



Elektroniczna Aparatura Medyczna 2019

Mateusz Moderhak



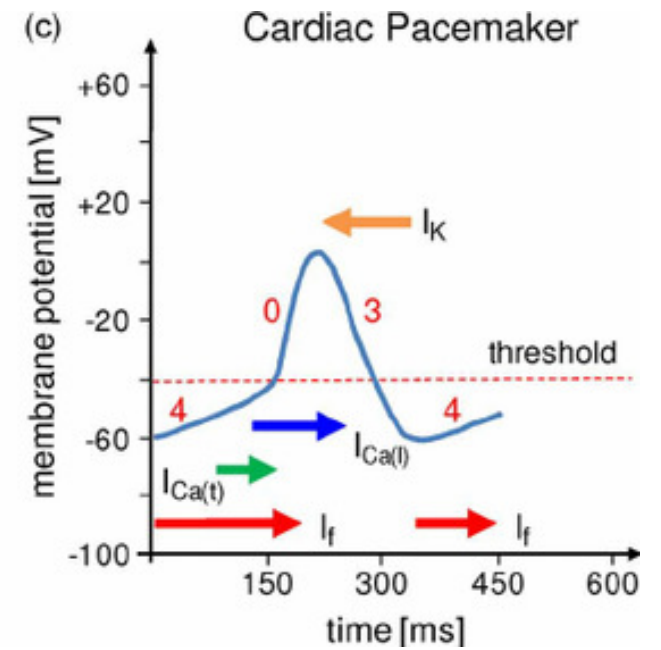
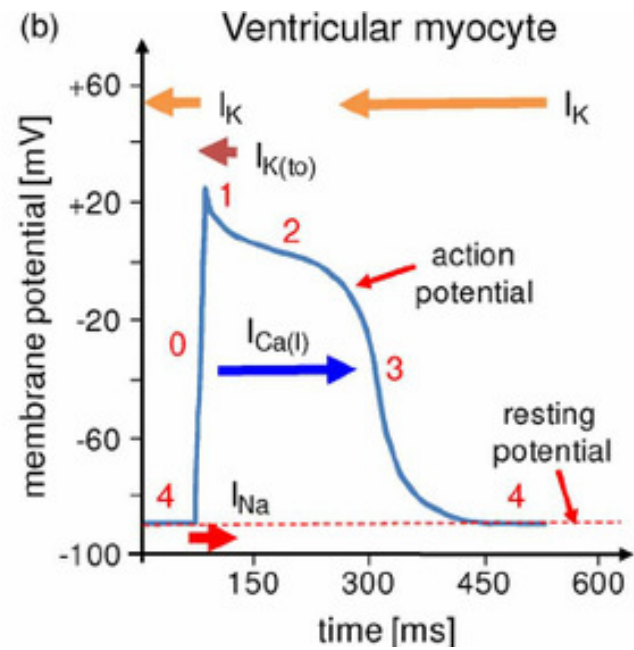
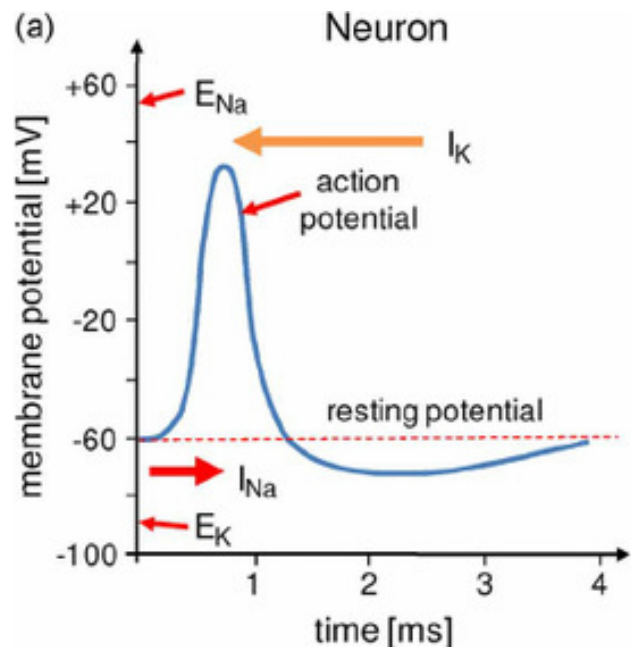
Sprawy organizacyjne:

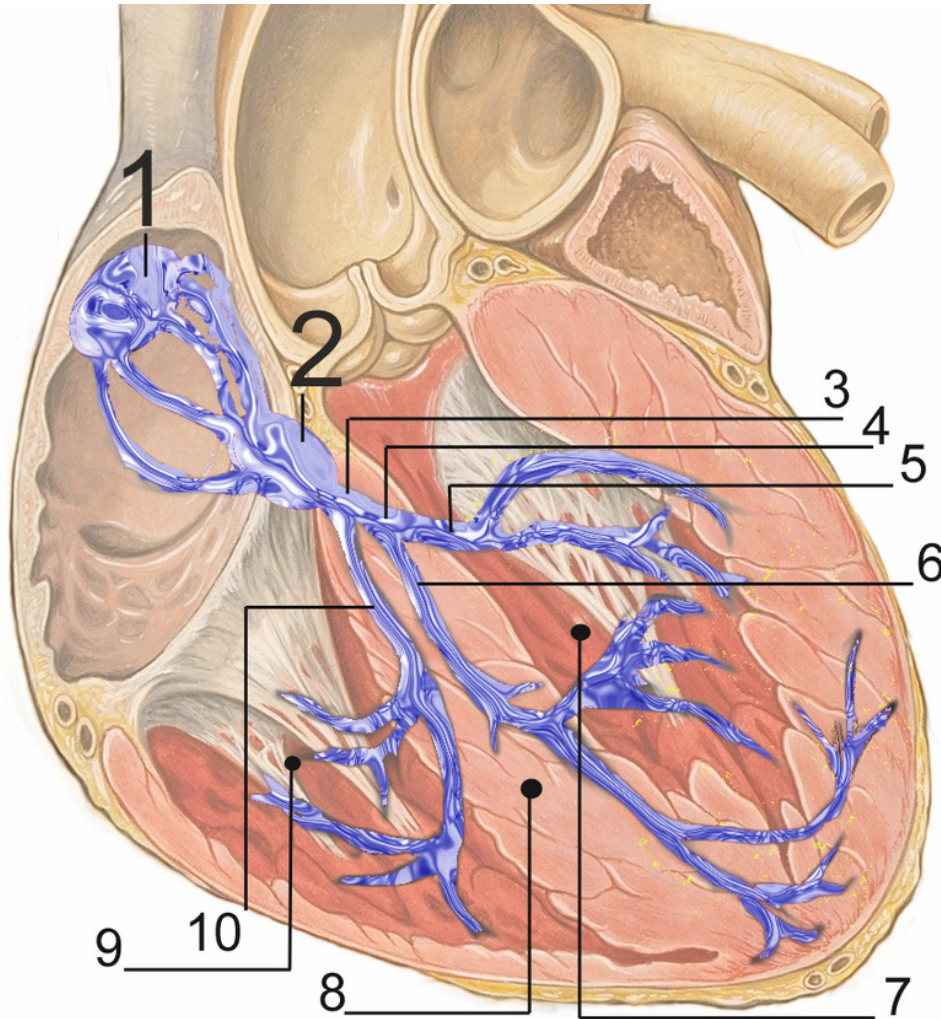
Zaburzenia rytmu serca



VectorStock®

VectorStock.com/17628538

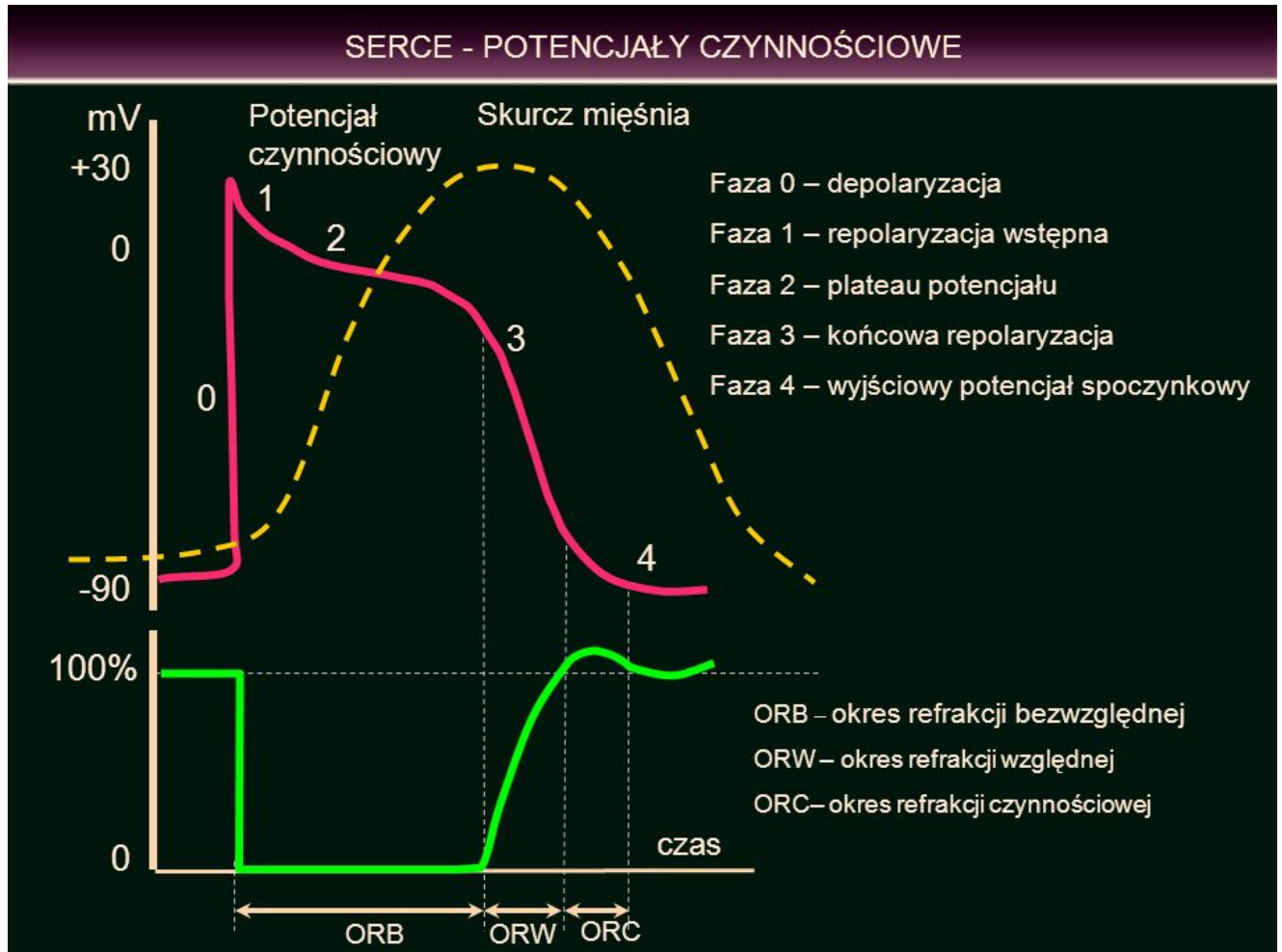




Układ bodźcotwórczo-przewodzący:

1. węzeł zatokowo-przedsionkowy
2. węzeł przedsionkowo-komorowy
3. pęczek Hisa
4. lewa odnoga pęczka Hisa
5. wiązka tylna lewej odnogi
6. wiązka przednia lewej odnogi
7. lewa komora
8. przegroda międzykomorowa
9. prawa komora
10. prawa odnoga pęczka Hisa

Refrakcja



- Refrakcja – właściwość komórek pobudliwych (a także błon komórkowych wypustek tych komórek), polegająca na okresowej niewrażliwości na stymulujące je bodźce po przejściu potencjału czynnościowego.



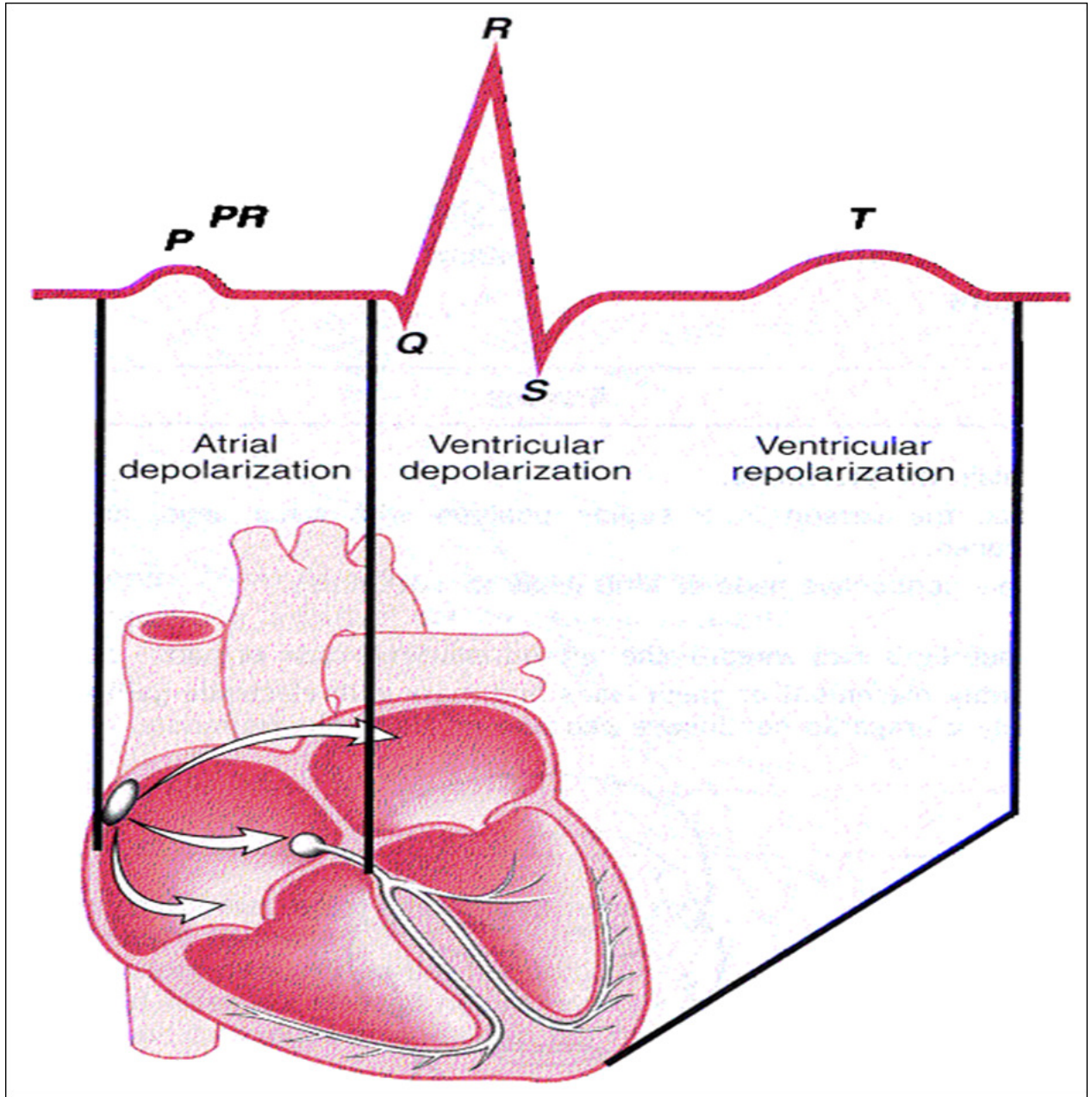
Refrakcja

- refrakcja bezwzględna, czyli stan w którym komórka nie jest w stanie odpowiedzieć na żaden bodziec (tak jest zaraz po przejściu potencjału), z czasem przechodzi w
- refrakcję względną, kiedy to bodziec o większym niż fizjologicznie nasileniu może wywołać odpowiedź komórki.



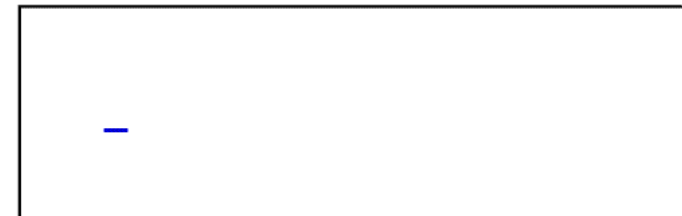
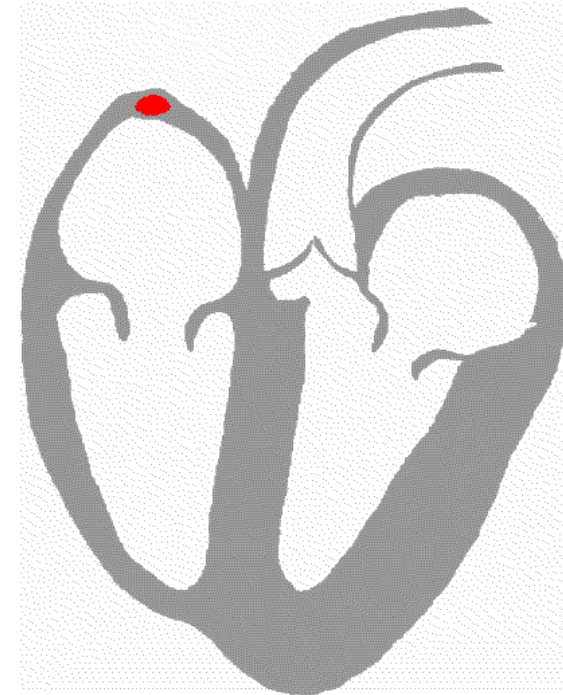
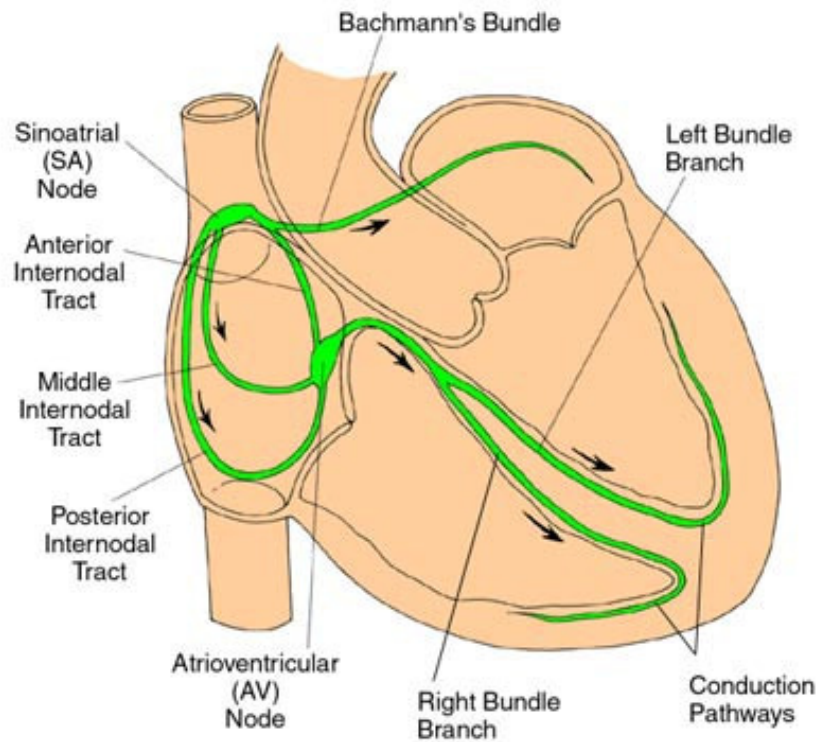
Refrakcja

- Pojęcie to ma szczególne znaczenie w elektrofizjologii mięśnia sercowego i służy do opisywania czasu powrotu pobudliwości poszczególnych struktur układu bodźcoprzewodzącego serca: węzła zatokowego, mięśniówki przedsionków, drogi szybkiej węzła przedsionkowo-komorowego, drogi wolnej węzła przedsionkowo-komorowego, drogi dodatkowej, pęczka Hisa, włókien Purkiniego, roboczych komórek mięśni komór.



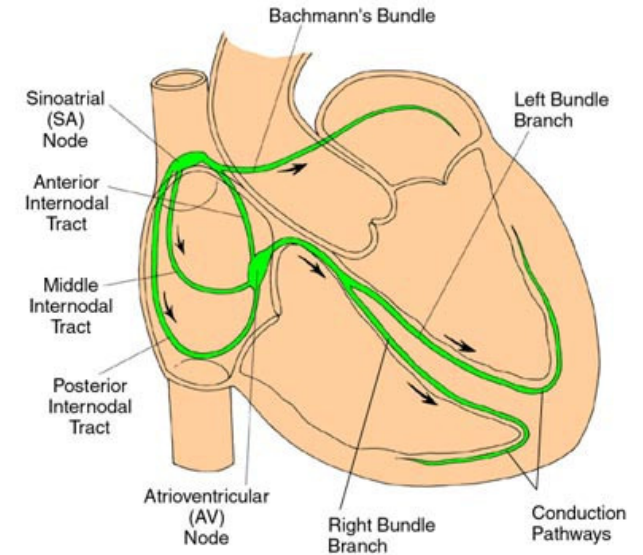
Rytm zatokowy

The Electrical System of the Heart



Rytm węzłowy

The Electrical System of the Heart



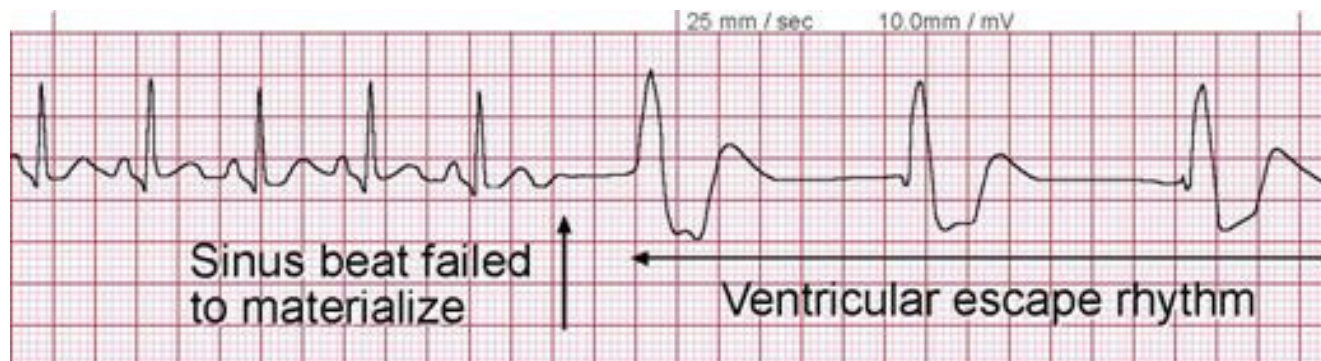
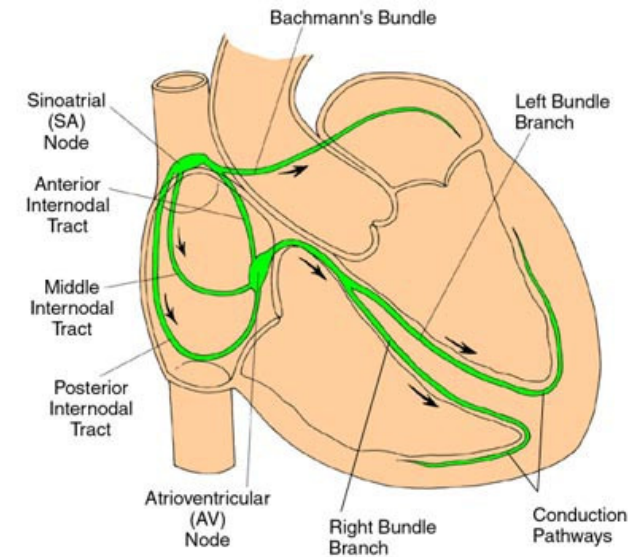
- Węzeł AV generuje impulsy w przypadku nieprzechodzenia/braku impulsów z węzła SA



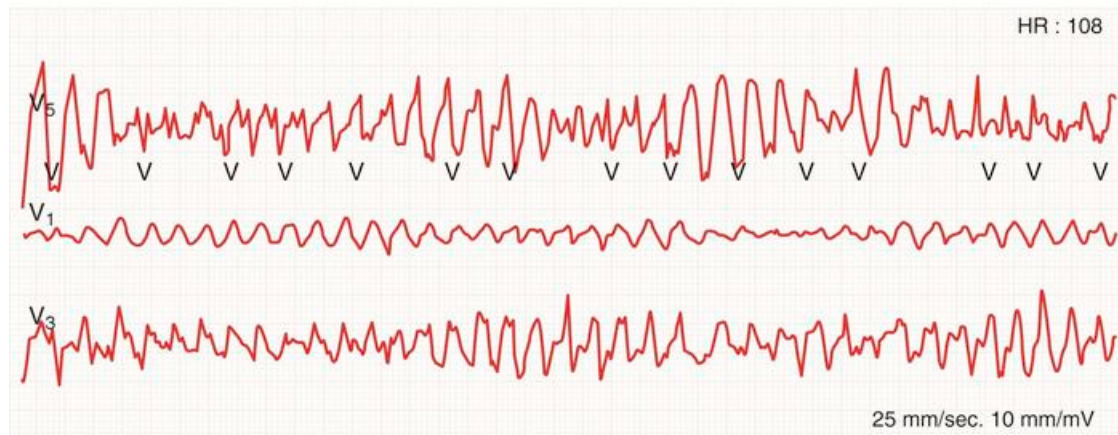
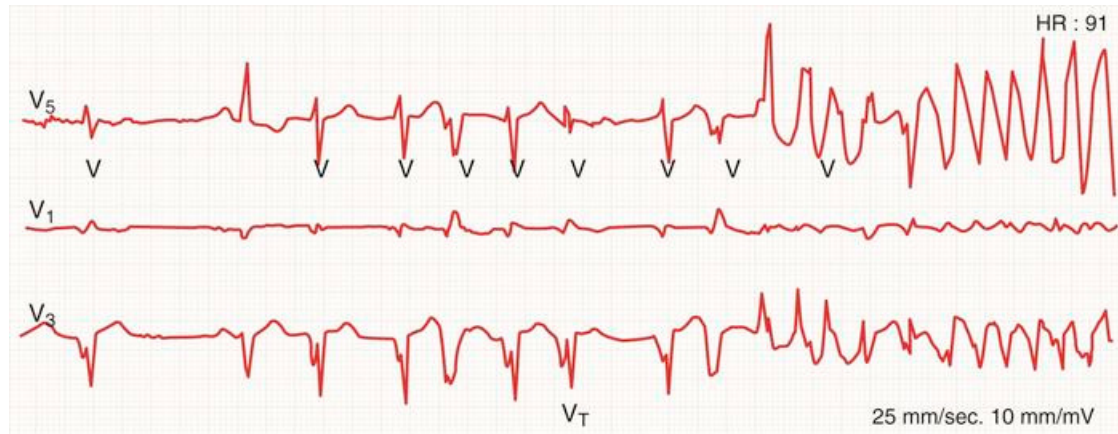
Rytm komorowy

- depolaryzacja wyzwalana w komorach serca w razie braku przechodzenia pobudzenia

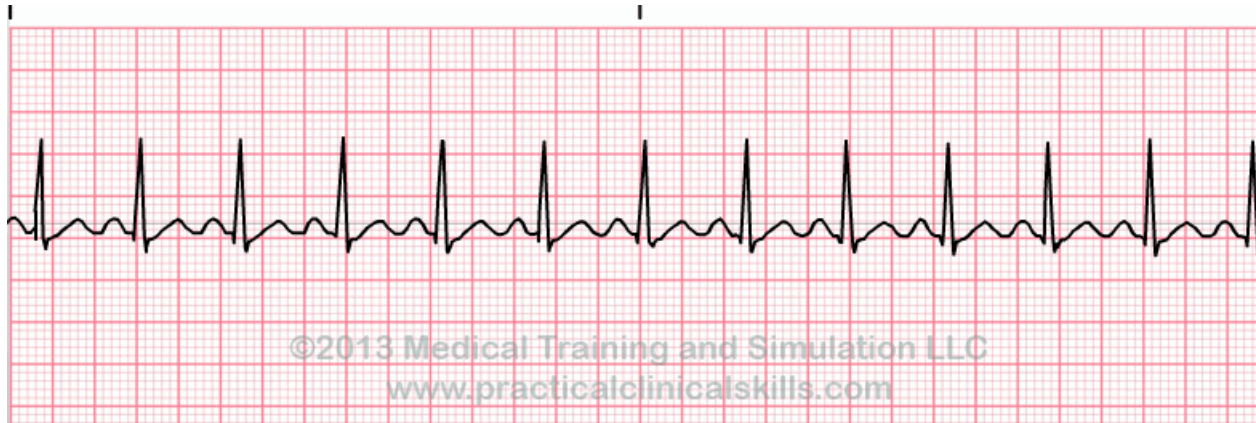
The Electrical System of the Heart



Rodzaje zaburzeń

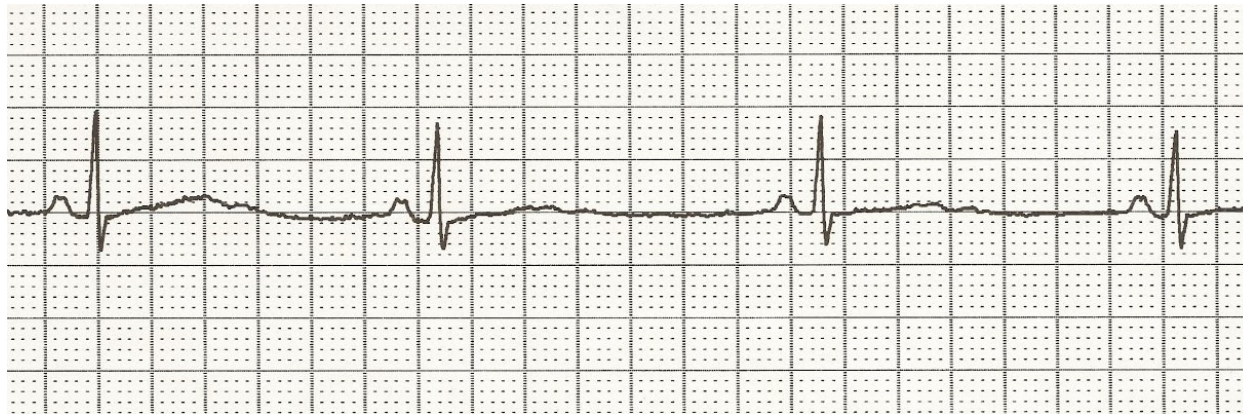


Tachykardia zatokowa



- Tempo bicia serca ponad 100 uderzeń na minutę nosi nazwę tachykardii.
- Wraz z narastaniem wysiłku fizycznego węzeł zatokowy zwiększa swoją częstość wyładowań, aby przyspieszyć akcję serca. Rozwijające się wówczas szybkie tempo fizjologiczne nosi nazwę tachykardii zatokowej.

Barykardia zatokowa

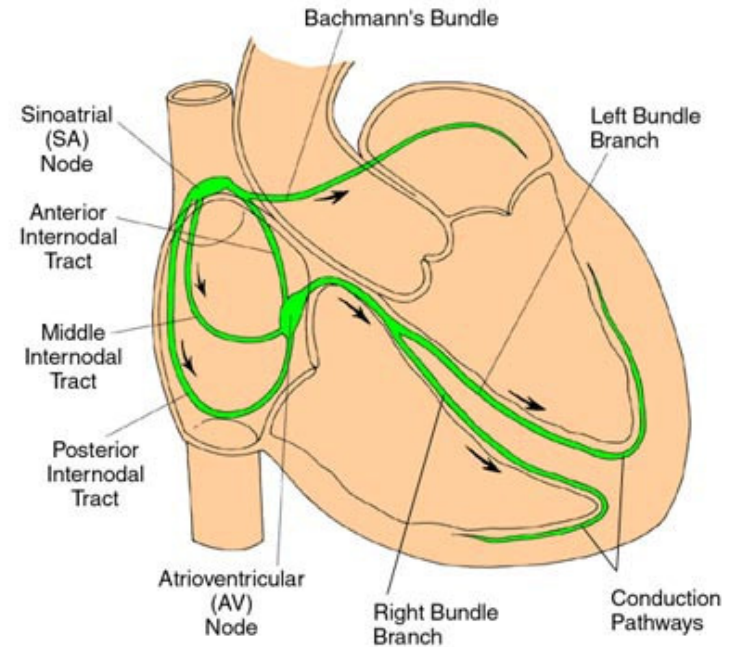


- stan, kiedy częstość akcji serca wynosi poniżej 60 razy na minutę. Leczenia wymaga tylko bradykardia objawowa, tzn. powodująca np. omdlenia, utraty przytomności itp. Bradykardia może prowadzić do asystolii.
- Wytrenowani sportowcy lub młode, zdrowe osoby mogą również mieć wolny rytm serca w odpoczynku, np. zawodowy kolarz Miguel Induráin miał rytm serca w odpoczynku 29 uderzeń na minut.

Bloki



The Electrical System of the Heart



Aktywacja węzła zatokowego nie pojawia się w EKG. Linie poziome wskazują fizjologiczne położenie pobudzenia z węzła zatokowego.
1° SA blok, występuje opóźnienie pomiędzy aktywacją SA a pobudzeniem przedsionków
2° Wypadanie pobudzeń, blok 2:1 co drugie pobudzenie
3° rejestrowany jest tylko rytm komorowy

Trzepotanie przedsionków, artial flutter, AFL



Figure 4.20 Atrial flutter is manifested by F waves between QRS complexes. Some P waves are blocked in order to protect the ventricles from a high depolarization rate. From Chou, T. C. 1986. *Electrocardiography in clinical practice*. 2nd Ed. Grune & Stratton.

Trzepotanie przedsionków (łac. flagellatio atriorum, ang. atrial flutter, AFL) – szybki, uporządkowany rytm serca pochodzenia przedsionkowego, o częstości 250-350/minutę.

Trzepotanie przedsionków objawia się jako dodatkowe fale pomiędzy zespołami QRS. Część z załamków P jest blokowana co zabezpiecza komory przed wysoką częstością. Należy zwrócić uwagę, że częstość pobudzeń w przedsionkach i komorach jest różna.

Migotanie przedsionków (AF, A-fib)

Migotanie przedsionków (łac. fibrillatio atriorum, ang. atrial fibrillation, AF) – najczęstsze zaburzenie rytmu serca, polegające na nieskoordynowanym pobudzeniu przedsionków serca, któremu może towarzyszyć szybka akcja komór.





A-fib

- Migotanie przedsionków rozpoznane po raz pierwszy (ang. first detected AF).
- Nawracające migotanie przedsionków (ang. recurrent AF) – jeżeli wystąpiło powyżej 2 epizodów.
- Napadowe migotanie przedsionków (ang. paroxysmal AF) – trwa poniżej 7 dni (zwykle ustępuje do 24h), samoistnie ustępuje.
- Przetrwale migotanie przedsionków (ang. persistent AF) – trwa powyżej 7 dni, nie ustępuje samoistnie.
- Utrwalone migotanie przedsionków (ang. chronic AF) – zwykle długotrwałe, próby kardiowersji były nieskuteczne, lub nie podjęto takich prób.

Częstoskurcz komorowy, ventricular tachycardia, V-tach, VT



- zaburzenie rytmu serca, które polega na wystąpieniu nieprawidłowej, przyśpieszonej czynności skurczowej serca, pochodzącej z ośrodka ektopowego zlokalizowanego w mięśniu komór serca. Rozpoznamy go po wykonaniu badania EKG w którym występuje trzy lub więcej następujących po sobie komorowych pobudzeń przedwczesnych z częstością powyżej 100 uderzeń na minutę.




Migotanie komór, ventricular fibrillation, V-fib

- Migotanie komór (trzepotanie, fibrylacja) jest zaburzeniem rytmu pracy serca, objawiającym się pobudzeniem mięśnia sercowego w okresie refrakcji względnej i jego nieskoordynowanej pracy.
- Migotanie lub trzepotanie komór następuje najczęściej w wyniku niedotlenienia, toksycznego działania niektórych leków (np. niektórych środków znieczulających, naparstnicy, rtęciowych środków moczopędnych, chinidyny), przeprowadzanych zabiegów na sercu lub też na skutek zaburzeń rytmu serca np. częstoskurcz komorowy, blok przedsionkowo - komorowy lub wczesne skurcze dodatkowe.

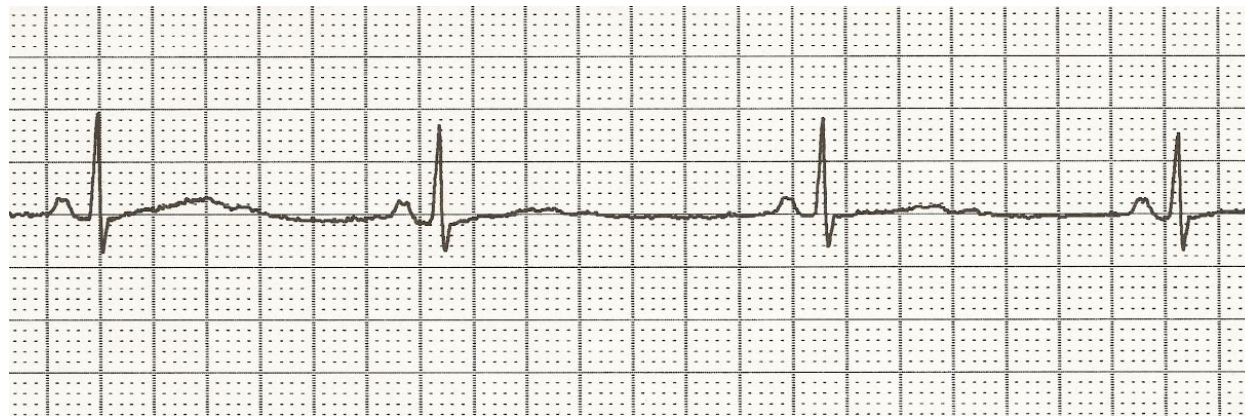


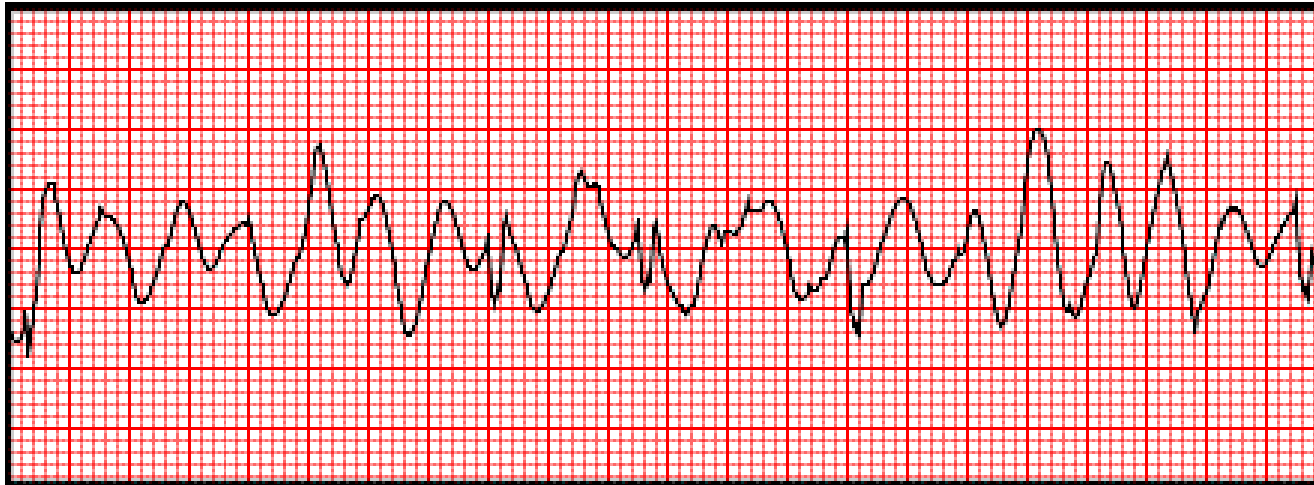
Courtesy of Jason E. Roediger, CCT, CRAT



- 
- Zaburzenia rytmu przedsionków – mniej groźne – leki obniżające krzepliwość
 - Zaburzenia komór – śmiertelne, zatrzymanie krążenia, śmierć w ciągu kilku minut

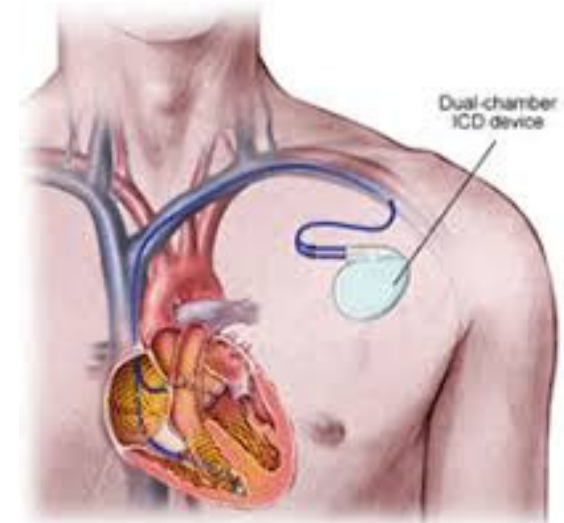
Jak naprawić?





Wspomaganie elektryczne pracy serca

- Rozrusznik serca – regulacja rytmu, częstotliwości skurczu, barykardia, bloki przewodzenia
- Kardiowerter: mały szok elektryczny w celu przywrócenia rytmu (V tach), synchronizowany z EKG (załamek T – uwaga można wywołać migotanie komór)
- Defibrylator: duży szok elektryczny w celu „resetu” serca – wprowadzenie komórek w stan refrakcji – repolaryzacji i wznowienia normalnego rytmu (VFib)





Stymulatory serca

- Pierwszy zewnętrzny rozrusznik serca zbudował John Hopps w 1950.
- Pierwszy w świecie wewnętrzny rozrusznik 8 października 1958 wszczepił Åke Senning, szwedzki kardiochirurg w Solnie (Sztokholm) w szpitalu Karolinska Sjukhuset przy współpracy Rune Elmqvista, który był producentem tego urządzenia. Elektrody tego rozrusznika były umieszczone na nasierdziu (tak zwane elektrody nasierdziowe), a nie wewnątrz jam serca. Rozrusznik zawiódł po 3 godzinach.
- W ciągu życia Szwed Arne Larsson, który był pierwszym pacjentem ze wszczepionym urządzeniem, zanim zmarł w wieku 86 lat w 2001 r. miał zamontowane 24 rozruszniki i przeżył zarówno jego wynalazcę, jak również „swego” chirurga.
- W Polsce pierwszy zabieg implantacji rozrusznika został wykonany w 1963 w Gdańsku przez prof. Zdzisława Kieturakisa i dr Wojciecha Kozłowskiego.

Generator asynchroniczny (niezależny)

Stymuluje serce bez uwzględniania jego własnej aktywności (tzw. rytm sztywny)

Diagram blokowy pokazuje składowe stymulatora o rytmie sztywnym

Zasilanie – dostarcza energię (brak możliwości doładowywania)

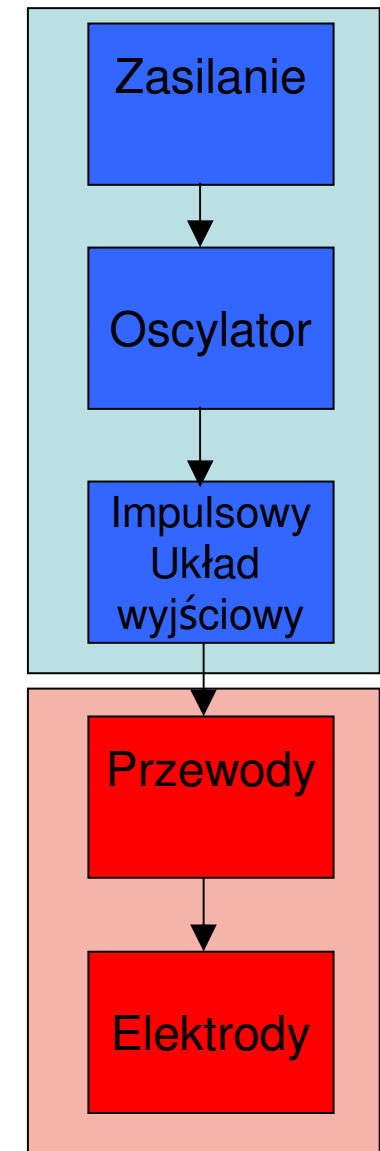
Oscylator – steruje częstotliwością impulsów

Układ wyjściowy – generuje impuls stymulujący

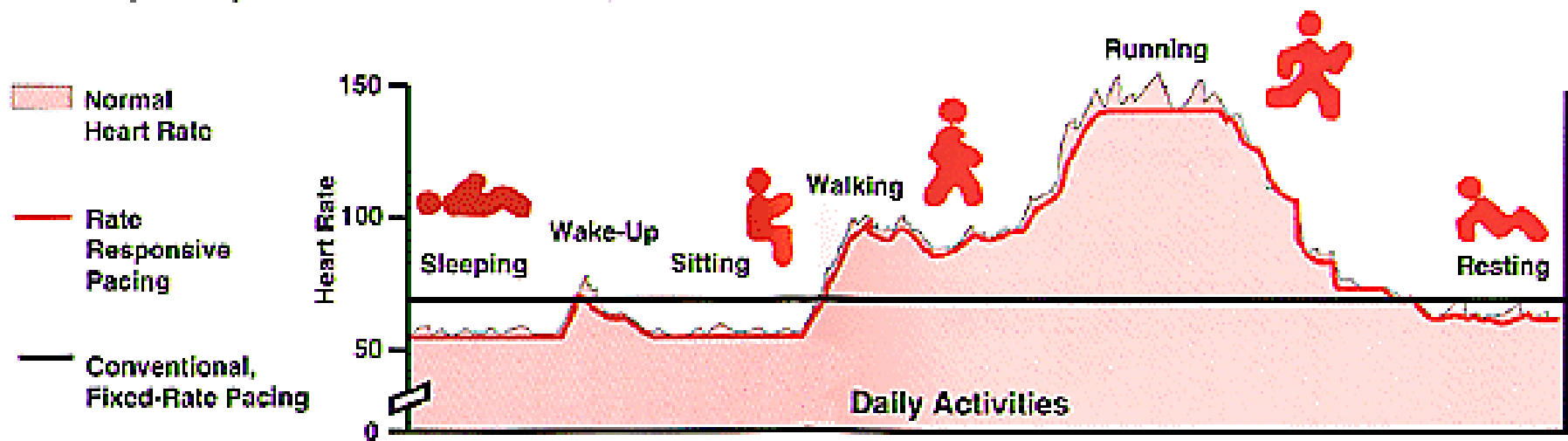
Przewody – dostarczają impuls stymulujący do elektrod


Elektrody – dostarczają impuls do stymulujący do serca


Najprostszy stymulator, obecnie nieużywany



Adjusting Heart Rate to Activity



- 
- Stymulatory synchroniczne - używane do chwilowej stymulacji w odróżnieniu od stymulatorów asynchronicznych
 - Stymulatory asynchroniczne (fizjologiczne) o zmiennej częstotliwości - używane w przypadku zmiennych częstotliwości stymulacji w zależności od fizjologicznych uwarunkowań

- 
- Zabezpiecza przed możliwymi niepożądanymi skutkami stymulacji ciągłej (sztywnej) (tachykardia, fibrylacja)

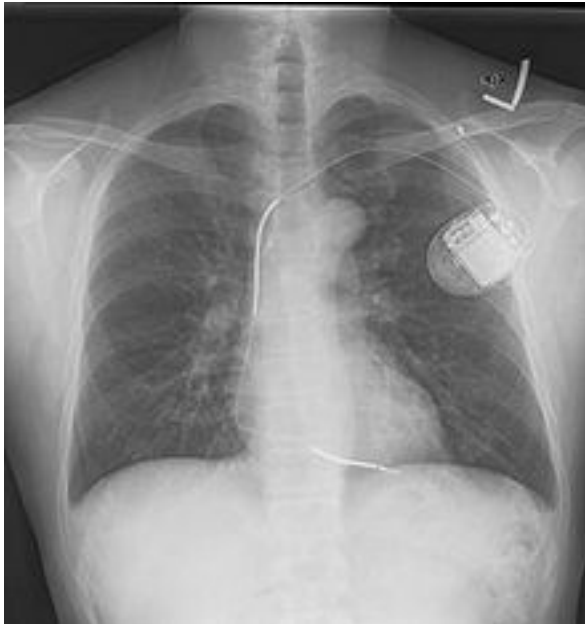
Minimalizuje „wyścig” z naturalnym pobudzeniem

Dwa główne typy stymulatorów synchronicznych

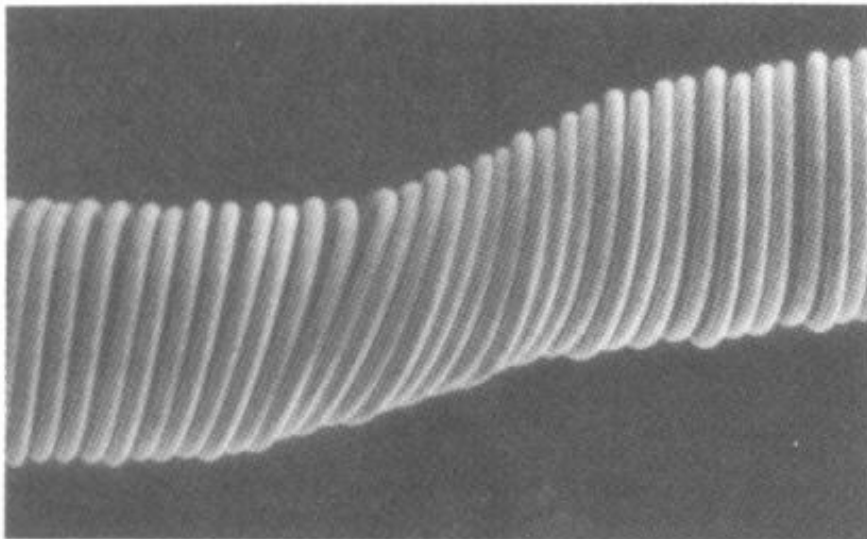
Stymulacja na żądanie

Stymulacja synchroniczna z przedsionkami

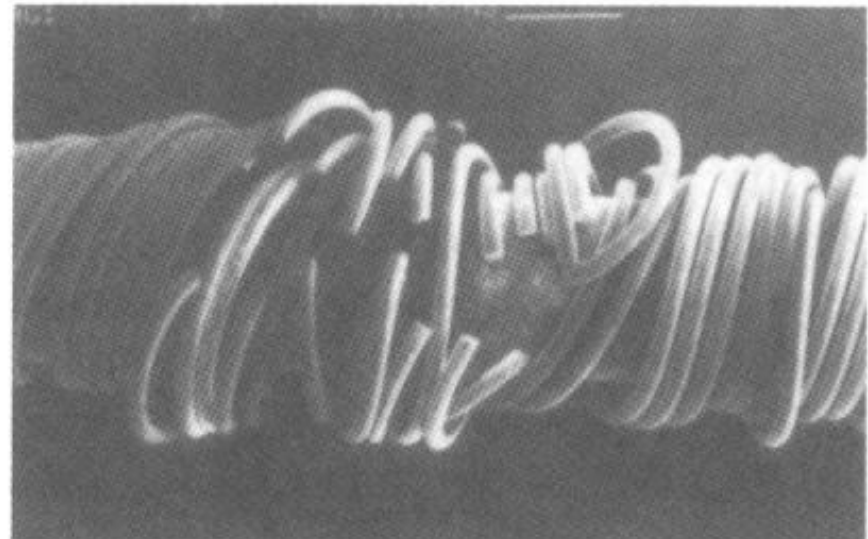
- Urządzenie stymulujące serce składa się ze stymulatora, zawierającego hermetycznie zamknięte w obudowie z materiałów biologicznie obojętnych baterie, który jest wszczepiany pod skórę. Jest on jednocześnie detektorem, jak i generatorem impulsów elektrycznych. Impulsy mają amplitudę rzędu 0,5–5 [V] i czas trwania 0,2–1 [ms].



Zmienna fizjologiczna	Czujnik
Temperatura krwi w prawej komorze	Termistor
Czas impulsu stymulujący załamek T	Elektrody EKG
Pole powierzchni załamek R	Elektrody EKG
*pH krwi	Elektrody do pomiaru pH
*Szybkość zmian ciśnienia w prawej komorze	Czujnik półprzewodnikowy
Krew żylna S_{O_2}	Oksymetr optyczny
Zmiany objętości wewnątrzsercowej	Pletyzmografia impedancyjna
Częstość i objętość oddechu	Impedancja elektryczna
Drgania organizmu	Akcelerometr

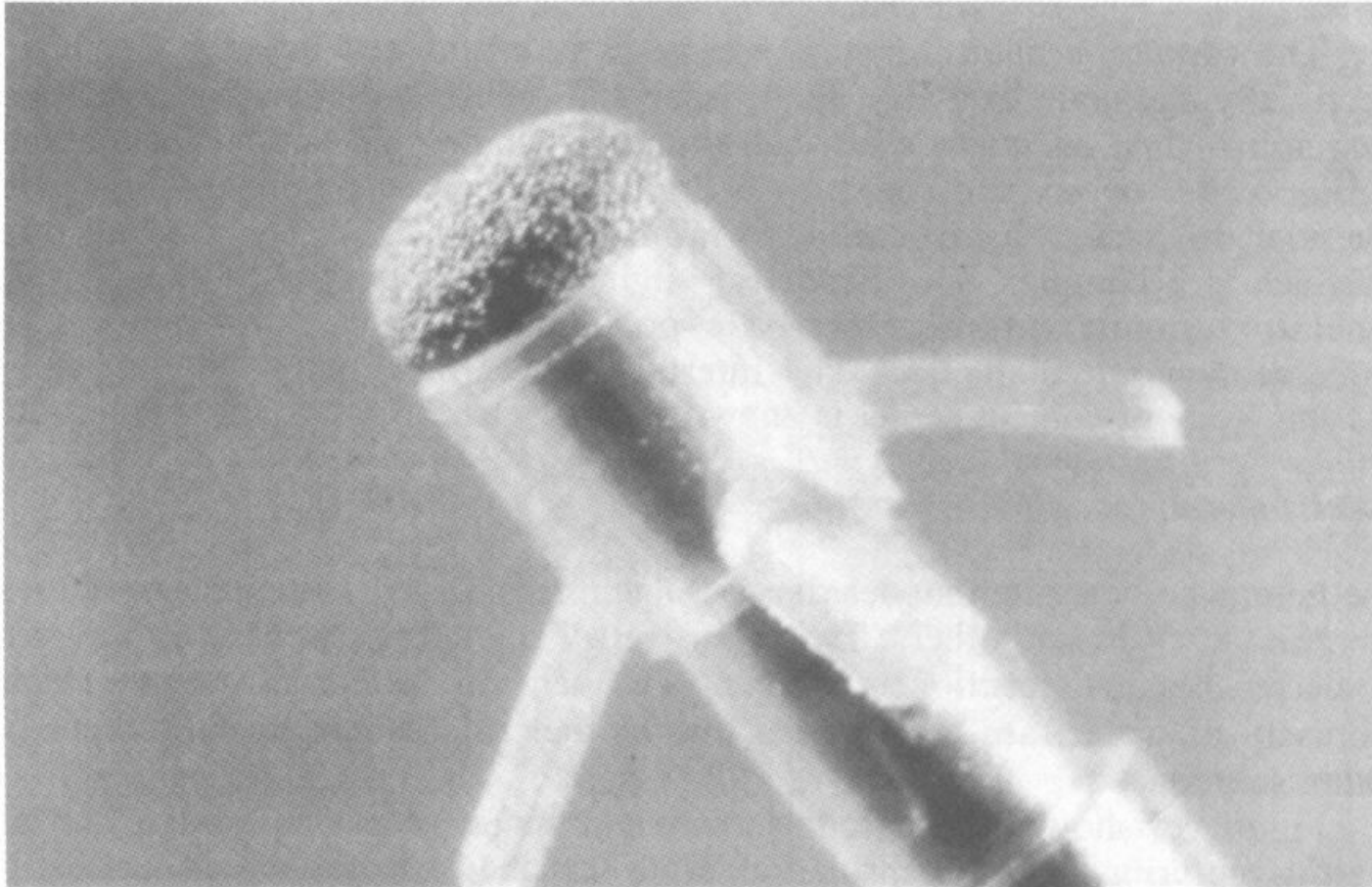


(a)

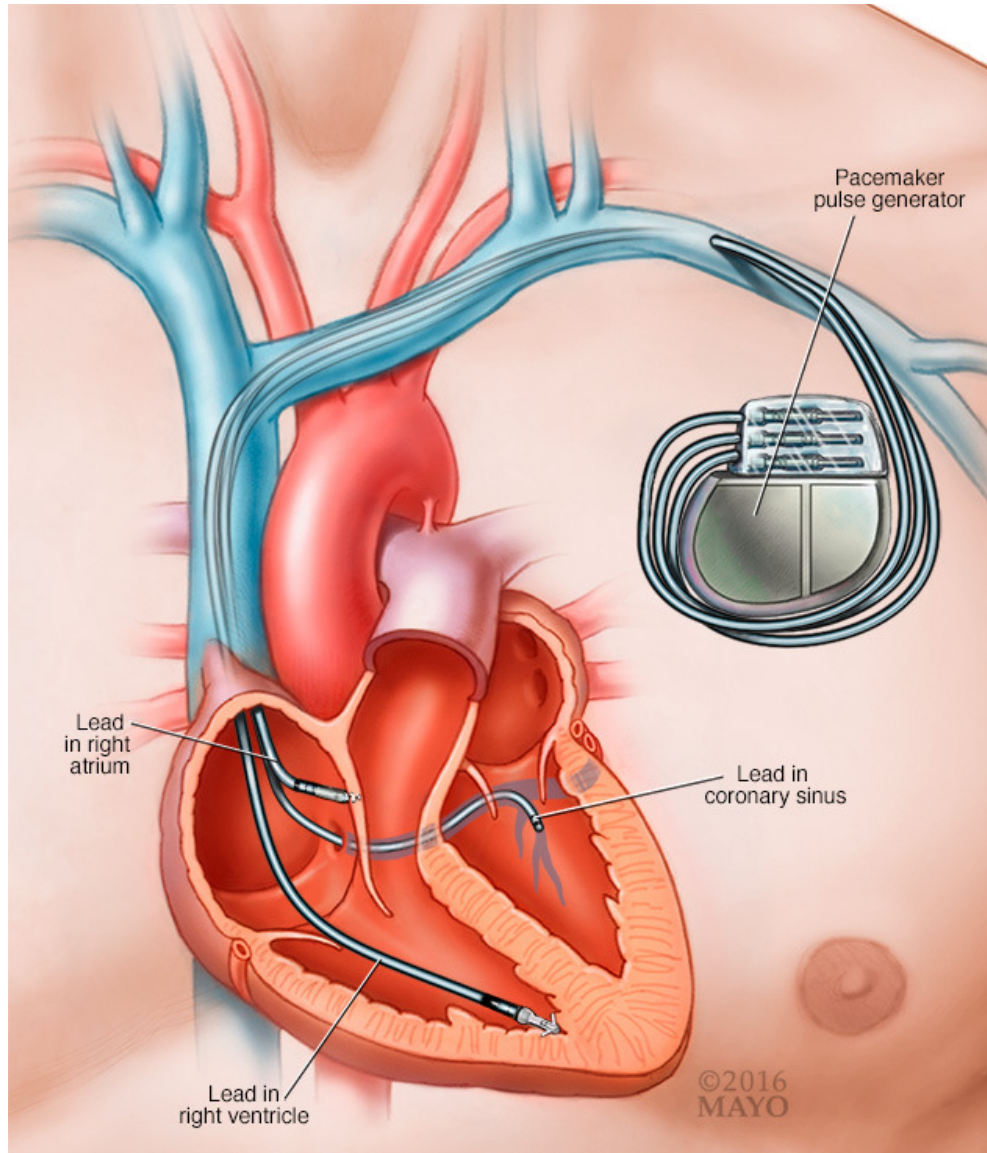


(b)

Odprowadzenia muszą wytrzymać bardzo dużą liczbę epizodów zmiany kształtu. Prowadzi to uszkodzeń. Zabezpieczenie przed uszkodzeniami wymaga zarówno specjalnych konstrukcji i materiałów.

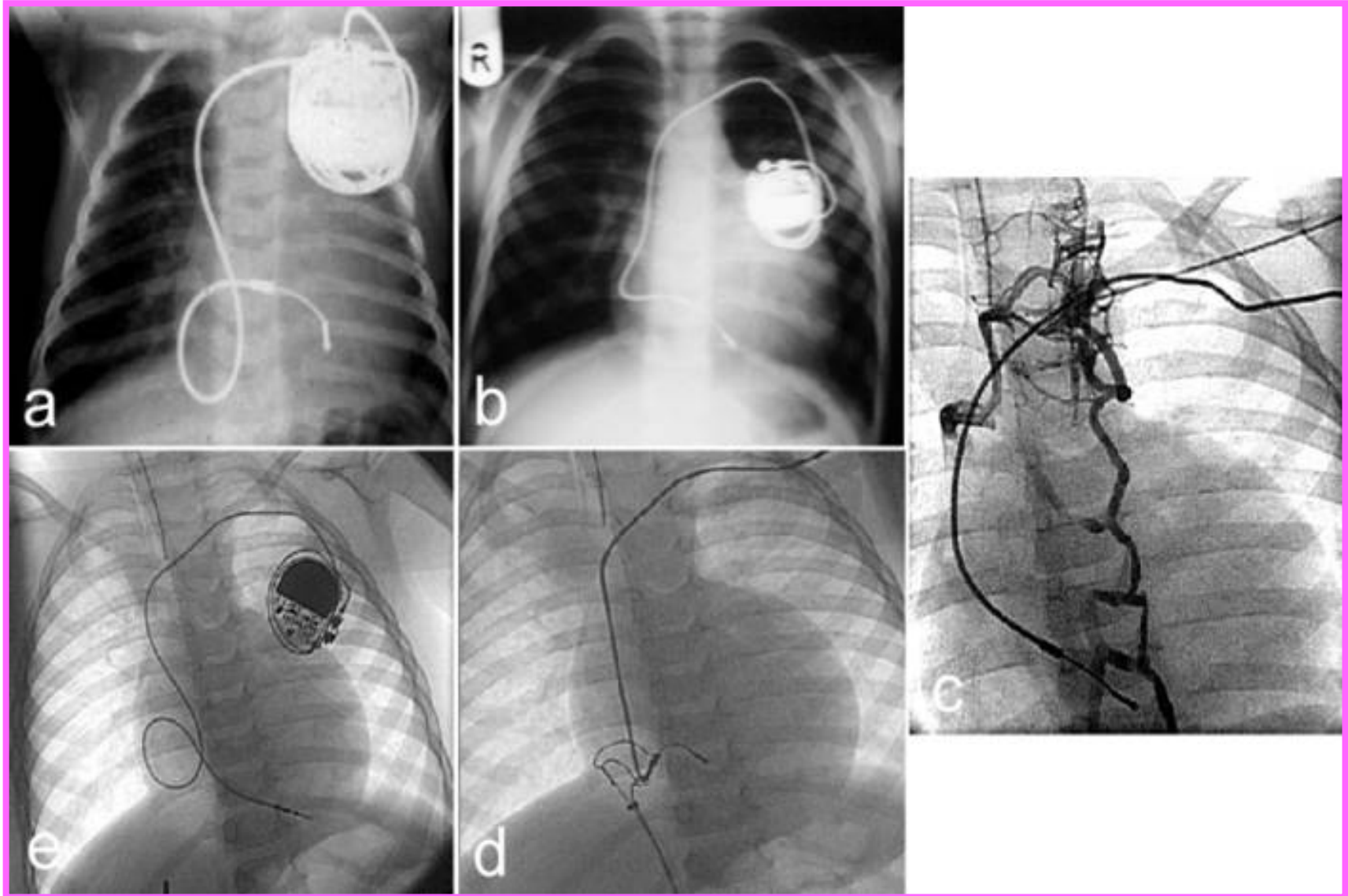


Elektrody muszą być biokompatybilne, nie powinny prowadzić do zmian w mięśniu serca. Impedancja interfejsu elektroda tkanka powinna być mała i stabilna. Rozmiar geometryczny elektrody powinien być możliwie najmniejszy.

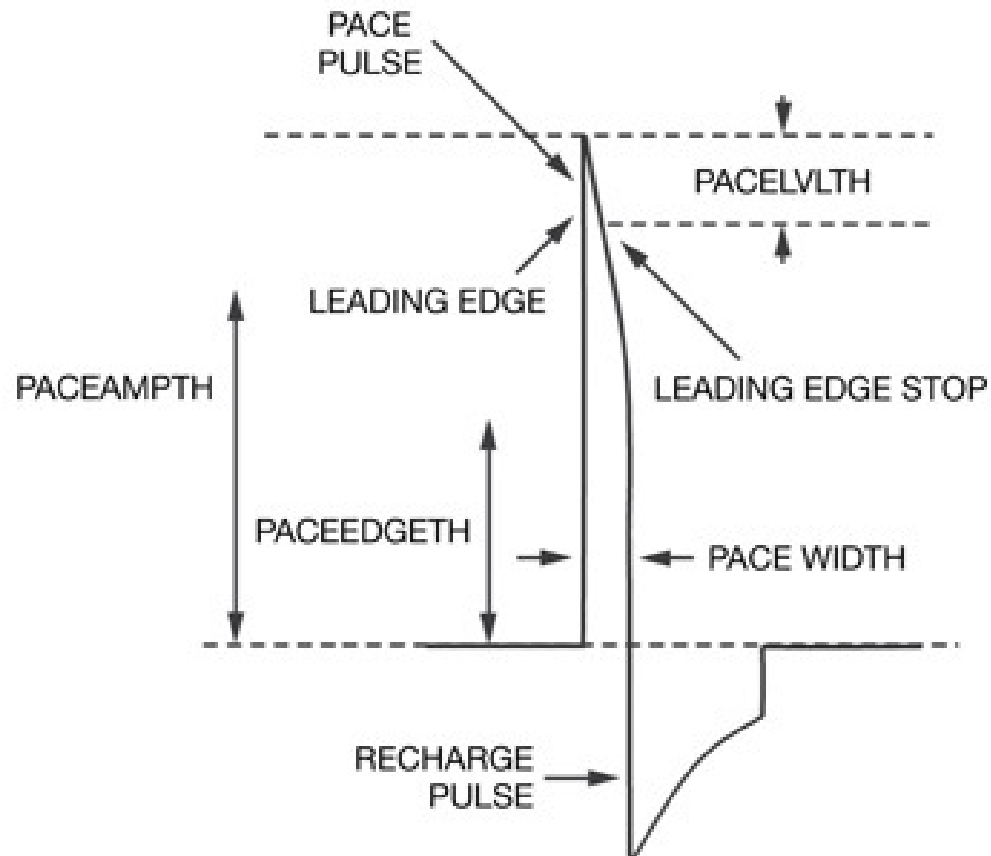


© MAYO FOUNDATION FOR MEDICAL EDUCATION AND RESEARCH. ALL RIGHTS RESERVED.





Impuls stymulatora:



Kody stymulatorów

- Kod stymulatora opracowany przez NASPE/BPEG składa się z trzech lub czterech liter i opisuje podstawowe właściwości każdego stymulatora:
 - Pierwsza litera kodu opisuje miejsce stymulowane.
 - Druga litera kodu opisuje miejsce, z którego odbierane są impulsy sterujące pracą rozrusznika.
 - Trzecia litera kodu opisuje sposób odpowiedzi na zarejestrowane bodźce.
 - Czwarta litera kodu opisuje stymulację z adaptowalną częstością

Miejsce stymulowane - pierwsza litera kodu

- Stymulacja komory - V (ventricle) - jeżeli pierwszą literą kodu opisującego stymulator jest V, oznacza to, że opisywany układ posiada jedną elektrodę stymulującą i że elektroda ta znajduje się w prawej komorze.
- Stymulacja przedsionka - A (atrium) - jeżeli pierwszą literą kodu opisującego stymulator jest A, oznacza to, że układ posiada jedną elektrodę stymulującą i że elektroda ta znajduje się w prawym przedsionku.
- Stymulacja przedsionka oraz komory - D (dual) - jeżeli pierwszą literą kodu opisującego stymulator jest D, oznacza to, że opisywany układ posiada dwie elektrody stymulujące - w prawym przedsionku i w prawej komorze.

Umieszczenie elektrody sterującej oraz sposób sterowania - druga i trzecia litera kodu

- Miejsce, z którego odbierane są impulsy sterujące pracą stymulatora jest opisane drugą literą kodu stymulatorowego, a sposób odpowiedzi na zarejestrowane bodźce - trzecią literą.
- Elektroda sterująca tylko w komorze - V; tryb stymulacji VVI - z obecnością jednej elektrody rejestrującej w komorze mamy do czynienia zazwyczaj w przypadku systemu VVI. Dwie pierwsze litery kodu oznaczają kolejno, że miejscem stymulowanym jest komora, a impulsy sterujące stymulatorem odbierane są również z komory. W praktyce system posiada jedną elektrodę stymulująco-rejestrującą. Trzecia litera "I" pochodzi od inhibicji, czyli hamowania. Jest to najprostszy, a zarazem najbardziej rozpowszechniony tryb stymulacji.
- Elektroda rejestrująca tylko w przedsionku - A; tryb stymulacji AAI - elektroda sterująca umieszczona wyłącznie w przedsionku spotykana jest przede wszystkim w układach stymulujących AAI. Tak jak w przypadku układu VVI w praktyce mamy do czynienia z jedną elektrodą rejestrująco-stymulującą. Oczywiście, w przypadku stymulacji AAI miejscem stymulowanym jest prawy przedsionek, a sygnałami sterującymi - potencjały przedsionkowe.

- Trzecia litera (D = ang. dual = I + T) oznacza, że układ może pracować zarówno w trybie hamowania ("I"), jak i wyzwiania ("T"). Układ samodzielnie dokonuje wyboru trybu stymulacji, w zależności od zarejestrowanych sygnałów. Podstawowym zastosowaniem stymulatorów VDD jest terapia upośledzonego przewodzenia przedsionkowo-komorowego przy zachowanej sprawności węzła zatokowego.
- Układ stymulujący DDD - układ stymulujący DDD posiada zdolność rejestrowania potencjałów oraz stymulacji zarówno w przedsionku, jak i w komorze.
- Stymulacja DDI - układ DDD nierzadko bywa zaprogramowany do pracy w trybie DDI. W trybie tym stymulator zachowuje się jak połączone układy AAI i VVI. Może zatem jedynie zapobiegać zwolnieniu się częstości akcji przedsionków i/lub komór poniżej zaprogramowanej częstości podstawowej. Oznacza to utratę zdolności synchronizacji rytmu komór z rytmem przedsionków przy rytmach szybszych od podstawowego zaprogramowanego (brak trybu VAT).

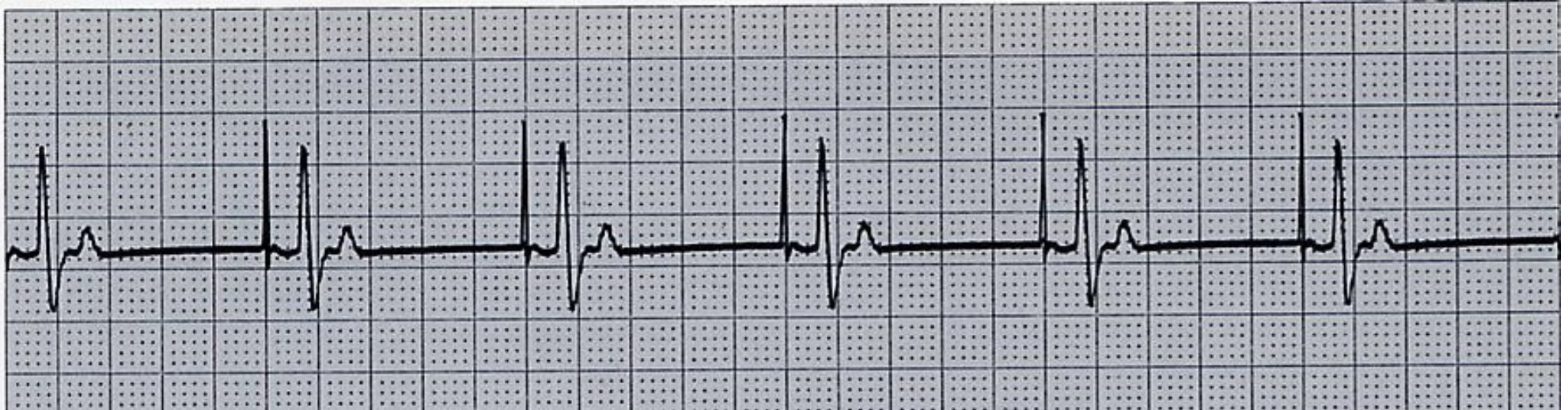
Stymulacja z adaptowalną częstotliwością - czwarta litera kodu

- Zawiera informacje przydatne wyłącznie osobom zajmującym się programowaniem stymulatorów. Bardzo ważny wyjątek stanowi tu litera R (ang. rate modulation). Jej obecność w kodzie opisującym stymulator oznacza, że posiada on zdolność zwiększania częstotliwości stymulacji podczas wysiłku wykonywanego przez chorego.
- Stymulacja przedsionkowa AAI oraz dwujamowa DDD i VDD pozwalają na zachowanie prawidłowej sekwencji skurczu przedsionków i komór, i nazywane są stymulacją fizjologiczną. Fizjologiczne tryby stymulacji zapobiegają występowaniu **zespołu stymulatorowego**, zmniejszają częstość występowania migotania przedsionków i powikłań zatorowych oraz poprawiają wskaźniki wydolności mięśnia sercowego, a tym samym zapewniają lepszy komfort i przedłużają życie.

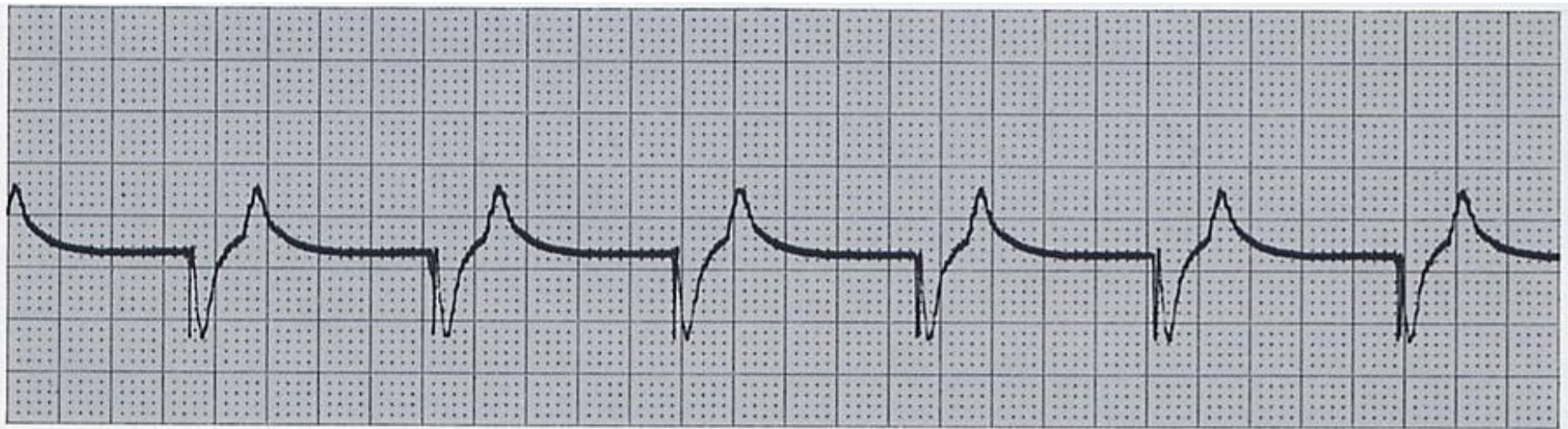
Pacemaker Codes

Position	I	II	III	IV	V
Category	Chamber paced	Chamber sensed	Response to sensing	Rate modulation	Multisite pacing
	O = None	O = None	O = None	O = None	O = None
	A = Atrium	A = Atrium	T = Triggered	R = Rate adaptive	A = Atrium
	V = Ventricle	V = Ventricle	I = Inhibited		V = Ventricle
	D = Dual (A + V)	D = Dual (A + V)	D = Dual (T + I)		D = Dual (A + V)
Manufacturer's designation only	S = Single (A or V)	S = Single (A or V)			

Stymulacja przedsionków



Stymulacja komór



Stymulacja A-V



Abnormal Pacing

- Atrial non-capture
 - Atrial pacing spikes are not followed by P waves



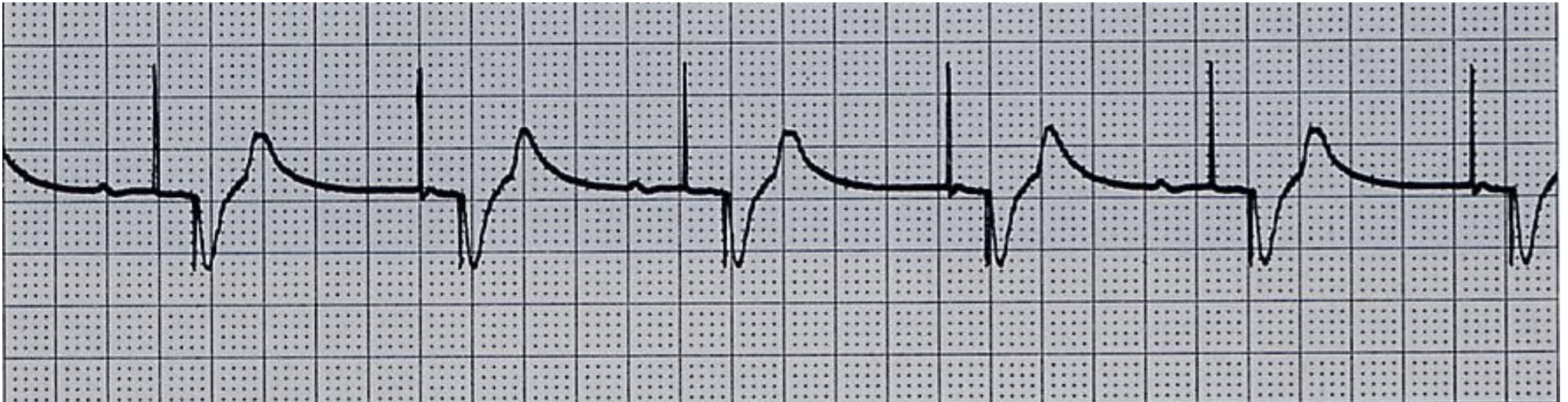
Abnormal Pacing

- Ventricular non-capture
 - Ventricular pacing spikes are not followed by QRS complexes



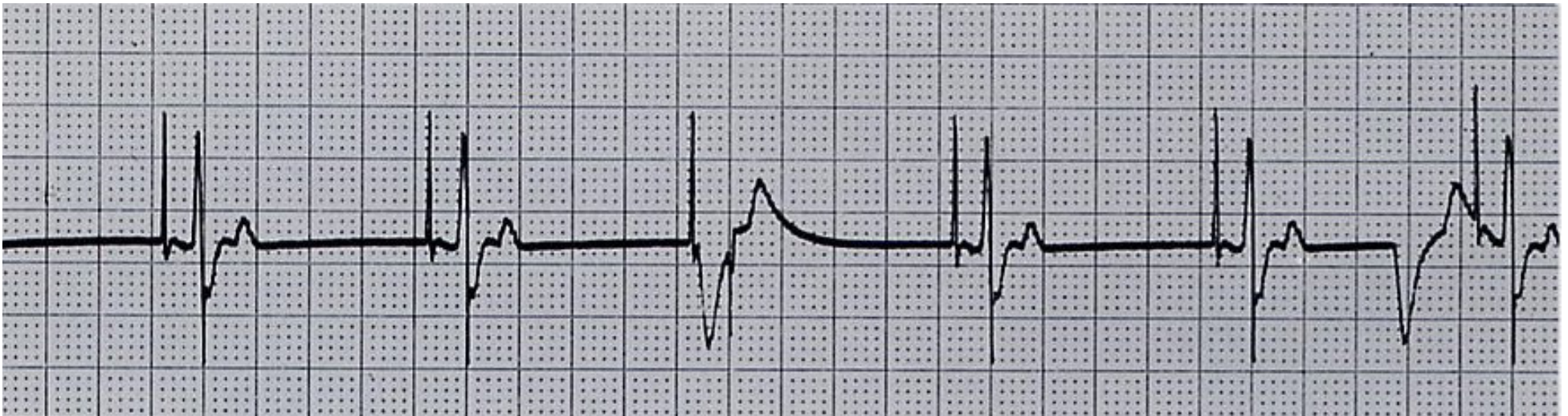
Abnormal Pacing

- Atrial undersensing
 - Atrial pacing spikes occur irregardless of P waves
 - Pacemaker is not “seeing” intrinsic activity



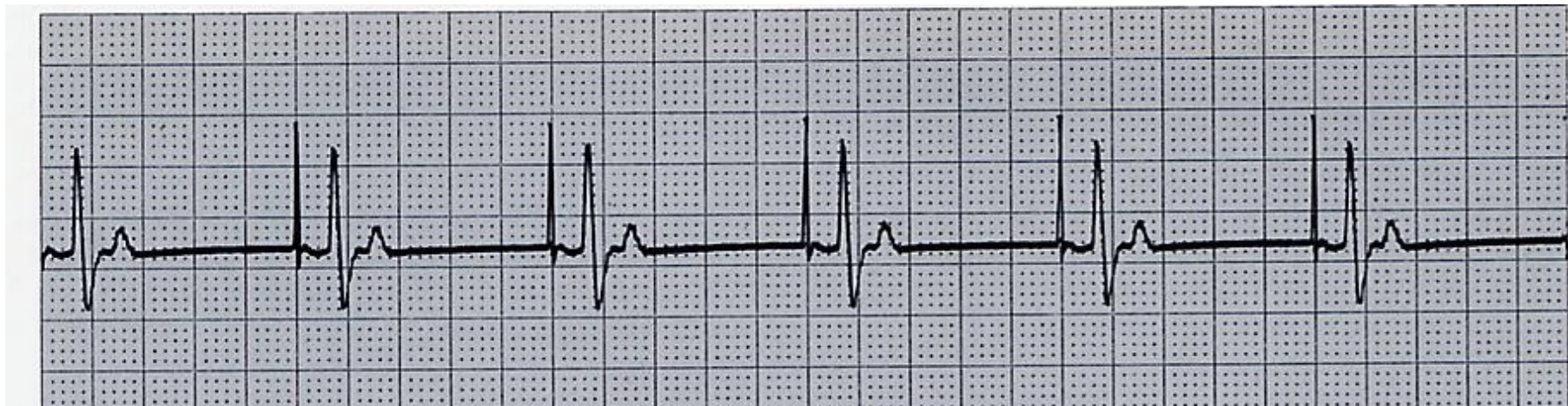
Abnormal Pacing

- Ventricular undersensing
 - Ventricular pacing spikes occur regardless of QRS complexes
 - Pacemaker is not “seeing” intrinsic activity

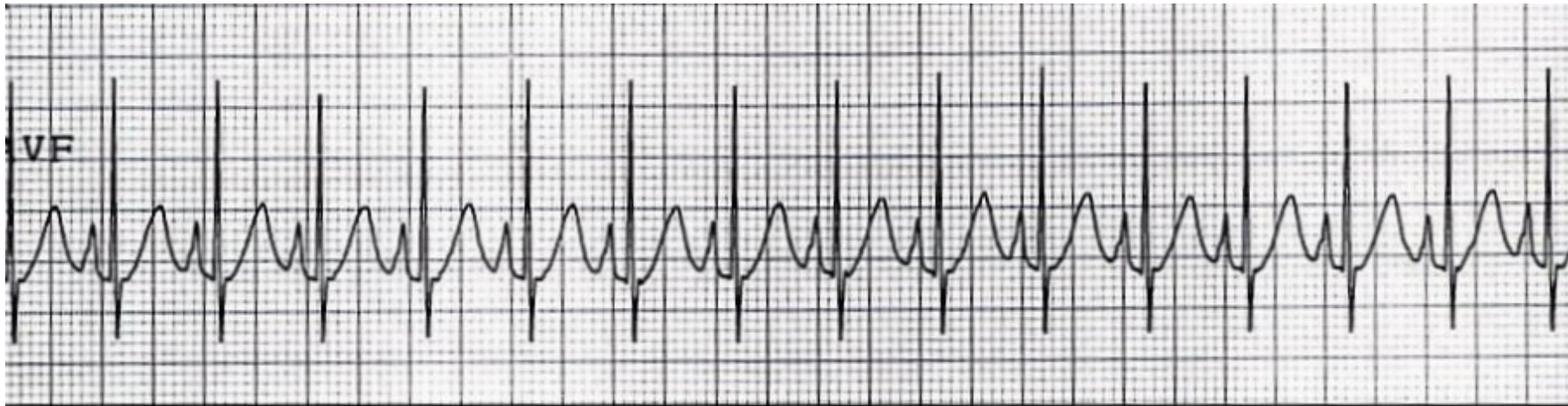


- Zadanie 5pkt, termin 3.05.2019r.
- Sposób oddania: plik *.pdf z wklejoną grafiką (i zaznaczeniami) oraz z opisem nieprawidłowości.

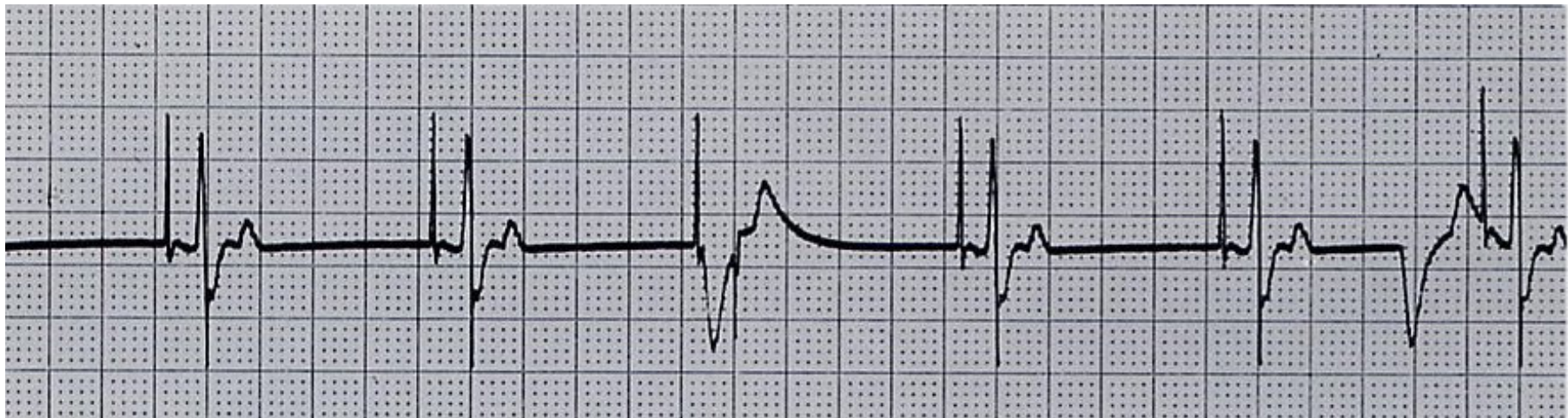
#1



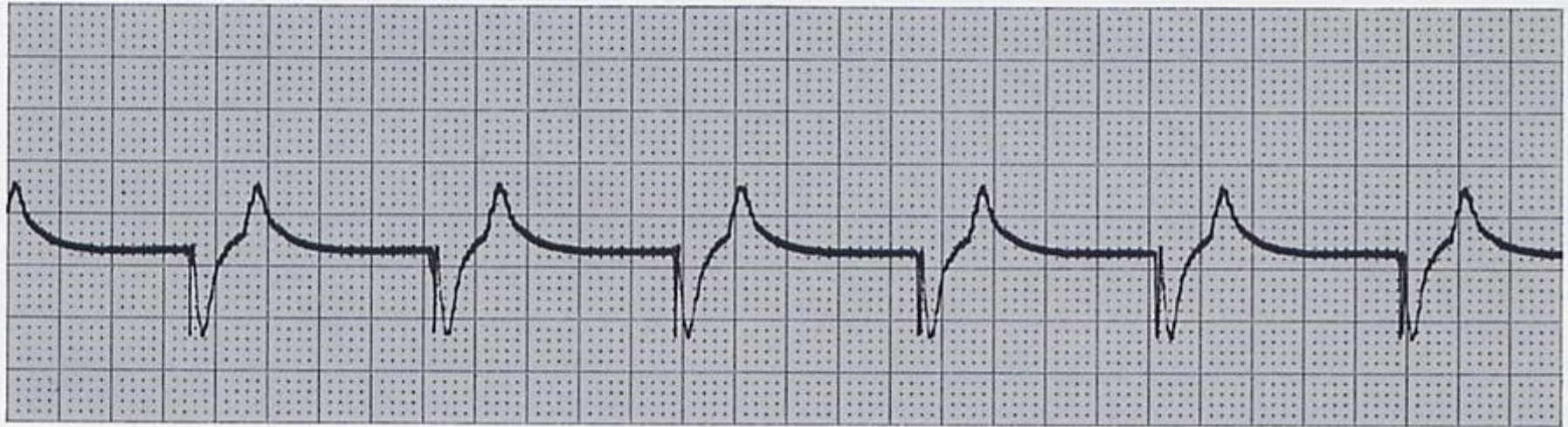
#2



#3



#4



#5

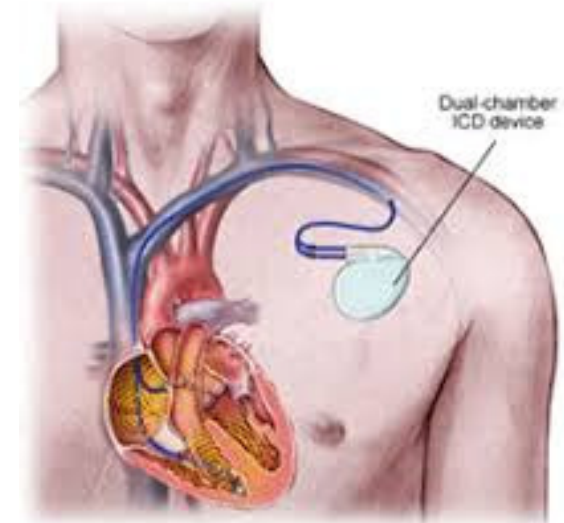



Kardiowersja i defibrylacja



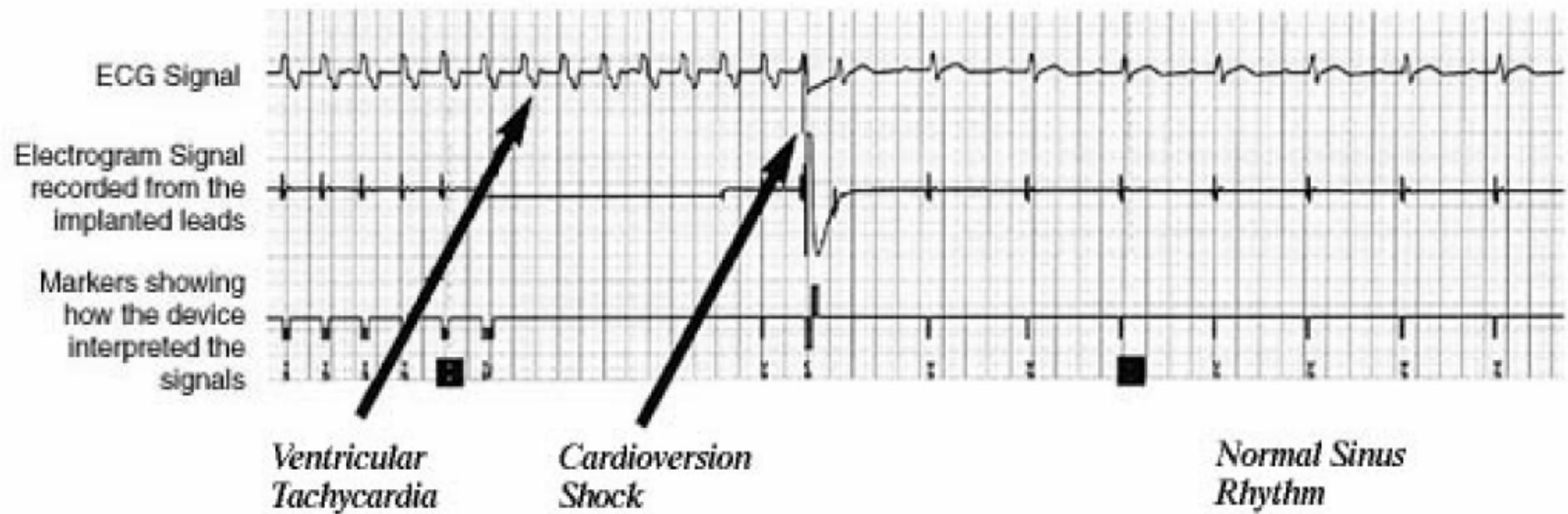
Wspomaganie elektryczne pracy serca

- Rozrusznik serca – regulacja rytmu, częstotliwości skurczu, barykardia, bloki przewodzenia
- Kardiowerter: mały szok elektryczny w celu przywrócenia rytmu (V tach), synchronizowany z EKG (załamek T – uwaga można wywołać migotanie komór)
- Defibrylator: duży szok elektryczny w celu „resetu” serca – wprowadzenie komórek w stan refrakcji – repolaryzacji i wznowienia normalnego rytmu (VFib)

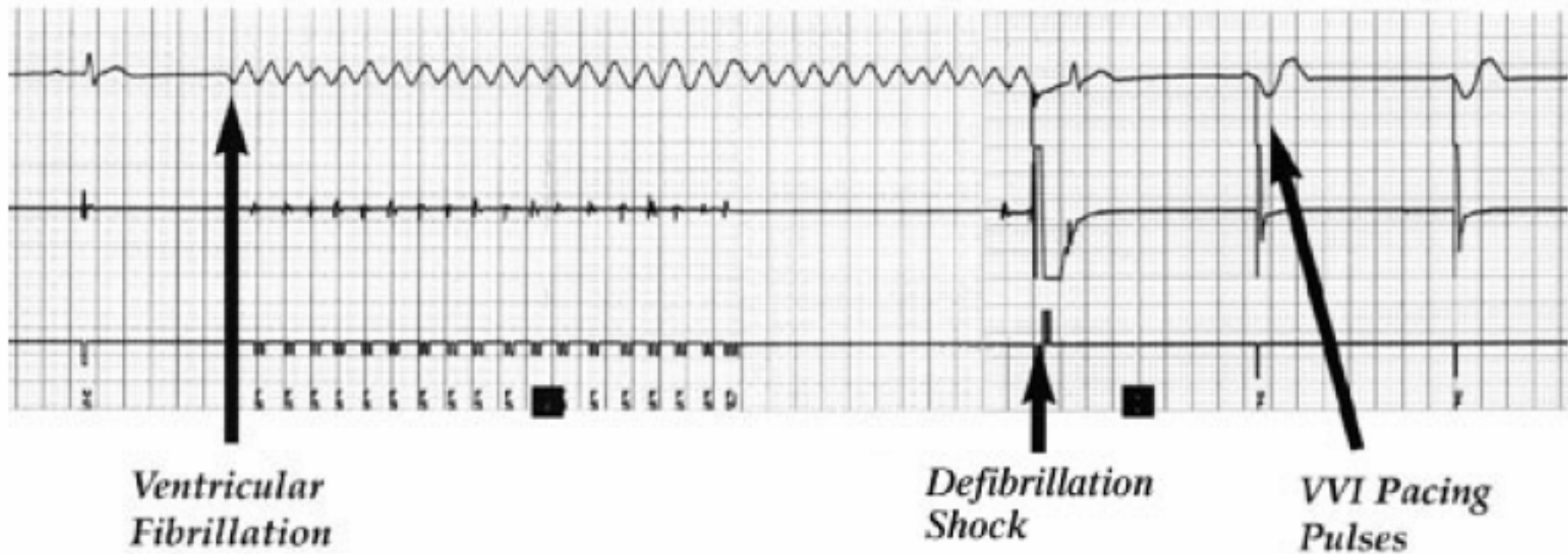


- 
- Kardiowersja elektryczna zabieg przywracający prawidłowy rytm serca u chorych z migotaniem i trzepotaniem przedsionków, z częstoskurczami komorowymi i nadkomorowymi. Polega na dostarczeniu zsynchronizowanego z EKG impulsu elektrycznego o małej energii do serca np.: przez elektrody przyłożone do klatki piersiowej.
 - Defibrylacja – zabieg reanimacyjny często ratujący życie chorego. Stosowany jest w migotaniu komór, które nie leczone prawie zawsze prowadzi do śmierci. Różnica między kardiowersją a defibrylacją polega na braku synchronizacji z zapisem EKG.

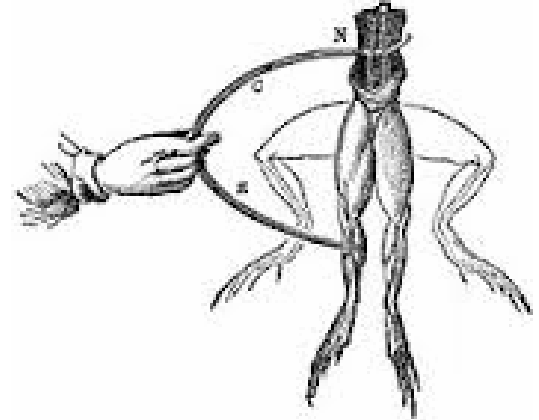
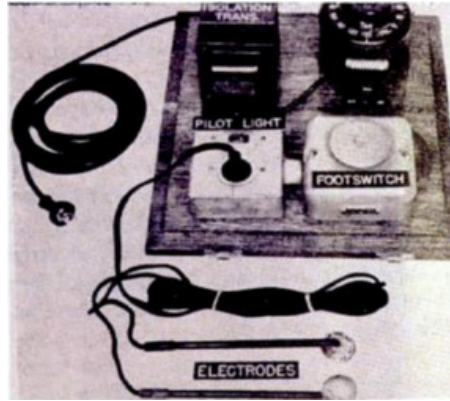
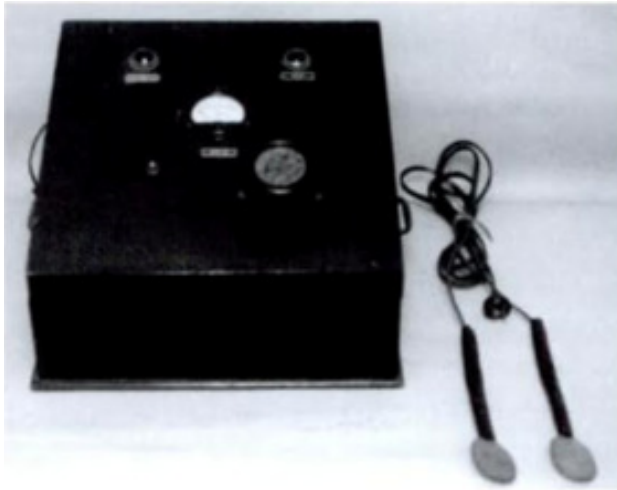
Kardiowersja



Defibrylacja



Historia



- 1791 Galvani skurcz mięśnia może zostać wywołany przepływem prądu elektrycznego przez tkankę
- 1850, Karl Ludwig przy użyciu prądu elektrycznego wprowadził w trzepotanie serce psa
- 1900 Batelli and Prevost odkryli, że przy użyciu prądu o małym natężeniu można wprowadzić serce w Vfib, a prąd o większym natężeniu zatrzymuje Vfib
- Gurvich and Yuniev używali ładunku elektrycznego zgromadzonego w dużych kondensatorach do defibrylacji psów
- 1950 Hooker and Kouwenhoven pokazali, że skuteczna defibrylacja może zostać przeprowadzona bez otwierania klatki piersiowej pacjenta
- 1960 Bernard Lown opracował pierwszy defibrylator DC, „Lown waveform” była standardem aż do czasu wprowadzenia dwubiegunowej defibrylacji pod koniec lat 80 XX wieku.



Defibracja 25 min 11:10:27
14.11.08
61
58
97
2
150 J
155 J
Tryb ręczny dorosł
Twoja dawka energii
Aby przełączyć na automatyczny tryb

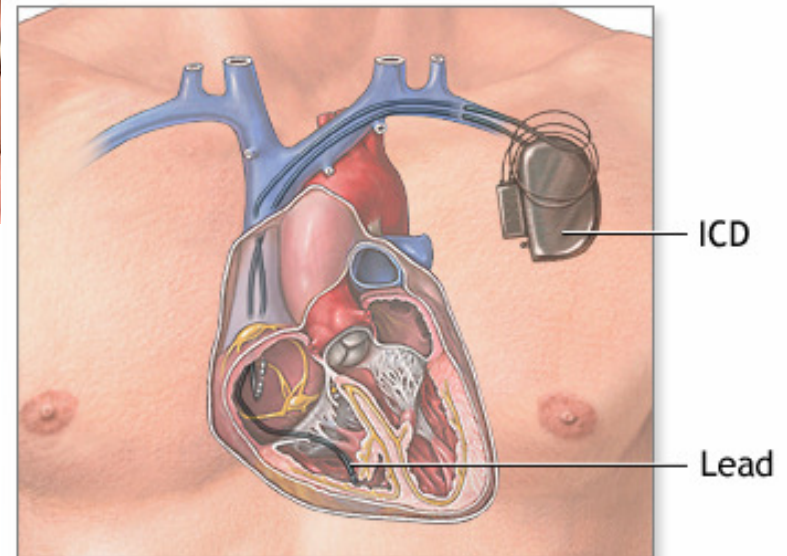
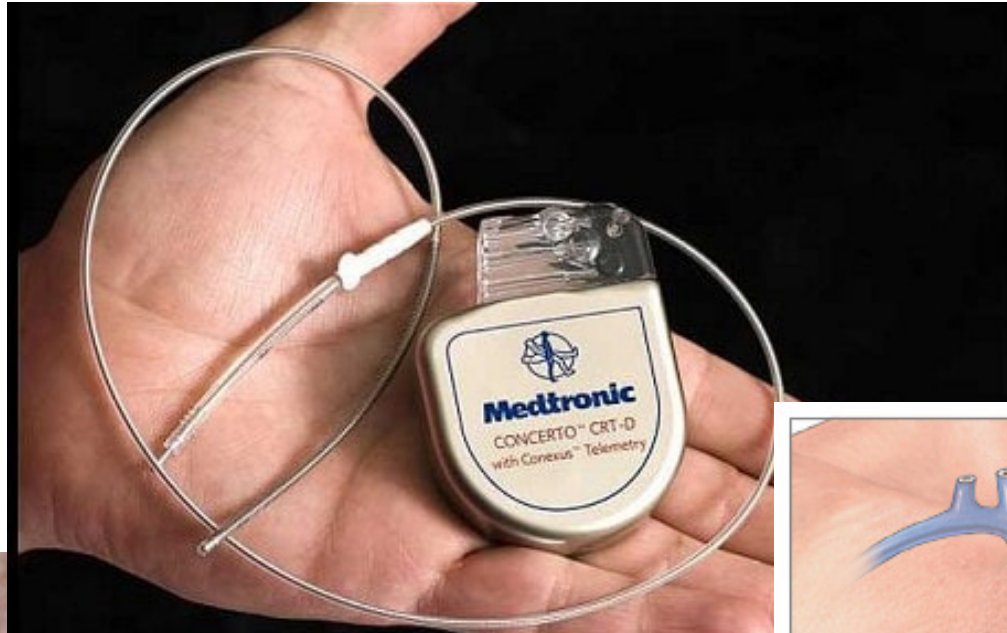
DefiMax biphasic

POWER
Pacemaker
DEFIBRYLACJA 1 2 3

STERNUM

PEL

ICD – implantable cardioverter defibrillator



An implantable cardioverter-defibrillator (ICD) detects a rapid heartbeat coming from the bottom of the heart

ICD Evolution

Medtronic Implantable Defibrillators (1989-2000)



209 cc



113 cc



80 cc



80 cc



72 cc



54 cc



62 cc



49 cc



39.5 cc



39 cc



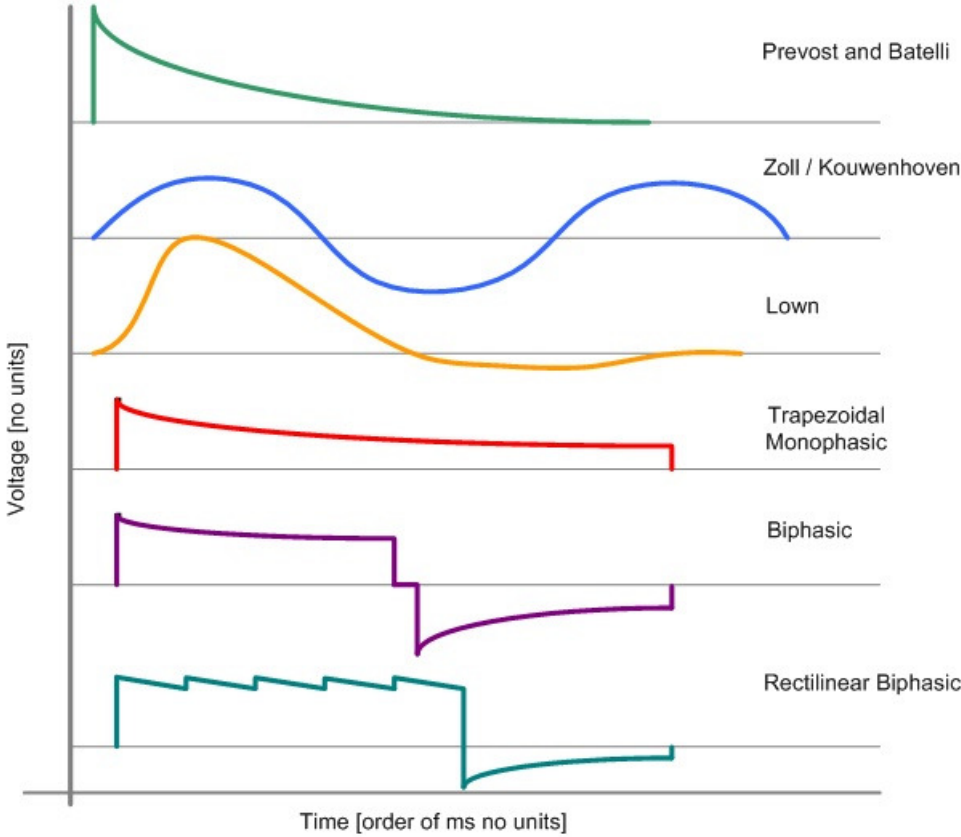
39.5 cc

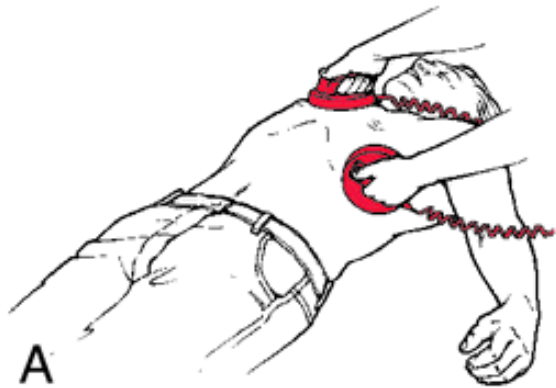


39 cc

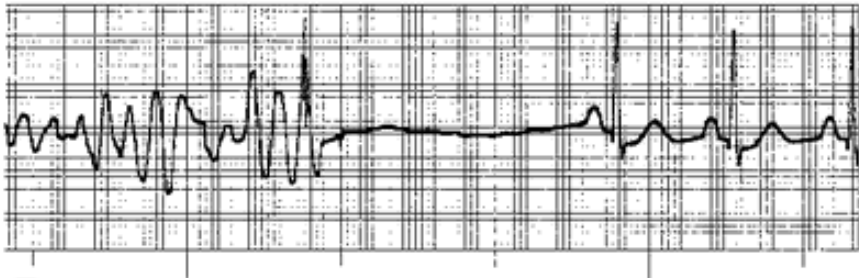


Przebiegi

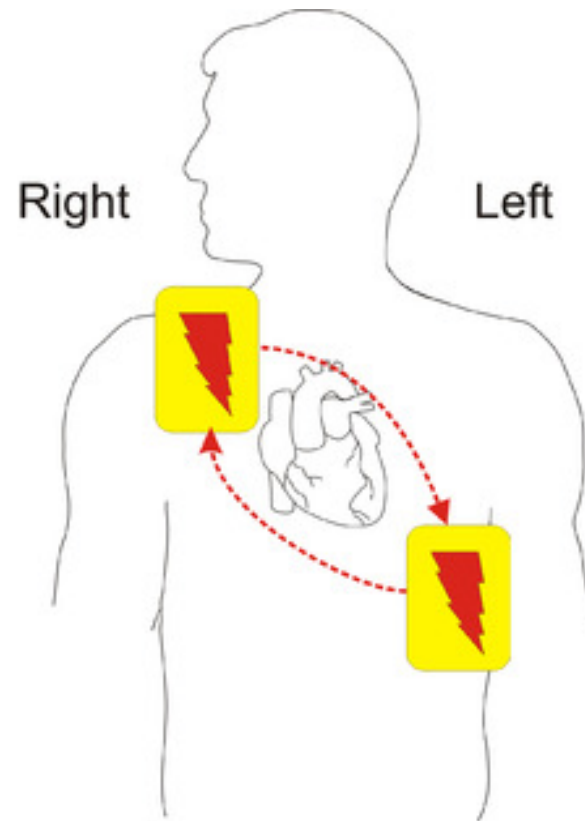




A



B





Dziękuję za uwagę