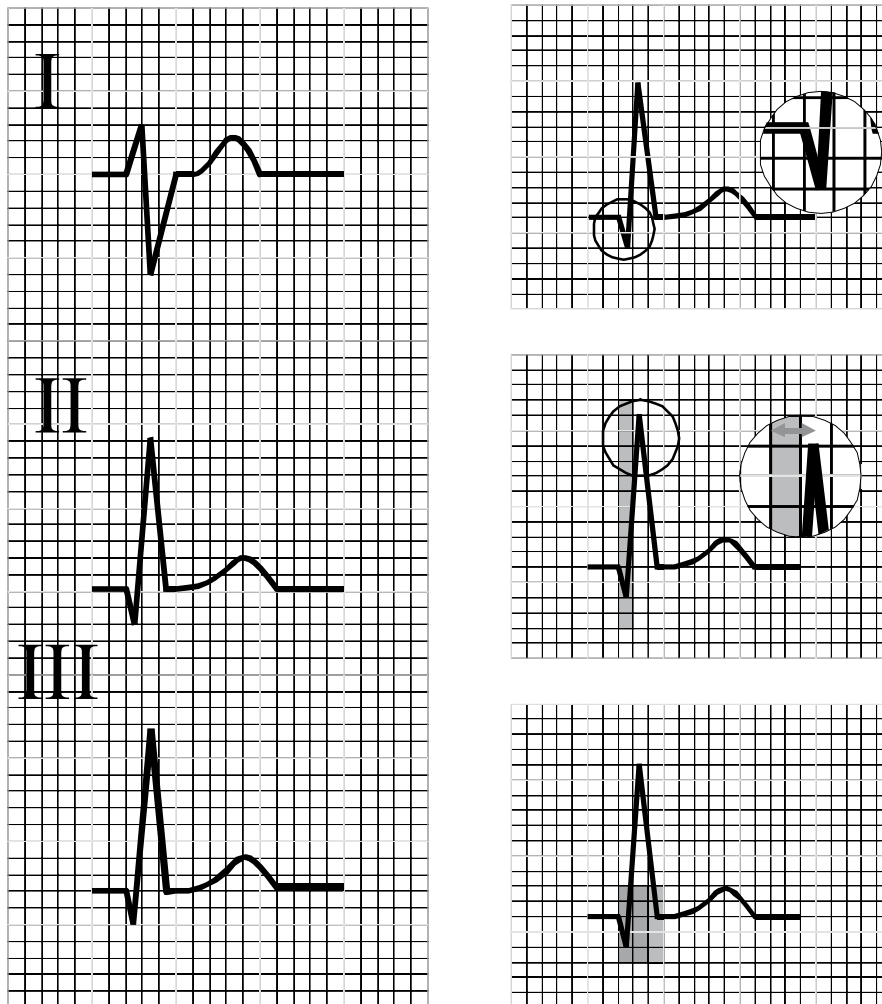
- poszerzenia QRS > 120 ms pod nieobecność bloku prawej odnogi,
- zawału ściany dolnej z obecnością załameków Q.

BLOK TYLNEJ WIĄZKI LEWEJ ODNOGI (LPH)

1. kryteria podstawowe:

- prawogram ($+90^\circ - +120^\circ$),
- jakiegokolwiek Q w II, III, aVF (**bo** prawogram!!!)*, ←
- opóźnienie zwrotu ujemnego w aVF $\geq 45\text{ms}$.

* Q może być uznane za prawidłowe do 1/4 wysokości R w III, ale oś serca musi być między $+30^\circ - 0^\circ$, czyli normogram.



Bloku wiązki nie rozpoznajemy pomimo spełnienia powyższych kryteriów w przypadku:

-
- poszerzenia QRS powyżej 120 ms pod nieobecność bloku prawej odnogi,
 - zawał ściany bocznej z obecnością załamków Q.

NIESPECYFICZNE ZABURZENIA PRZEWODNICTWA (IVCD)

- poszerzenie QRS powyżej $\geq 120\text{ ms}$,
- niespełnione kryteria RBBB i LBBB,
- brak cech przerostu mięśnia komór,
- brak cech preekscytacji.

STYMULACJA SERCA, TYPY STYMULACJI I ZASADY OPISYWANIA KRZYWEJ EKG

Krzywą z zapisem pracy stymulatora opisujemy według podobnego schematu jak standardową krzywą EKG bez stymulatora i dodatkowo musimy jeszcze uwzględnić poprawność i tryb pracy stymulatora. W punktach będzie to wyglądało następująco:

- RYTM
- OŚ SERCA
- RODZAJ STYMULACJI
- SKUTECZNOŚĆ STYMULACJI
- PRAWIDŁOWE/NIEPRAWIDŁOWE STEROWANIE (CZUŁOŚĆ)
- BLOKI (oczywiście nie obraz wynikający z implantacji stymulatora i zmienionego przez niego kierunku depolaryzacji jam serca tylko pozostałe zaburzenia przewodnictwa).
- PRZEROSTY JAM SERCA
- ZAWAŁ (ŚWIEŻY / PRZEBYTY)
- NIEDOKRWIENIE

➡ Należy w tym miejscu zwrócić szczególną uwagę na występujące zjawisko pamięci elektrycznej, które nakazuje nam z większą rezerwą podchodzić do zmian ST-T w pobudzeniach kardiopatycznych, występujących po pobudzeniach wystymulowanych (**praktycznie, jeżeli wiemy, że pacjent ma wszczepiony stymulator ze stymulacją komorową, nie możemy interpretować zmian ST-T nawet jeśli w zapisie EKG nie ma pobudzeń wystymulowanych**) – dotyczy to oczywiście przypadków stymulacji komory.

➡ Sprawą bardzo istotną i wymagającą szczególnej uwagi jest stymulacja prawej komory i powstający wówczas w zapisie EKG obraz LBBB, który **TRZEBA** zinterpretować pod kątem zawału świeżego lub przebytego według kryteriów przyjętych dla LBBB.

➡ **NIE WOLNO** zadowolić się opisem w stylu „stymulacja w trybie VVI, VVO DDD, VAT” itp.

Na początku omówimy sobie rodzaje stymulatorów, tryby pracy i typy kodów pracy stymulatora.

Kod stymulatorów składa się z liter, które oznaczają poszczególne jamy serca i sposób reakcji stymulatora na wykryty impuls.

A – PRZEDSIONEK

V – KOMORA

D – DUAL – OBIE JAMY SERCA (A+V)

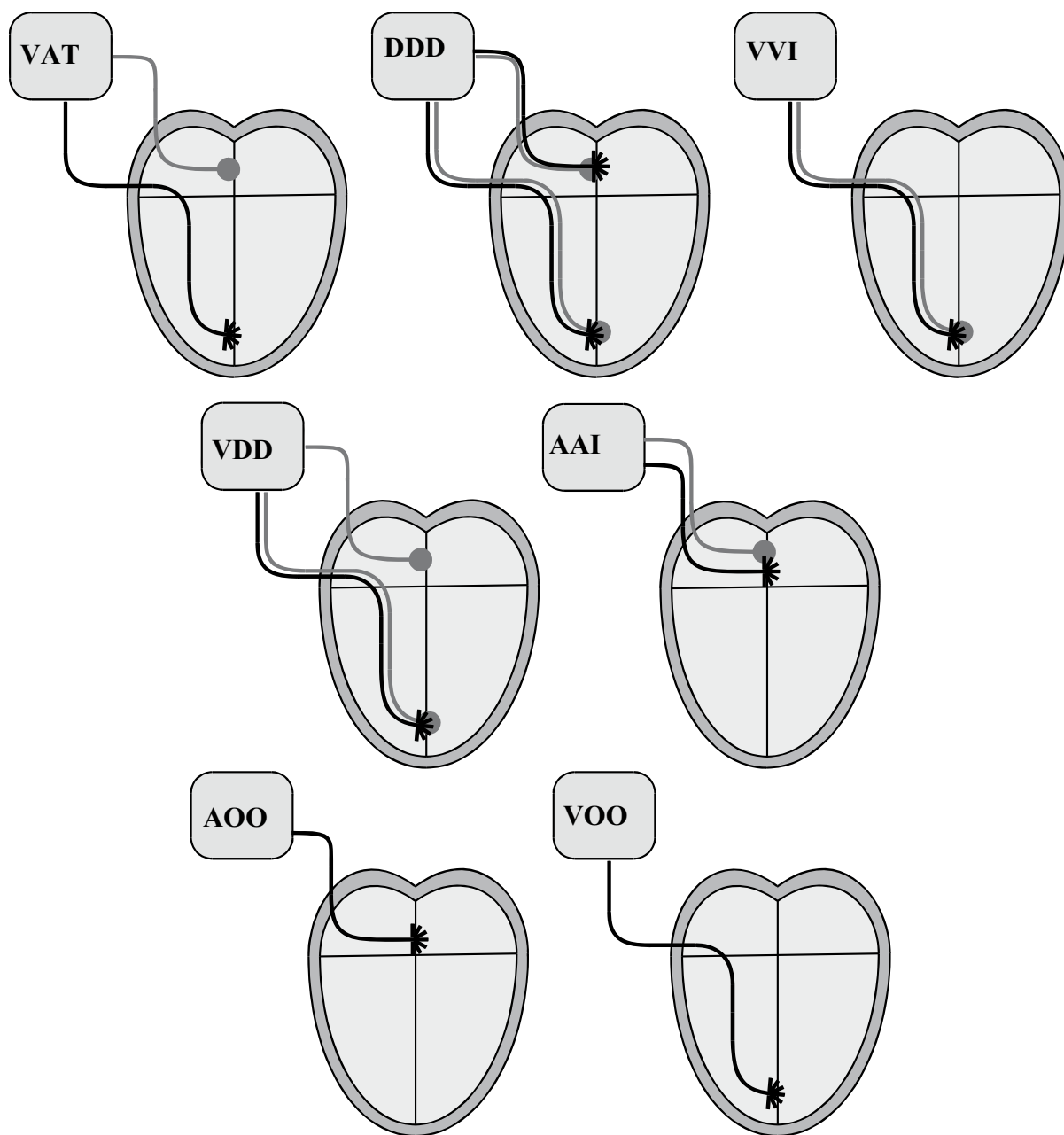
I – INHIBICJA (hamowanie) } D

T – TRIGGERED (wyzwalanie)

O – BRAK FUNKCJI

Kombinacja tych liter składa się na kod stymulatora, który ułożony w odpowiedniej kolejności informuje o rodzaju i funkcjach stymulatora.

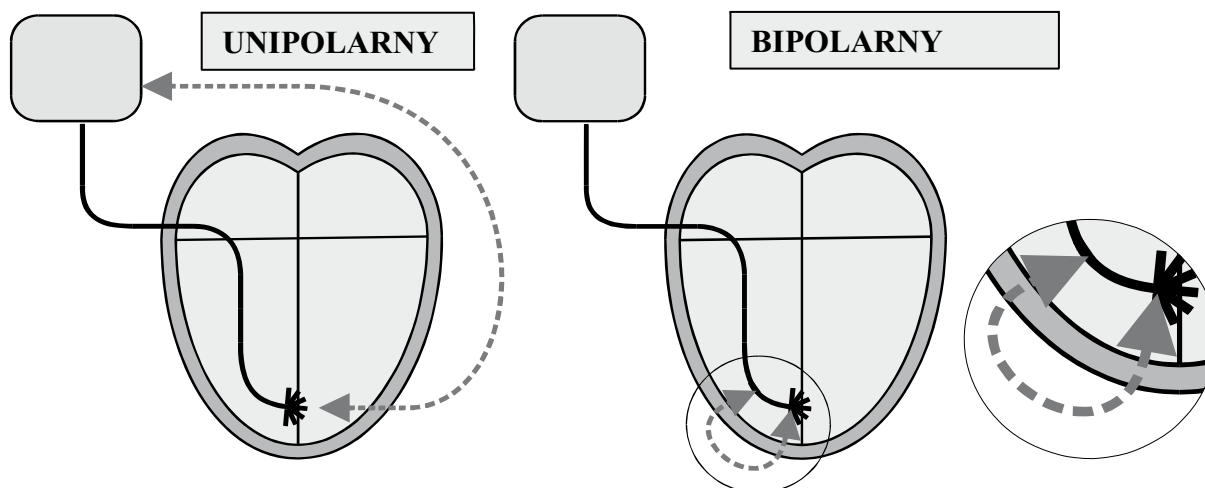
JAMA STYMULOWANA 	JAMA OBSERWOWANA 	RODZAJ REAKCJI STYMULATORA	INNE FUNKCJE PROGRAMOWALNE	KOD STYMULATORA
A	O	O	P - programowanie (częstość i/lub amplituda) M - programowanie wielu funkcji C - komunikacja O - brak funkcji R - „chronotropizm”	AOO
A	A	I		AAI
V	O	O		VOO
V	V	I		VVI
V	A	T		VAT
V	D	D		VDD
D	D	I		DD
D	D	D		DDD



Opisując krzywą EKG nie zawsze możemy jednoznacznie określić rodzaj wszczepionego stymulatora, a **jedynie tryb**, w jakim on właśnie pracuje, np.: wszczepiony stymulator DDD może pracować w trybie AAI, VAT, VVI oraz DDD, w zależności od aktualnego zapotrzebowania na dany rodzaj stymulacji. Możemy także ocenić czy stymulator pobudza serce w trybie unipolarnym (jedno- lub dwubiegunowo). W opisie

krzywej nie musi to być ujęte, ale dobrze jest pamiętać, że występuje też stymulacja bipolarna. W praktyce ma to takie znaczenie, że trudniej zobaczyć „piki” stymulatora, bo są mniejsze i bardziej dyskretne. Z tego powodu zazwyczaj pierwotnie programuje się stymulatory jako unipolarne (w części stymulującej), a w razie złej tolerancji przeprogramowuje się stymulator i/lub wymienia się elektrodę na dwubiegunową.

Zasadę stymulacji jedno- i dwubiegunowej można zobaczyć na rysunku poniżej.



Opisując „zwykłą” krzywą EKG przy obecności stymulatora musimy użyć odpowiedniego algorytmu, a mianowicie należy podać:

1. **TRYB STYMULACJI** (AAI, DDD, VVI, itd.)
2. **SKUTECZNOŚĆ/NIESKUTECZNOŚĆ STYMULACJI**
3. **STEROWANIE** (CZUŁOŚĆ STEROWANIA) (w miarę możliwości)
 - **OVERSENSING** - Zbyt wysoka czułość – stymulator interpretuje zakłócenia jako impulsy kardiotropowe i nie wyzwała impulsu stymulującego.
 - **UNDERSENSING** - Zbyt niska czułość – stymulator nie wykrywa prawidłowych impulsów kardiotropowych i wyzwała zbędne impulsy.

Skuteczną stymulację można rozpoznać po tym, że praktycznie bezpośrednio po „piku” stymulatora występuje załamek wystymulowanej jamy serca (w praktyce jest to opóźnienie kilku lub kilkunastu milisekund jest niemożliwe do zaobserwowania w standardowym EKG). Wyjątek stanowią chorzy ze znacznym uszkodzeniem serca, z przerostem i towarzyszącym zwłóknieniem, u których odstęp ten może ulec wydłużeniu do kilkudziesięciu milisekund, jednak pozostaje on stały dla danego pacjenta. Zmiana odstępu pomiędzy pikiem stymulatora, a odpowiedzią stymulowanej jamy z „uderzenia na uderzenie” z wysokim prawdopodobieństwem wskazuje na nieskuteczną stymulację.

Jednoznacznym objawem nieskutecznej stymulacji jest brak odpowiedzi stymulowanej jamy po impulsie

stymulatora. Dlatego należy prześledzić **wszystkie** pobudzenia, a wykrycie chociażby jednego nieprzewiedzonego impulsu stymulatora uprawnia nas do rozpoznania nieskutecznej stymulacji.

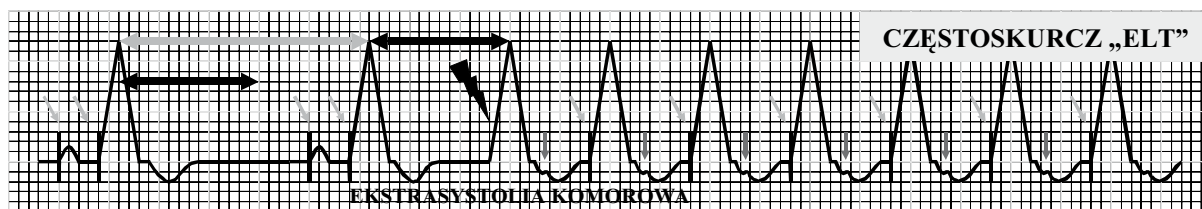
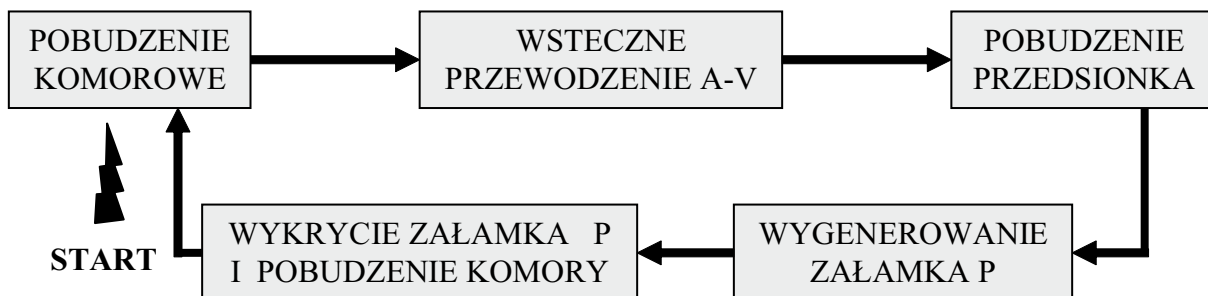
SAFETY PACING

Jest to zabezpieczenie chorego z zaimplantowanym stymulatorem dwujamowym przed następstwami sytuacji, w której po prawidłowo wystymulowanym pobudzeniu przedsionkowym pojawia się własne kardiotopowe przedwczesne pobudzenie dodatkowe różnego pochodzenia (węzłowe lub komorowe) niebędące odpowiedzią na przewodzenie impulsu z przedsionka. Jeżeli w takiej sytuacji stymulator zignorowałby to pobudzenie, kontynuował swój własny program i wyzwoiłby impuls komorowy z wcześniej zaprogramowanym opóźnieniem przedsionkowo-komorowym (A-V DELAY) wynoszącym na przykład 200 ms, to impuls stymulujący komorę mógłby trafić w załamek T, doprowadzając do powstania groźnego w skutkach zjawiska R/T. Może ono być przyczyną częstoskurczu komorowego lub, co gorsza, migotania komór. W łagodniejszej postaci, wobec braku odpowiedzi komór na impuls stymulatora, dochodziłoby do „wyzerowania licznika” stymulatora i oczekiwania z dłuższą przerwą na pobudzenia pochodzenia sercowego. To mogłoby doprowadzić do zwolnienia akcji serca i możliwych do wystąpienia objawów klinicznych związanych z bradykardią. Aby nie dopuścić do powyższej sytuacji obecnie tak programuje się stymulatory, aby po wykryciu przedwczesnego potencjału komorowego doszło do skrócenia

opóźnienia przedsionkowo-komorowego (A-V DELAY) i wyzwolenia impulsu stymulatora, gdy mięsień komór jest w okresie refrakcji bezwzględnej, bez obawy o wyzwolenie arytmii lub pojawienie się bradykardii. Dla ułatwienia rozpoznania tego specyficznego trybu stymulatora, aby nie rozpoznawać zaburzeń sterowania przyjęto **opóźnienie A-V 110 ms** jako standard dla funkcji *safety pacing*.

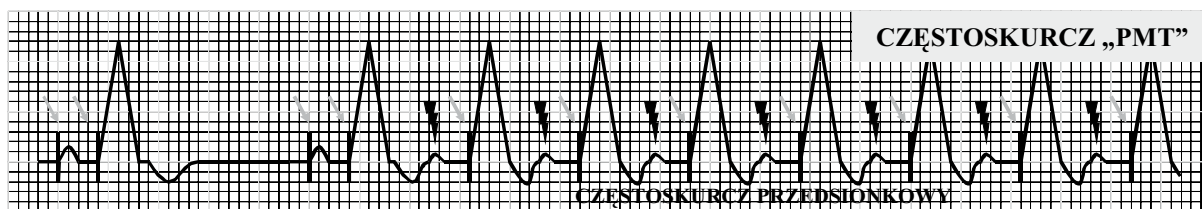
CZĘSTOSKURCZ STYMULATOROWY

W swojej klasycznej postaci (na szczęście rzadko występującej) stymulator dwujamowy może być przyczyną częstoskurczu nawrotnego, w którym pełni on rolę sztucznej drogi dodatkowej. Jednak warunkiem zaistnienia tego częstoskurczu oprócz stymulatora potrzebna jest obecność wstecznego przewodzenia z komór do przedsionków przez węzeł A-V. Następująca po sobie kaskada zdarzeń ma następujący przebieg:



Ten częstoskurcz jest samonapędzający się i nazywany bywa częstoskurczem niekończącej się pętli (Endless Loop Tachycardia = **ELT**). Przy przewodzeniu wstecznym ok. 200 ms i opóźnieniu stymulatora ok. 200 ms, daje to 400 ms na cykl, czyli akcję serca 150/min.

Jednak najczęściej częstoskurcz stymulatorowy pojawia się w sytuacji, gdy samoistna czynność przedsionka jest szybsza od fizjologicznej, np. w przypadku trzepotania przedsionków lub częstoskurczu przedsionkowego. Wówczas stymulator, działając w sposób zaprogramowany (DDD, DDT, VAT), po wykryciu pobudzenia przedsionkowego wyzwała impuls komorowy z częstością odpowiadającą ilości pobudzeń przedsionkowych lub - przy dużej częstości przedsionków - do maksymalnej swojej zaprogramowanej częstości (najczęściej ok. 150/min).



OBJAW AKORDEONOWY

Podobnie jak w zespole preekscytacji jest to **stopniowa** (nigdy z pobudzenia na pobudzenie) zmiana morfologii zespołu QRS z naturalnego pochodzenia sercowego do całkowicie wystymulowanego. Jest to wynik zmiany własnego rytmu na stymulowany w sytuacji, gdy oba rytmy mają zbliżoną częstość (patrz schemat – preekscytacja).

Mamy nadzieję, że schematyczne przedstawienie podstawowych zasad analizy EKG spodoba się Państwu. Jestem przekonany, że dla części z Czytelników będzie to nowe, ciekawe wyzwanie dotyczące elektrokardiografii podanej w „pigułce”, a dla innych – jedynie odświeżenie posiadanej wiedzy. Schematy i obrazy EKG z zapisu

monitora z pewnością dokładnie przedstawiły omawiane problemy.

Zapraszamy serdecznie do zapoznania się z trzecią częścią cyklu, która dotyczyć będzie zaburzeń rytmu i preekscytacji.

Adres do korespondencji:

Dariusz Kozłowski

Klinika Kardiologii i Elektroterapii Serca

II Katedra Kardiologii

Gdański Uniwersytet Medyczny

ul. Dębinki 7, 80-211 Gdańsk

Tel.: (+48 58) 349 3919

E-mail: dkozl@gumed.edu.pl