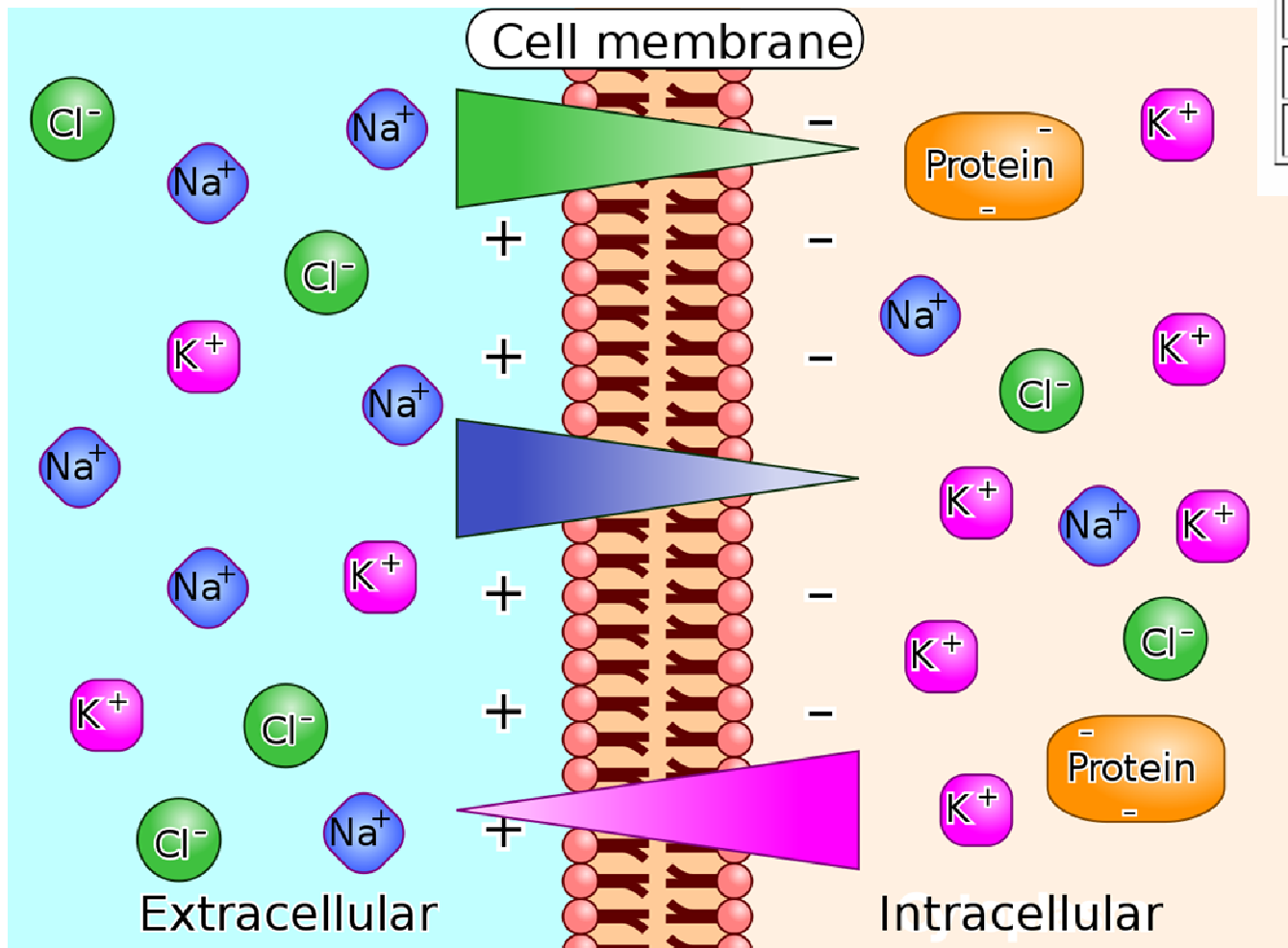


Elektroniczna Aparatura Medyczna 2019

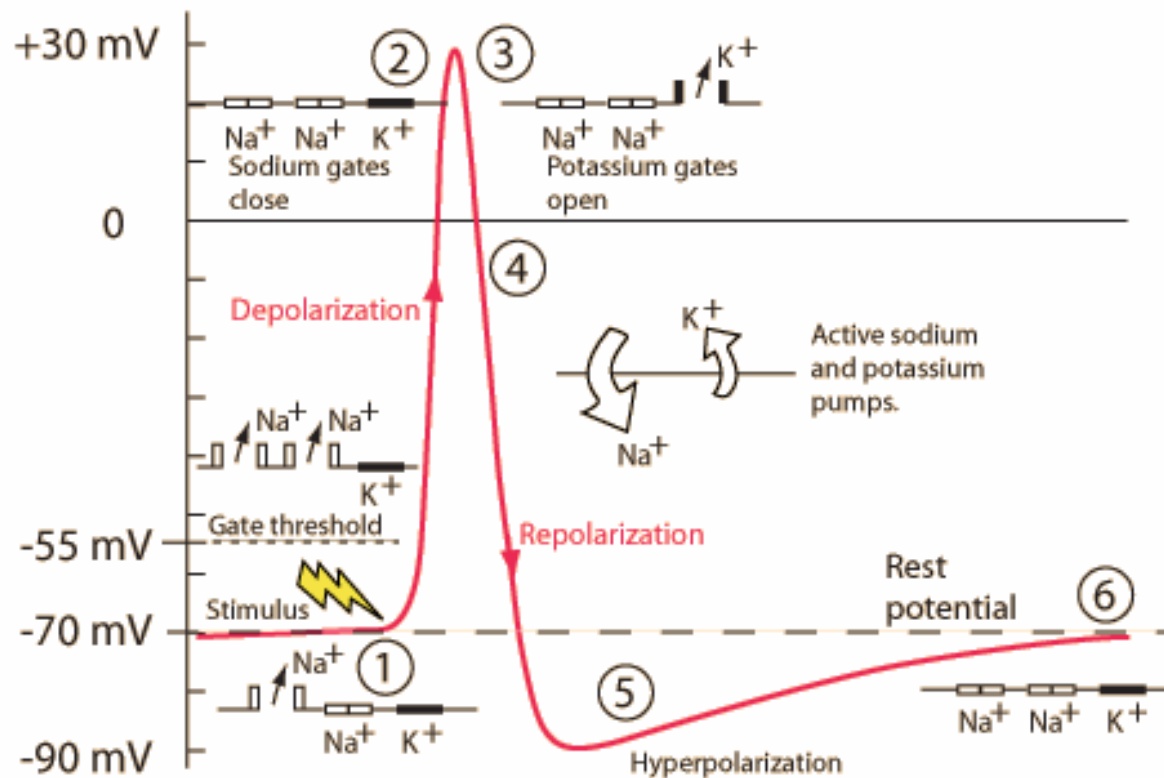
Mateusz Moderhak, EA106
matmod@biomed.eti.pg.gda.pl

Potencjał czynnościowy



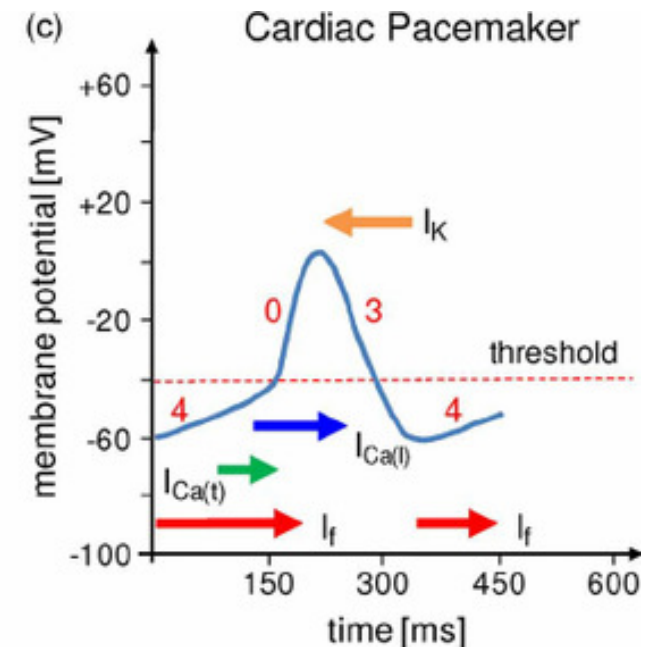
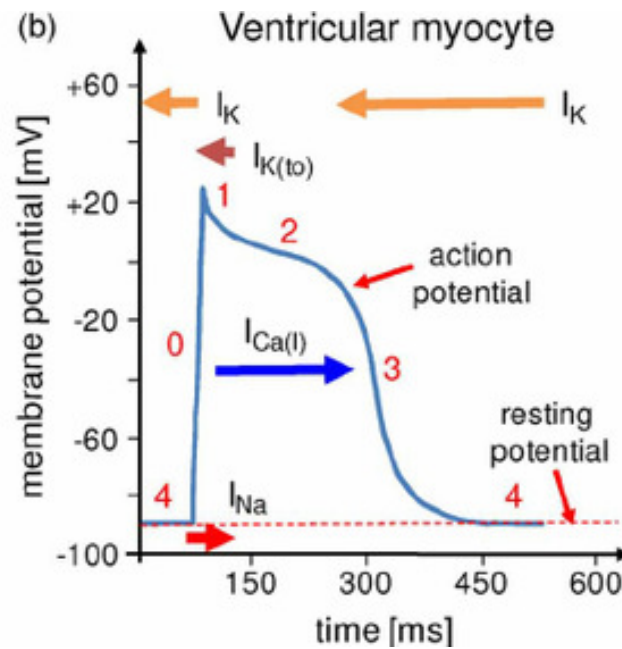
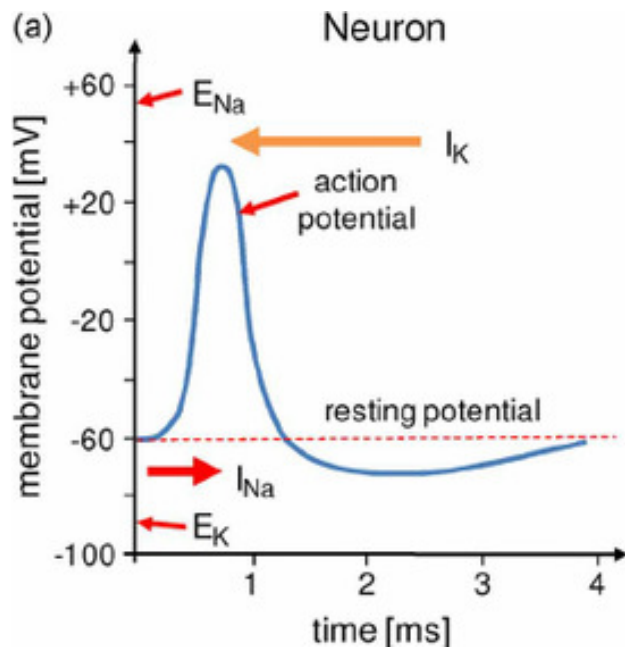
Rodzaj jonu	Stęż. zewn. kom.	Stęż. wewn. kom.
K ⁺	4 mM	140 mM
Na ⁺	144 mM	ok. 10 mM
Cl ⁻	114 mM	ok. 4 mM

Potencjał czynnościowy

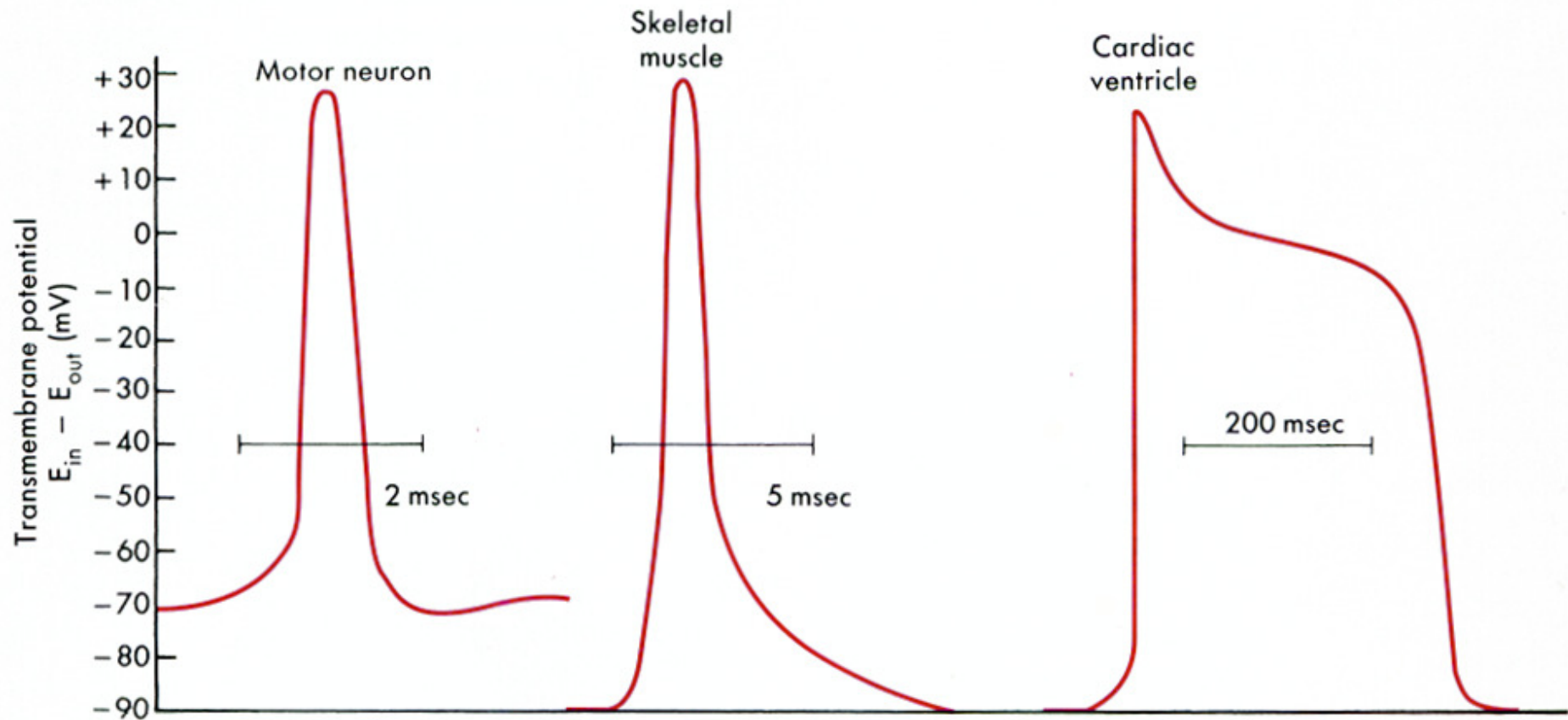


1. gwałtowny wzrost potencjału błonowego
depolaryzacja
2. spadek potencjału błony
repolaryzacja
3. potencjał błony jest niższy od potencjału spoczynkowego
hiperpolaryzacja

Potencjał czynnościowy

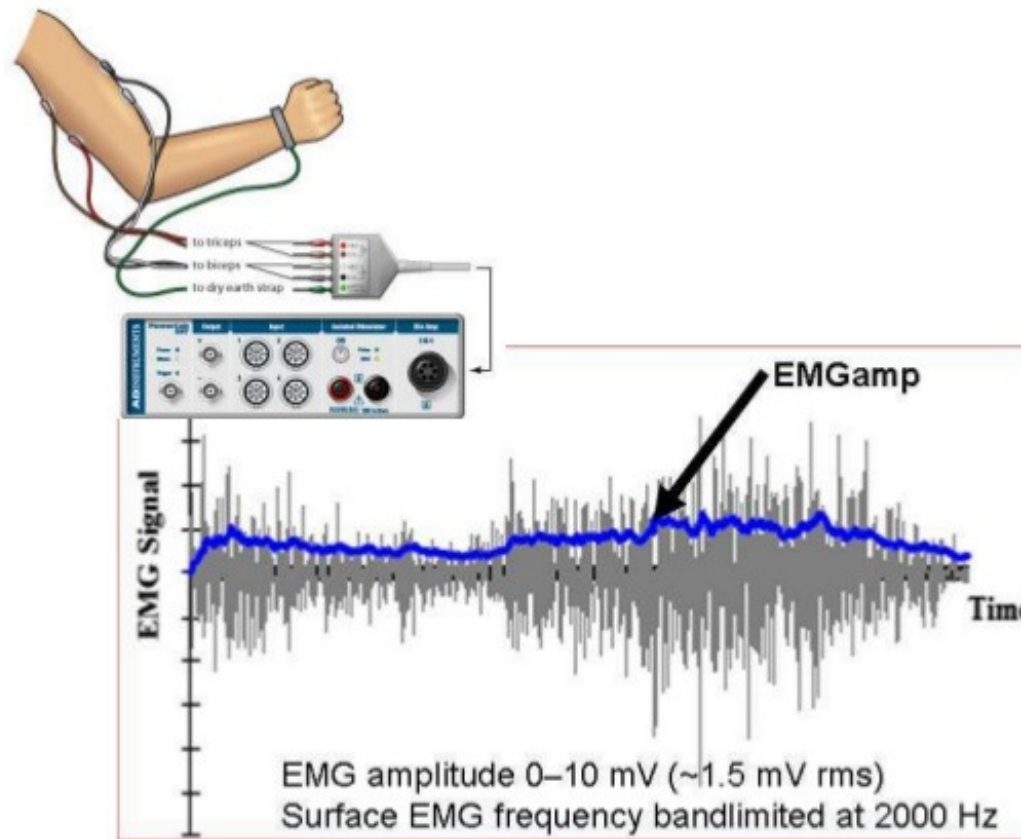


Potencjał czynnościowy

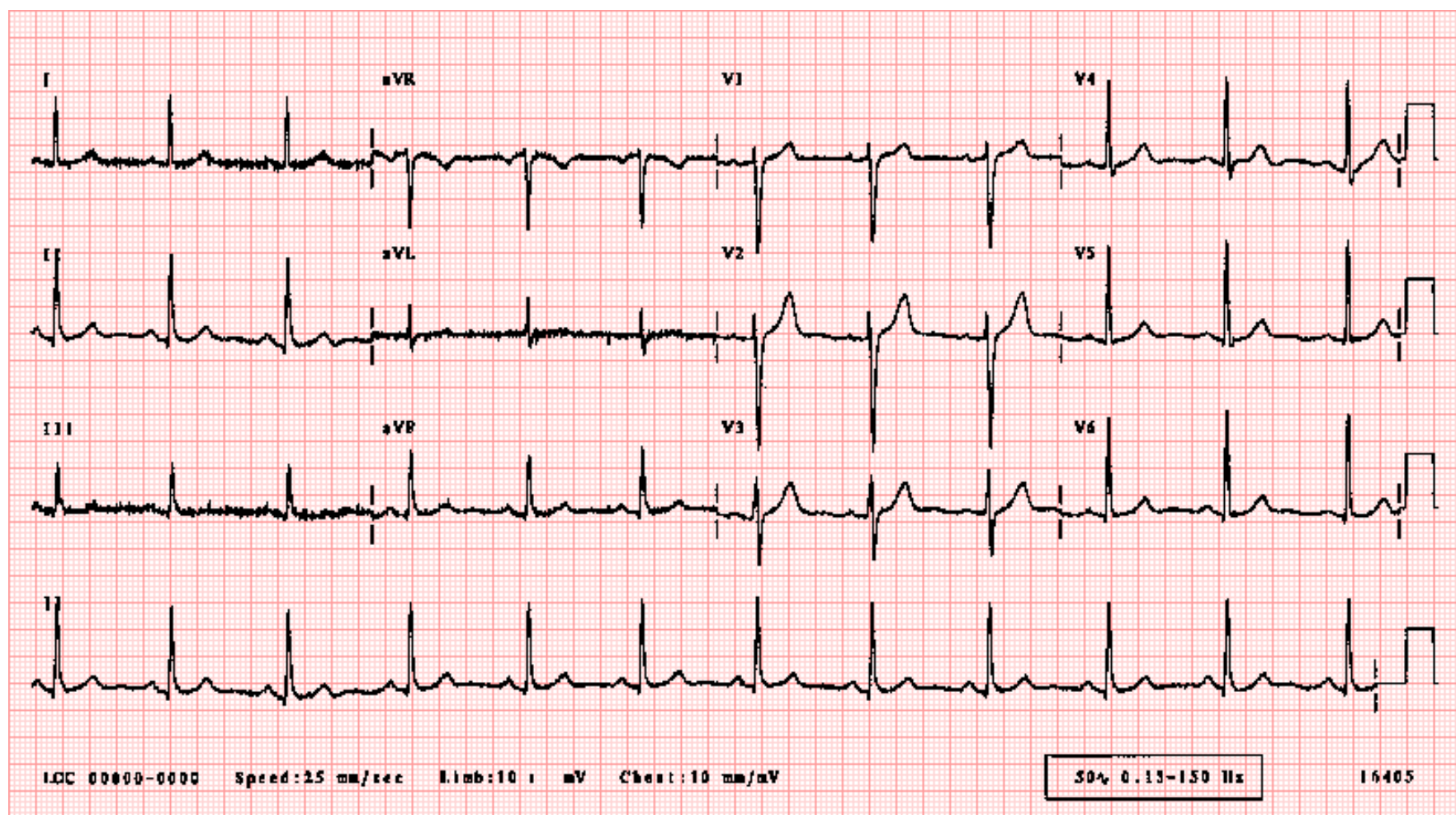


Od potencjału czynnościowego do EMG

Electromyogram (EMG)



Od potencjału czynnościowego do EKG



Elektrokardiografia

Definicja:

elektrokardiografia [gr. élektron ‘bursztyn’, kardía ‘serce’, gráphō ‘piszę’], EKG, jedna z metod diagnostycznych elektrografii polegająca na ocenie mechanicznej czynności serca na podstawie analizy jego czynności elektrycznej

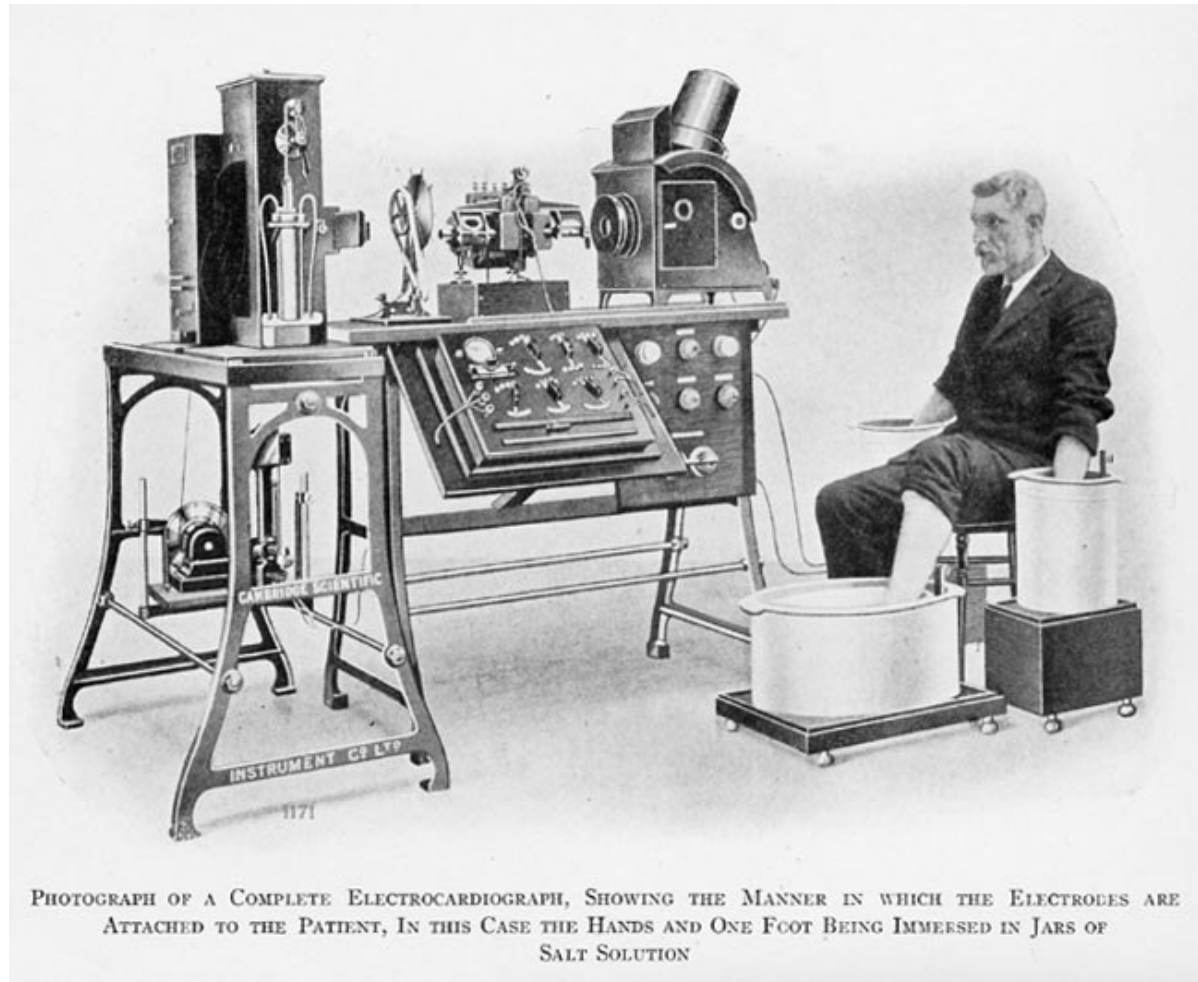
Historia EKG

Za pioniera elektrokardiografii uważa się Willema Einthovena, który pracował nad rozwiązaniem 1889 -1924r.

W 1924r. Został nagrodzony nagrodą Nobla w dziedzinie medycyny za prace nad EKG.



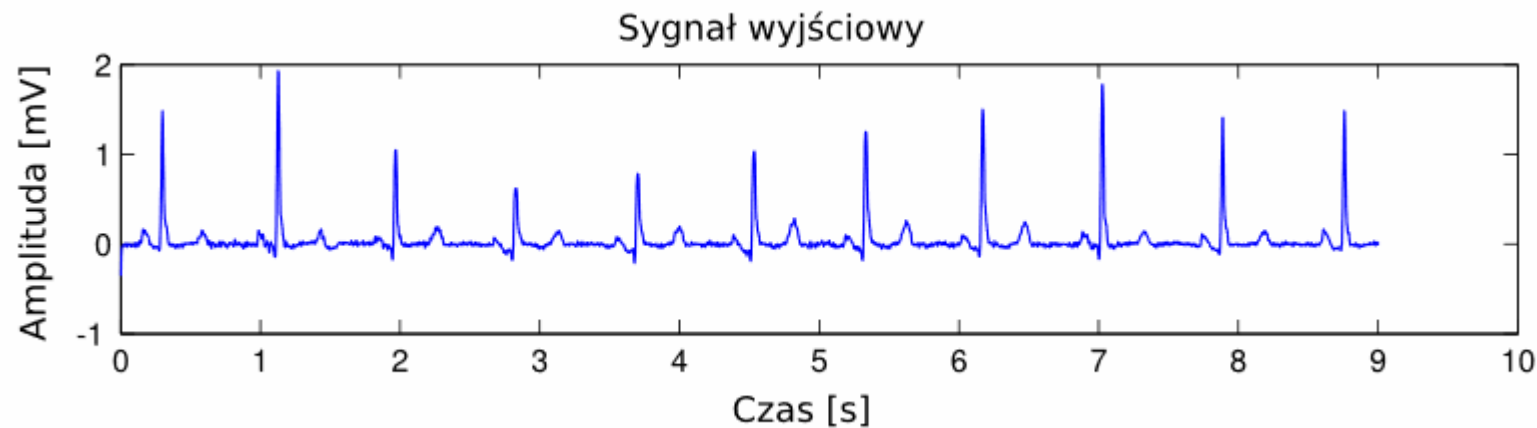
Historia EKG



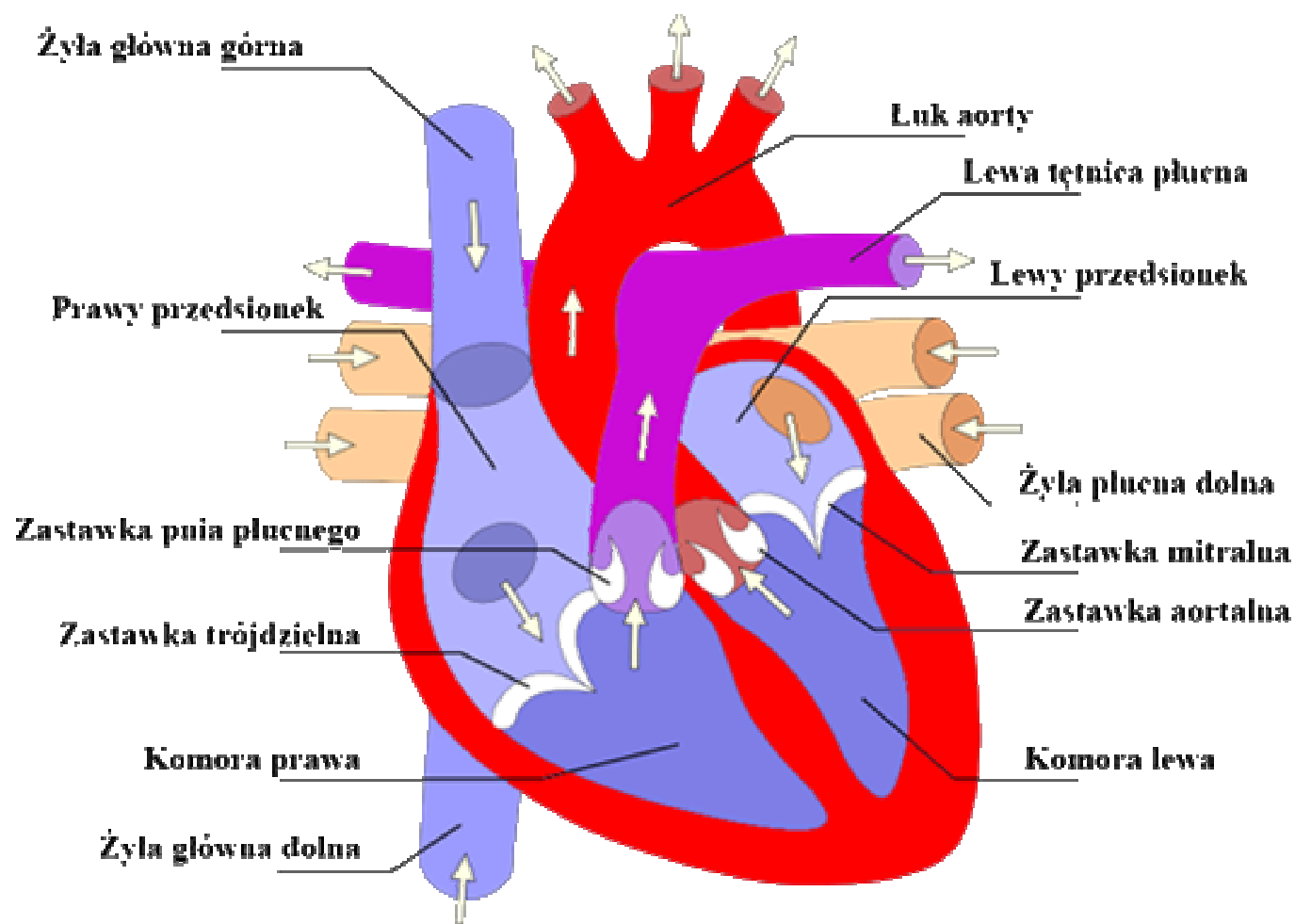
EKG charakterystyka sygnału / EKG a potencjał czynnościowy?

Parametry sygnału EKG

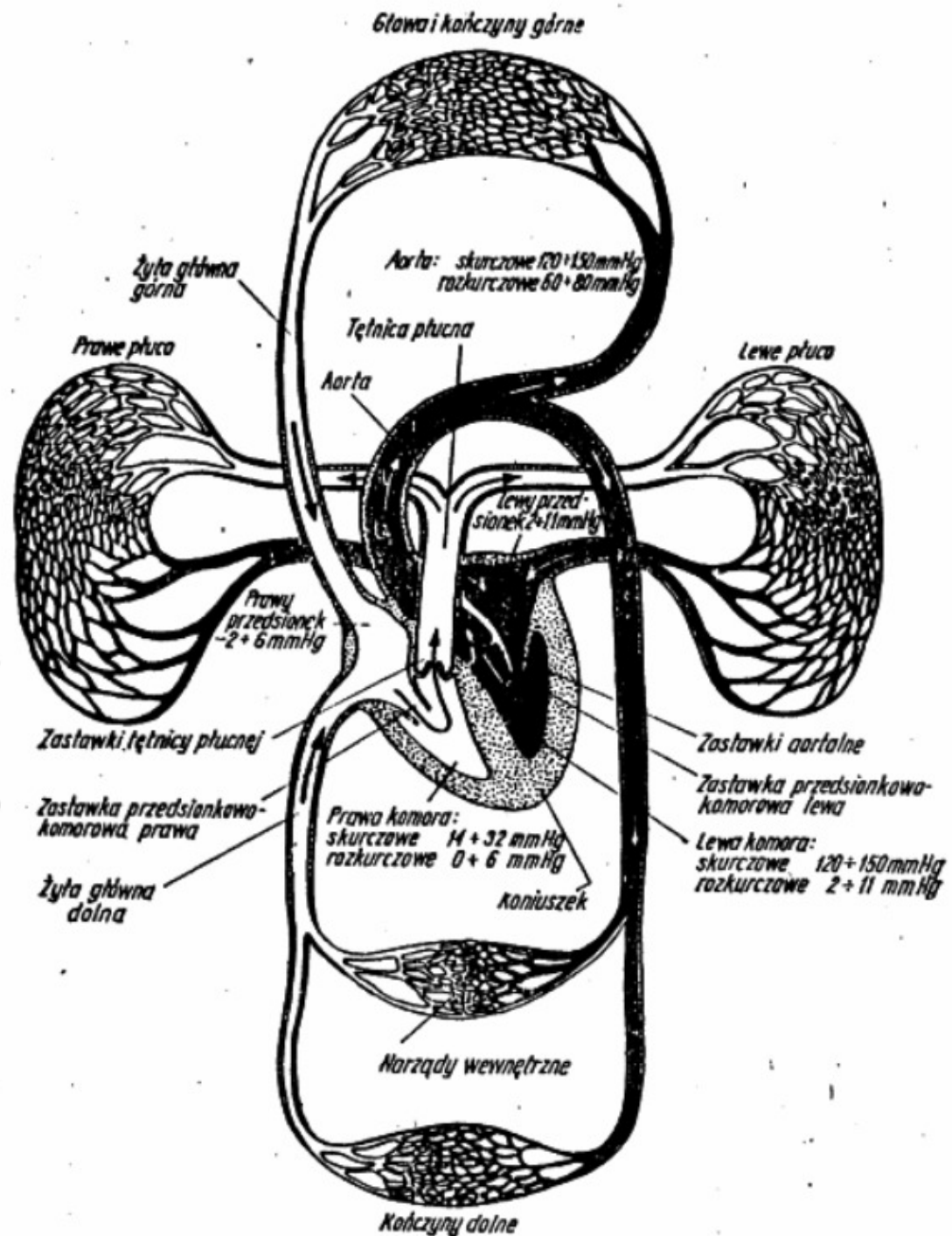
- zakres amplitudy: $0,5 - 5 \text{ mV}$,
- zakres częstotliwości: $0,05 - 250 \text{ Hz}$



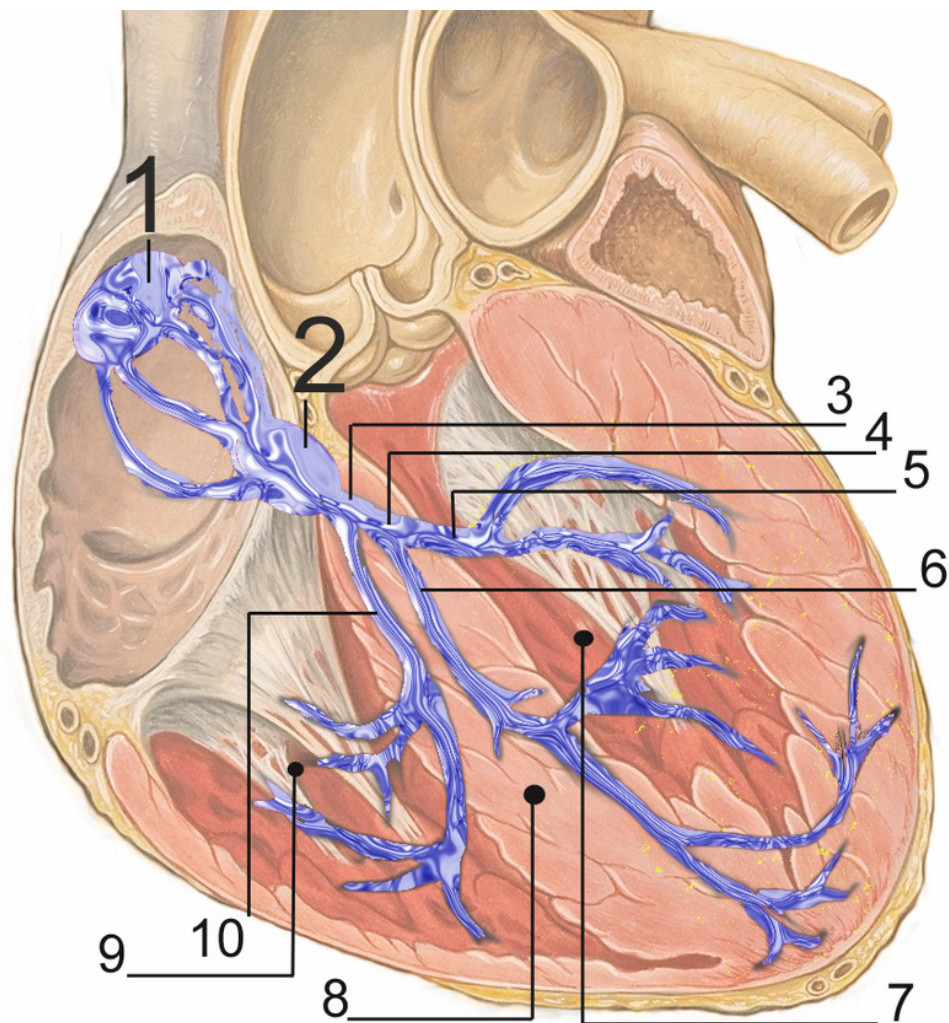
Budowa serca



Układ krążenia



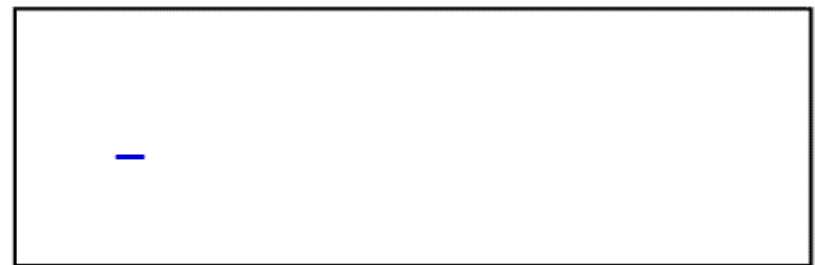
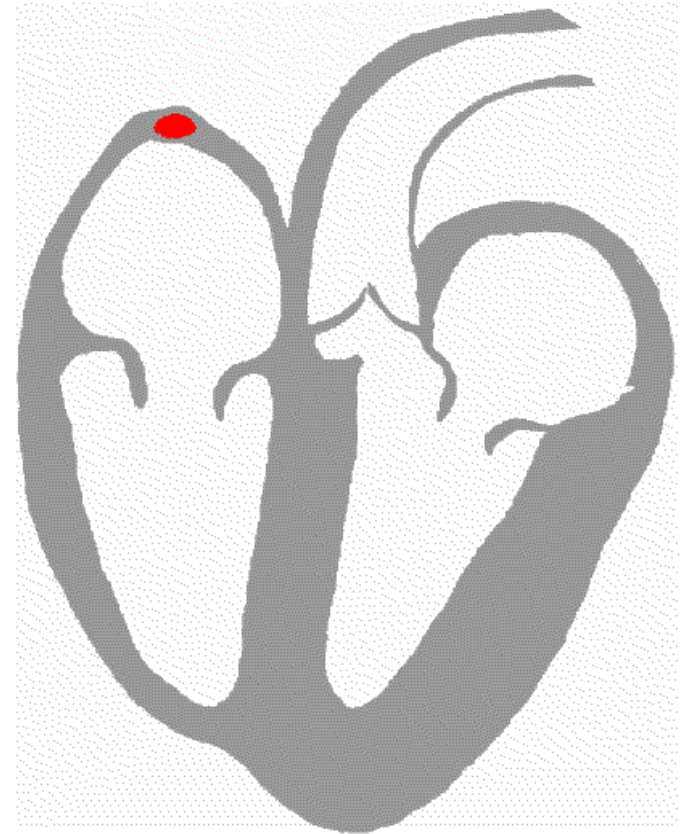
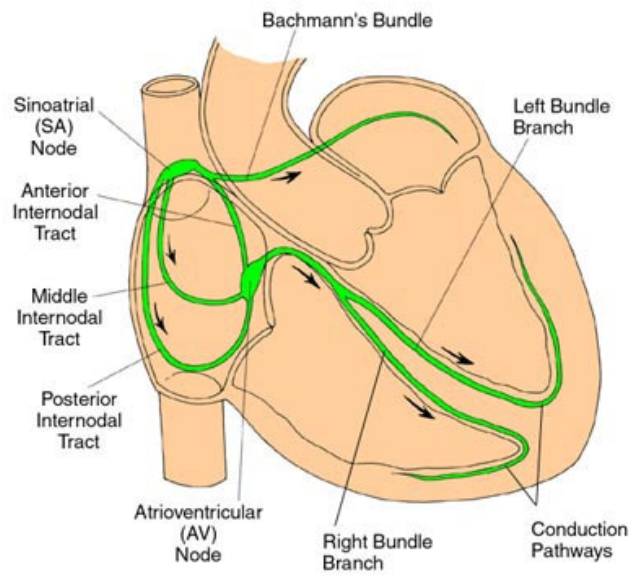
„Elektryka” serca



Układ bodźcotwórczo-przewodzący:

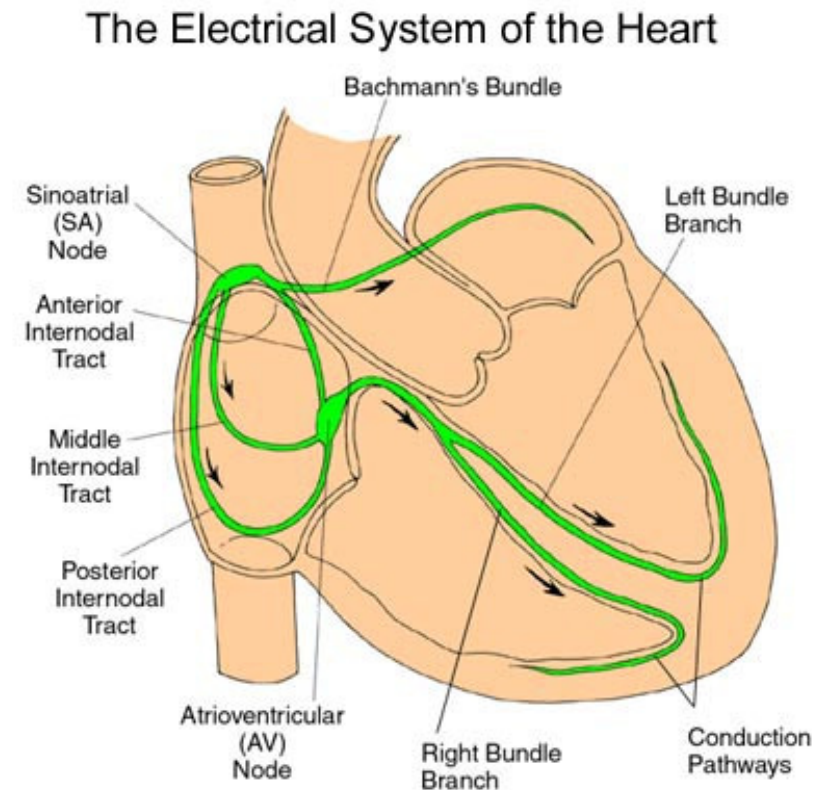
1. węzeł zatokowo-przedsionkowy
2. węzeł przedsionkowo-komorowy
3. pęczek Hisa
4. lewa odnoga pęczka Hisa
5. wiązka tylna lewej odnogi
6. wiązka przednia lewej odnogi
7. lewa komora
8. przegroda międzykomorowa
9. prawa komora
10. prawa odnoga pęczka Hisa

The Electrical System of the Heart

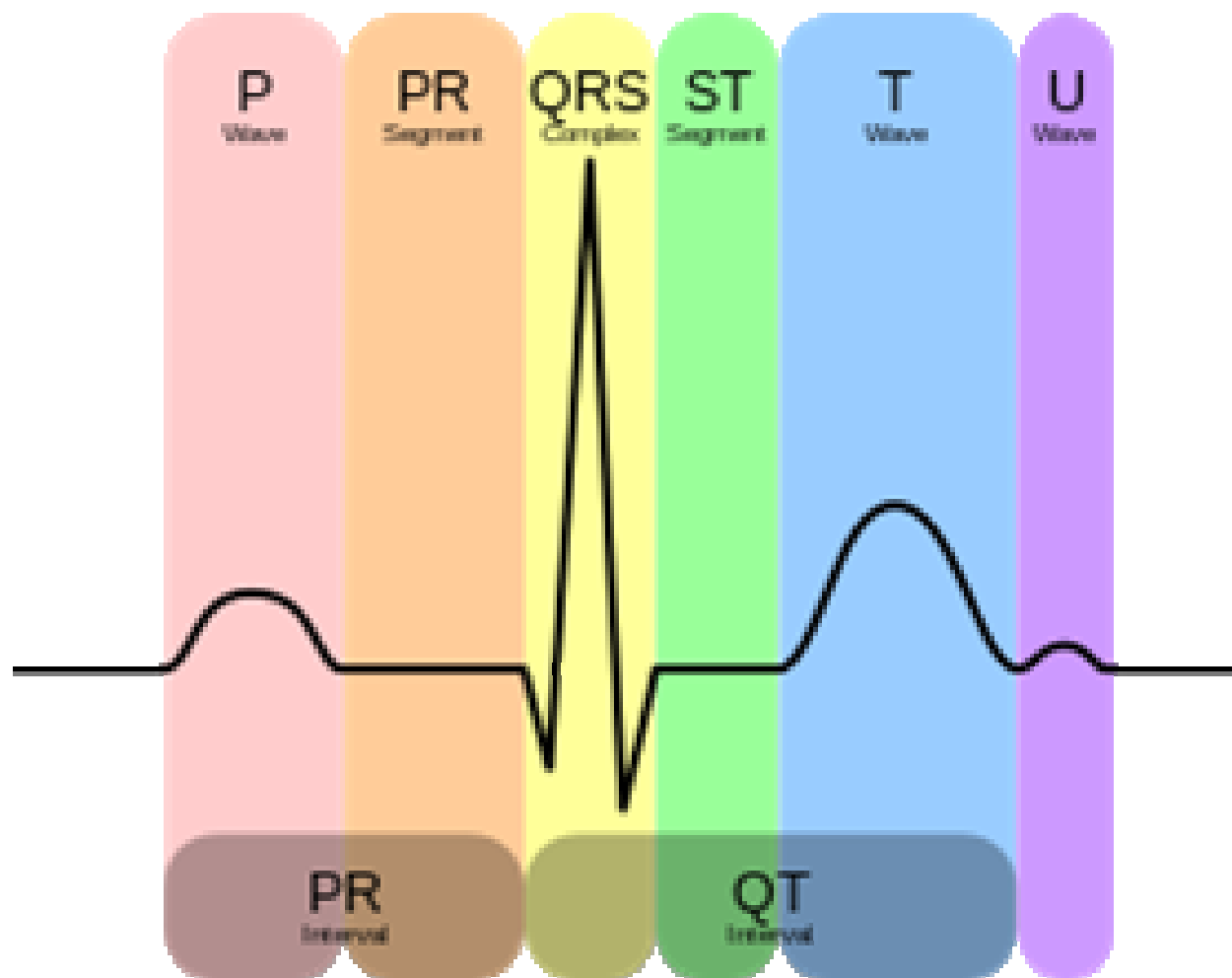


Akcja serca:

- 1) Generacja potencjału czynnościowego w SA (samoczynnie 60-100 Hz)
- 2) Skurcz przedsionków (depolaryzacja)
- 3) Impuls przemieszcza się: AV → p. Hisa → wł. Purkinjego
- 4) Skurcz komór → wyrzut krwi i jednoczesny rozkurcz przedsionków (niewidoczny w EKG)
- 5) Rozkurcz przedsionków (repolaryzacja komórek)

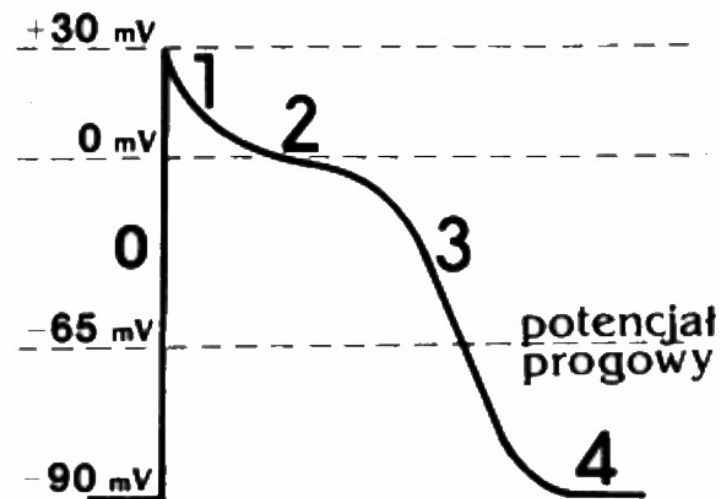


Kompleks P Q R S T - rytm zatokowy

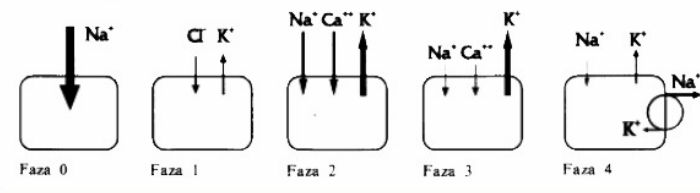


Elektrokardiogram jest graficznym zapisem zmian potencjału w trakcie depolaryzacji i repolaryzacji komórek mięśnia sercowego.

Fazy potencjału czynnościowego w komórce mięśnia serca, a składowe elektrokardiogramu.

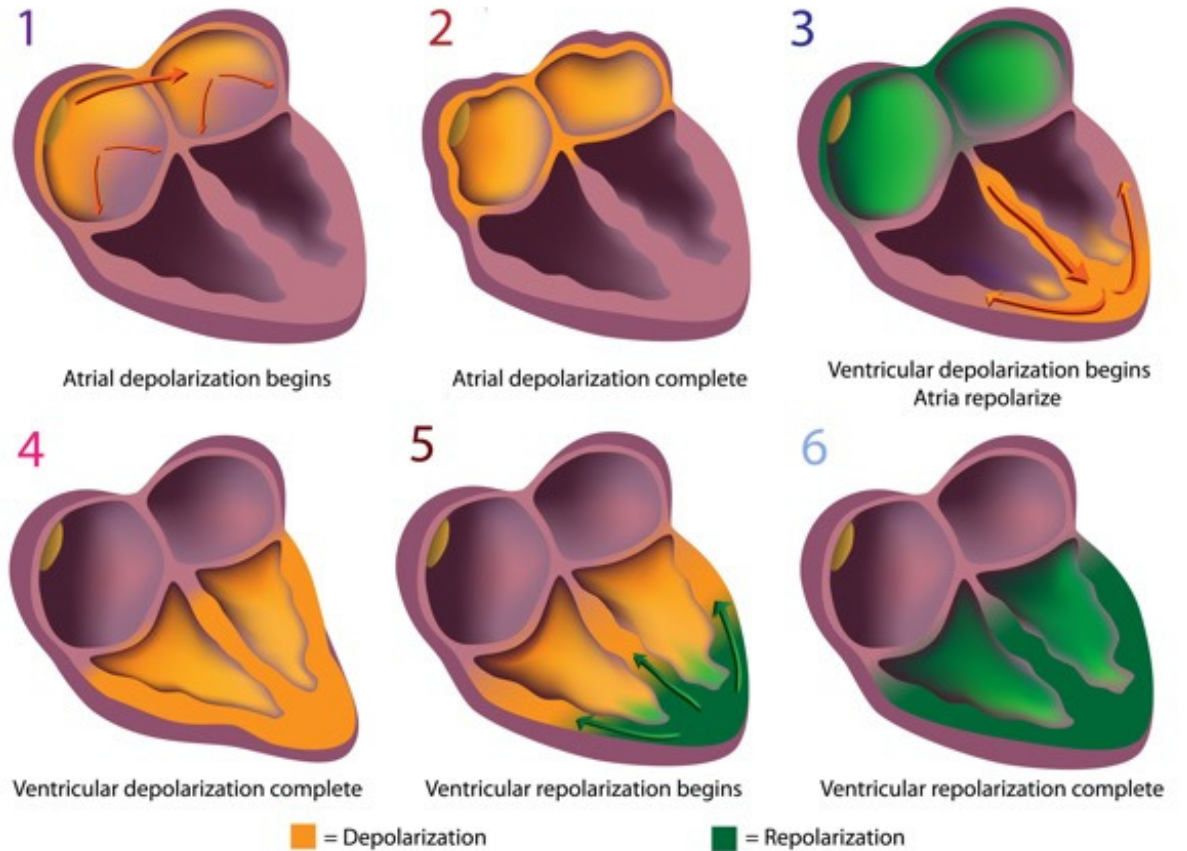
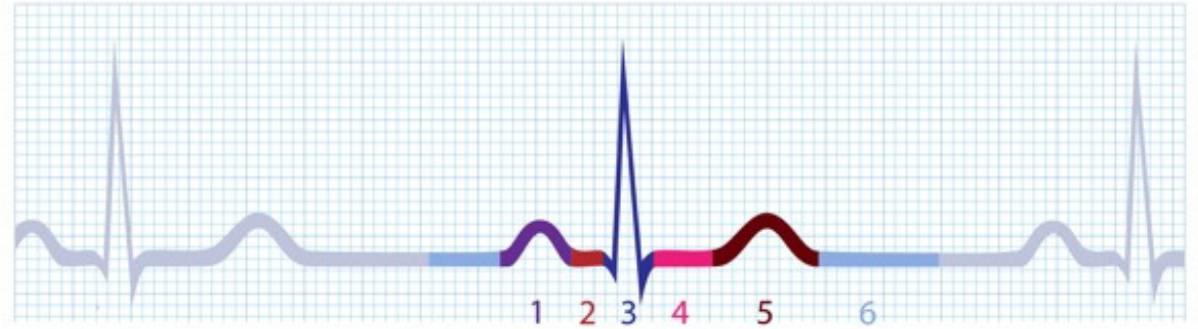


Graficzna ilustracja zmian jonowych zachodzących w poszczególnych fazach potencjału czynnościowego.

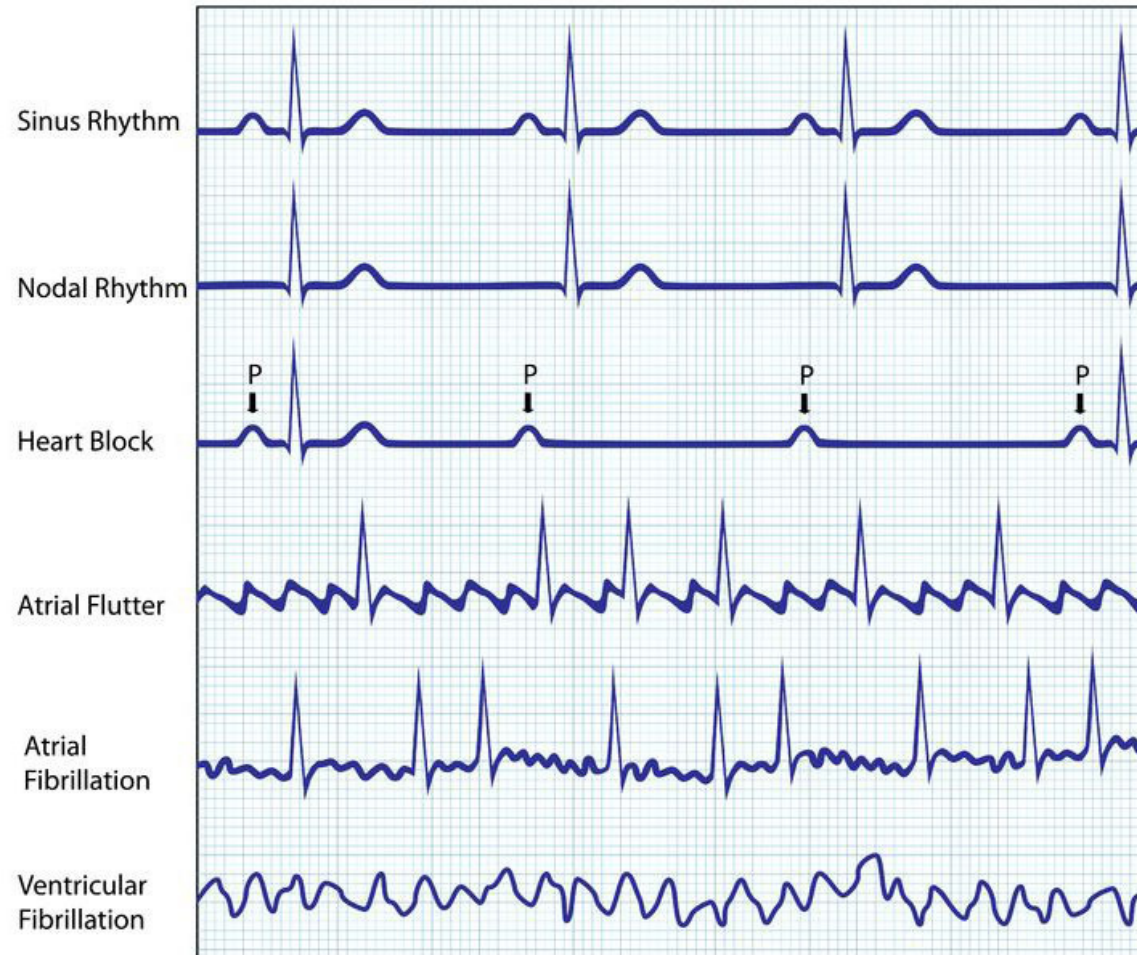


Powiązanie kształtu przebiegu EKG z fazami rozchodzenia się pobudzenia w sercu

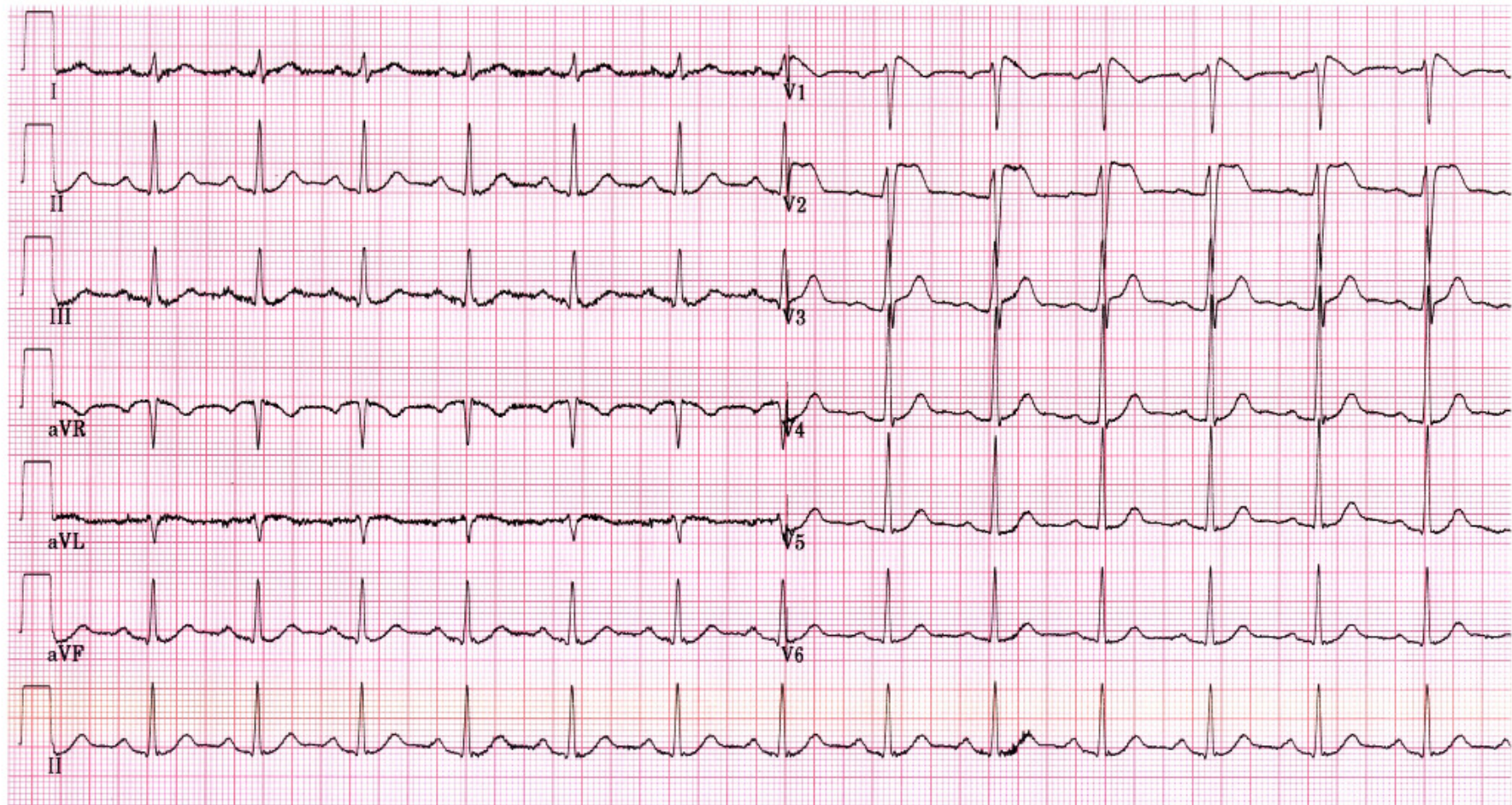
ECG and electrical activity of the myocardium



Normal and Pathological Electrocardiograms



Skąd tyle różnych kształtów przebiegu?



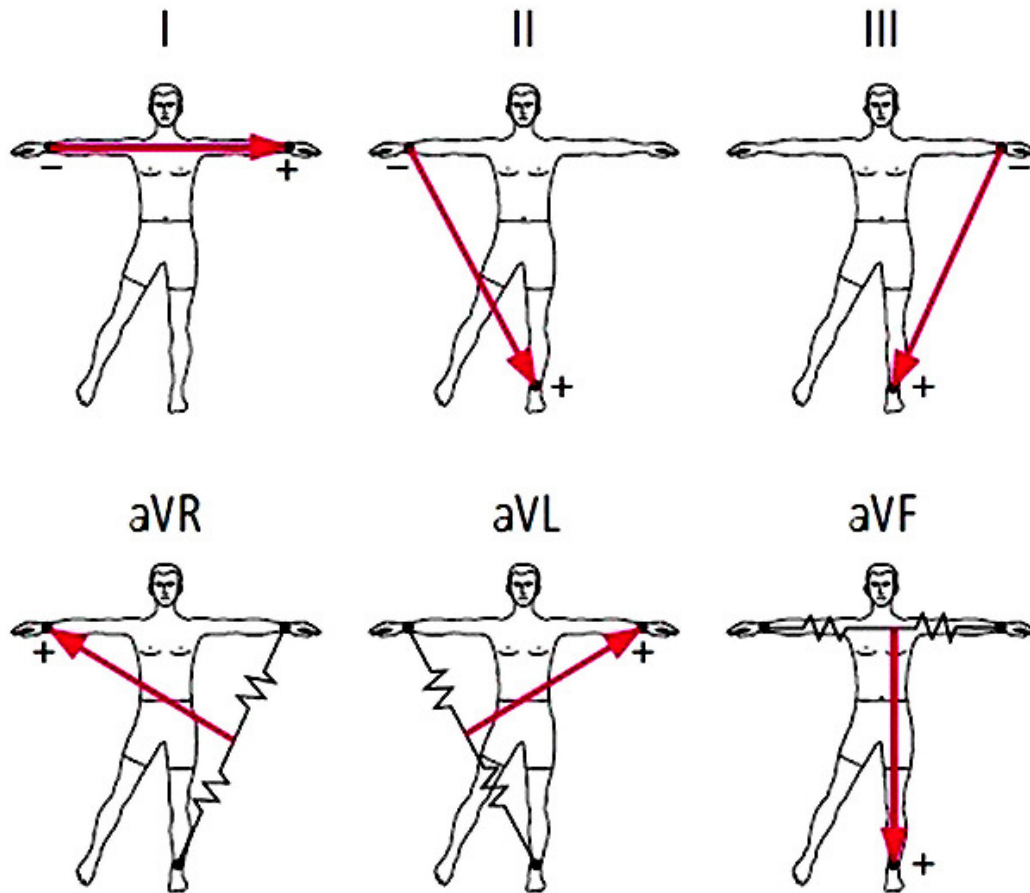
Courtesy of W.G. de Voogt, MD, PhD, Amsterdam, The Netherlands

ECG PEDIA.ORG
part of cardionetworks.org

Skąd tyle różnych kształtów przebiegu?



Odprowadzenia EKG

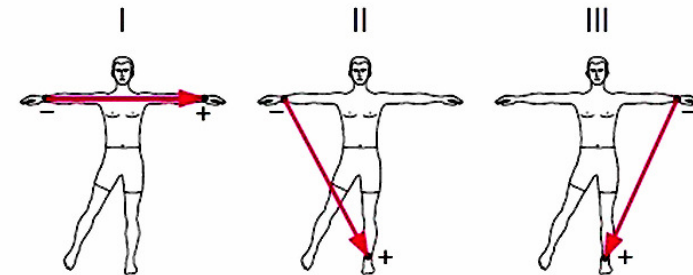


- Klasyczne Einthovenowskie
- Wzmocnione
- Które z nich można zmierzyć w sposób bezpośredni?

Odprowadzenia Einthovena:

Odprowadzenia dwubiegunowe kończynowe Einthovena

- prawa ręka (RA),
- lewa ręka (LA),
- lewa goleń (LF),
- prawa goleń (tzw. punkt odniesienia; ziemia).



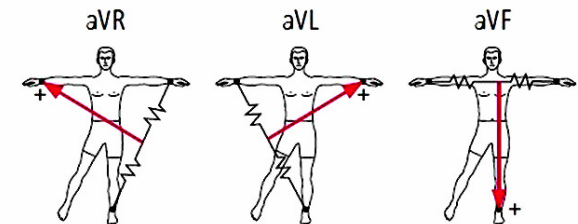
Pomiędzy pierwszymi trzema ww. elektrodami wykonuje się pomiar różnicy potencjałów (w mV):

- odprowadzenie I – różnica potencjałów pomiędzy elektrodami „lewa ręka” a „prawa ręka” (LA – RA),
- odprowadzenie II – różnica potencjałów pomiędzy elektrodami „lewa goleń” a „prawa ręka” (LF – RA),
- odprowadzenie III – różnica potencjałów pomiędzy elektrodami „lewa goleń” a „lewa ręka” (LF – LA).

Odprowadzenia wzmacnione Goldbergera

Z powyższych 3 elektrod odczytujemy również wzmacnione (ang. augmented – wzmacniony, powiększony) sygnały:

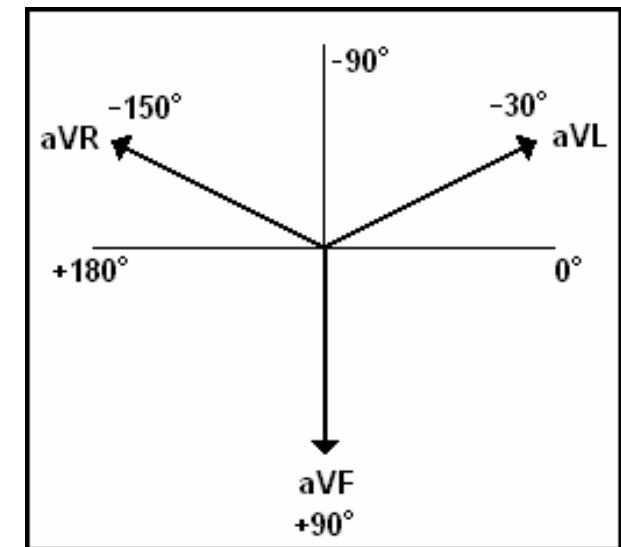
- odprowadzenie aVR – z elektrody „prawa ręka” (RA),
- odprowadzenie aVL – z elektrody „lewa ręka” (LA),
- odprowadzenie aVF – z elektrody „lewa goleń” (LF).



$$aV_R = V_R - \frac{1}{2}(V_L + V_F)$$

$$aV_L = V_L - \frac{1}{2}(V_F + V_R)$$

$$aV_F = V_F - \frac{1}{2}(V_L + V_R)$$



Odprowadzenia przedsercowe Goldberga

V_1 – po prawej stronie mostka,
4-ta przestrzeń międzyżebrowa

V_2 – po lewej stronie mostka, 4-
ta przestrzeń międzyżebrowa

V_3 – w połowie odległości
pomiędzy V_2 i V_4

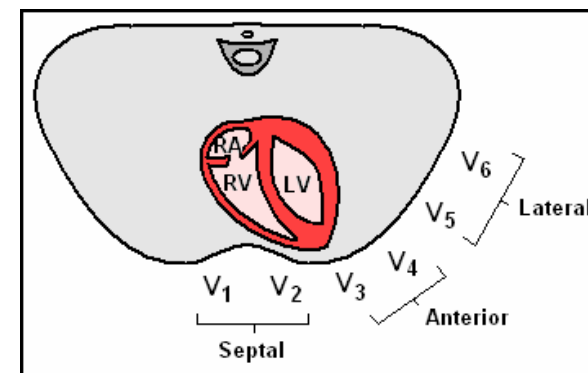
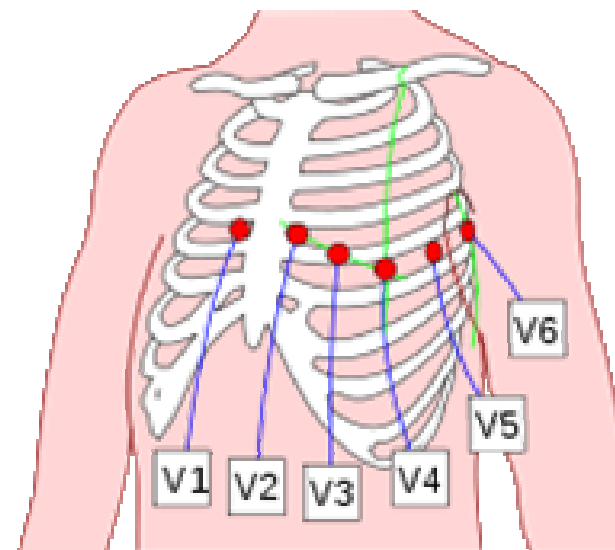
V_{3R} – lustrzanie do V_3

V_4 – linia środkowo-
obojczykowa, 5-ta przestrzeń
międzyżebrowa

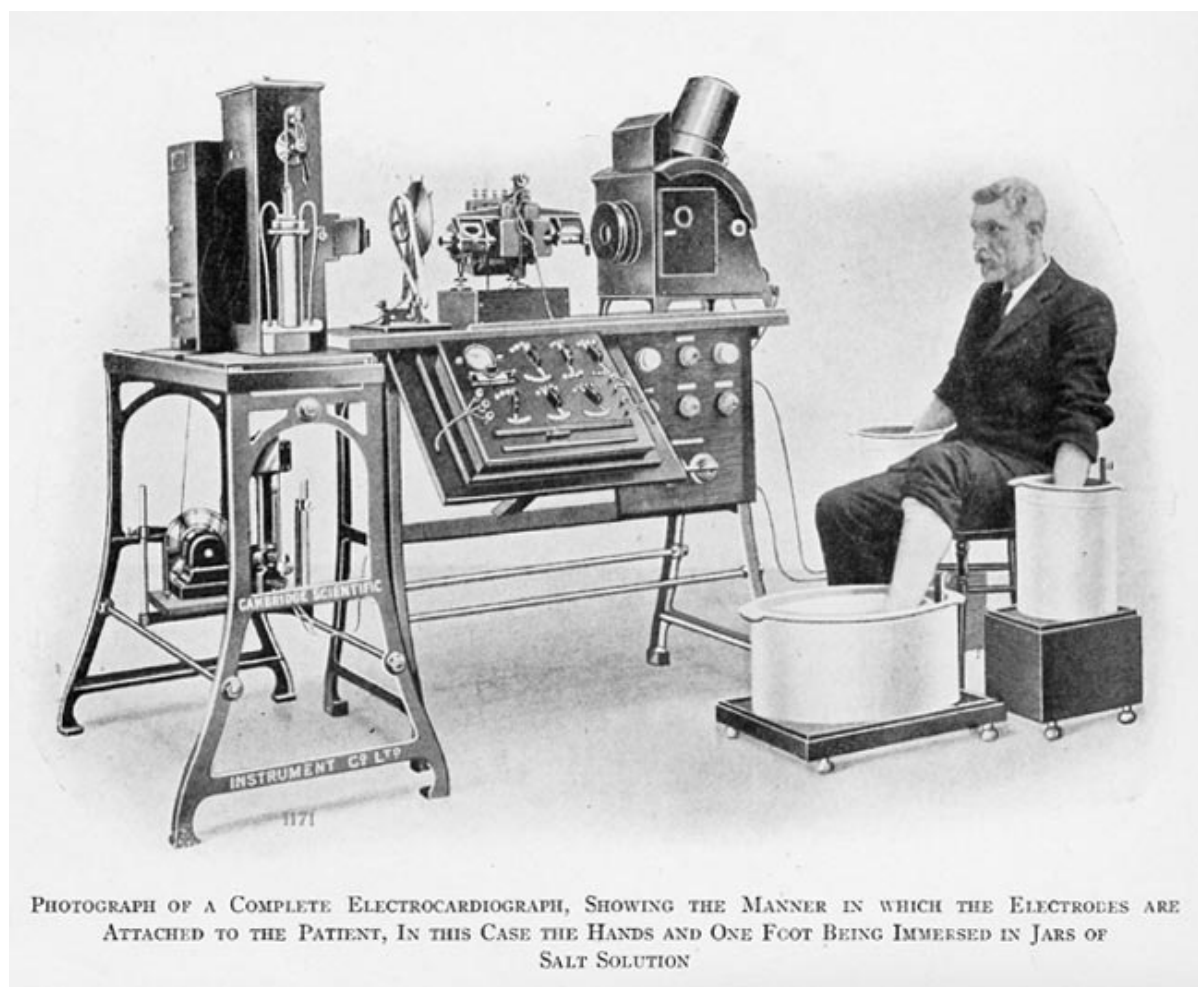
V_5 – w przedniej linii pachowej
na wysokości V_4

V_6 – środkowa linia pachowa, na
wysokości V_4

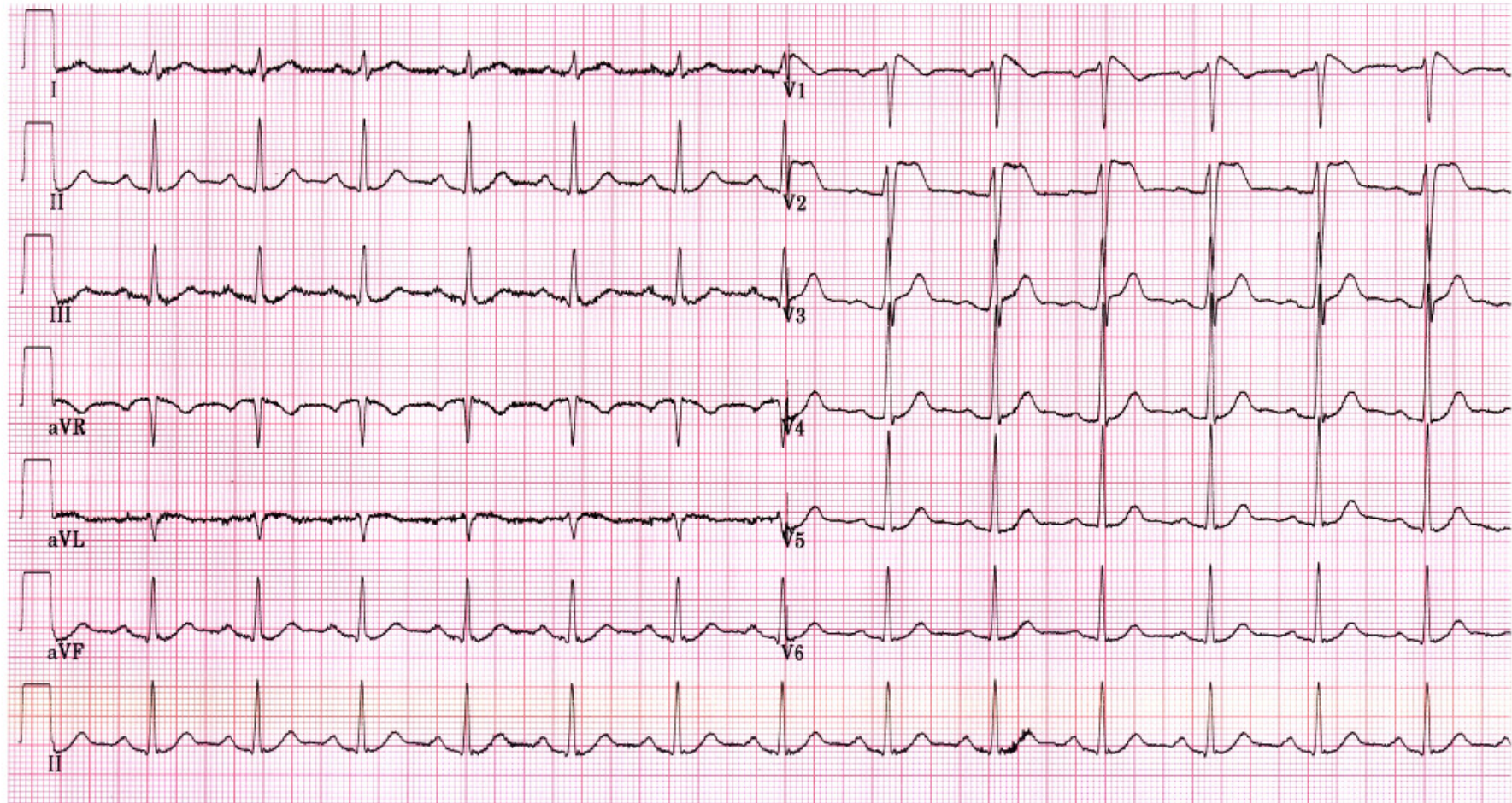
V_E – w okolicy wyrostka
mieczykowego



Odrowadzenia EKG



Skąd tyle różnych kształtów przebiegu?

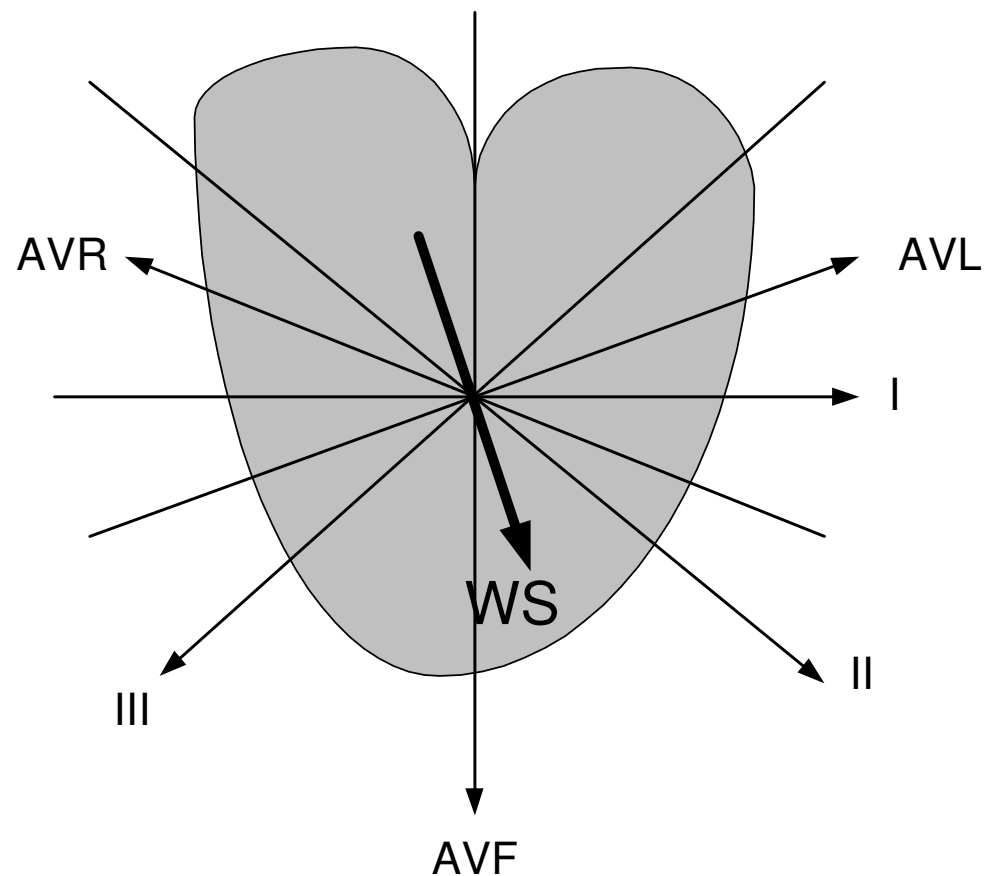


Courtesy of W.G. de Voogt, MD, PhD, Amsterdam, The Netherlands

ECG PEDIA.ORG
part of cardionetwork.org

Wektor serca:

- W każdym odprowadzeniu „oglądamy” serce z innego kierunku, „widzimy” jego inną część



Układ odprowadzeń w zapisie EKG

I	aVR	V ₁	V ₄
II	aVL	V ₂	V ₅
III	aVF	V ₃	V ₆

Widok przegrody

I Lateral	aVR None	V ₁ Septal	V ₄ Anterior
II Inferior	aVL Lateral	V ₂ Septal	V ₅ Lateral
III Inferior	aVF Inferior	V ₃ Anterior	V ₆ Lateral

Ściana przednia

I Lateral	aVR None	V ₁ Septal	V ₄ Anterior
II Inferior	aVL Lateral	V ₂ Septal	V ₅ Lateral
III Inferior	aVF Inferior	V ₃ Anterior	V ₆ Lateral

Ściana boczna

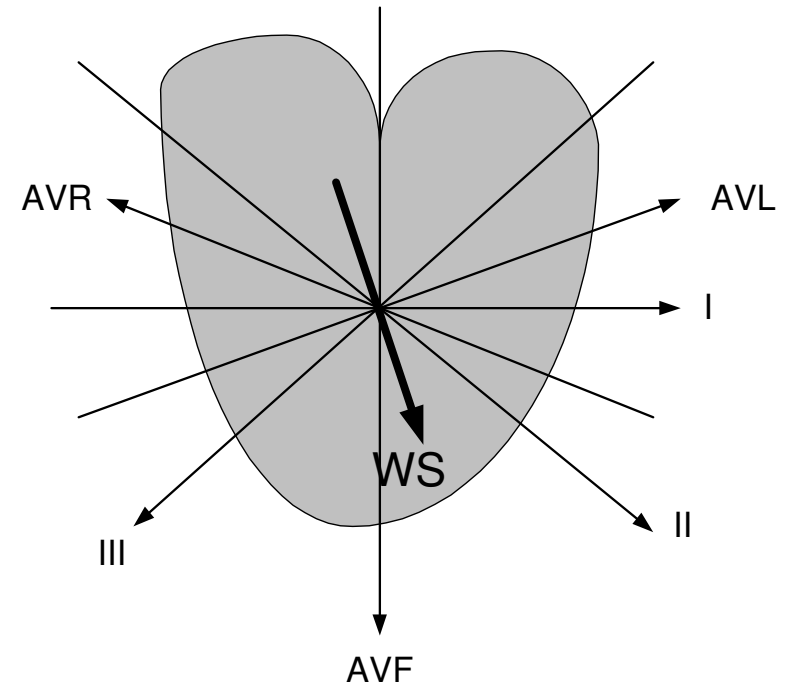
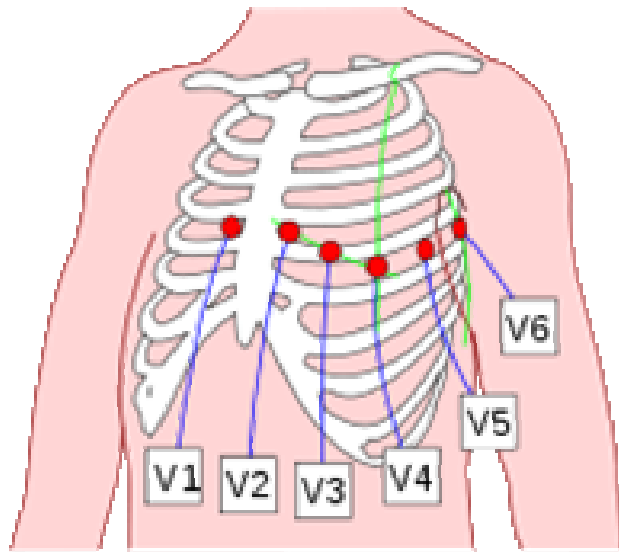
I Lateral	aVR None	V₁ Septal	V₄ Anterior
II Inferior	aVL Lateral	V₂ Septal	V₅ Lateral
III Inferior	aVF Inferior	V₃ Anterior	V₆ Lateral

Ściana dolna

I Lateral	aVR None	V ₁ Septal	V ₄ Anterior
II Inferior	aVL Lateral	V ₂ Septal	V ₅ Lateral
III Inferior	aVF Inferior	V ₃ Anterior	V ₆ Lateral

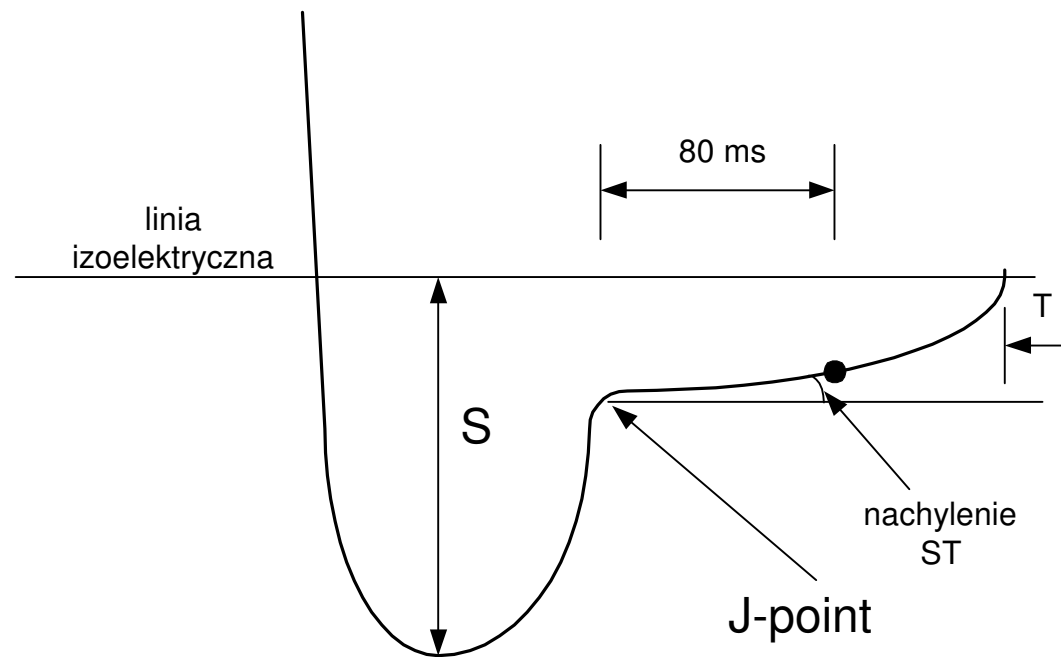
Typy badań EKG:

EKG podstawowe



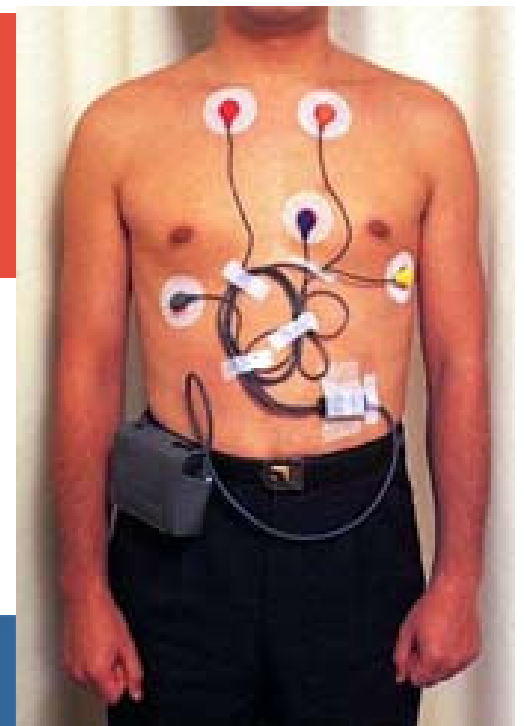
Typy pbadań EKG:

EKG wysiłkowe



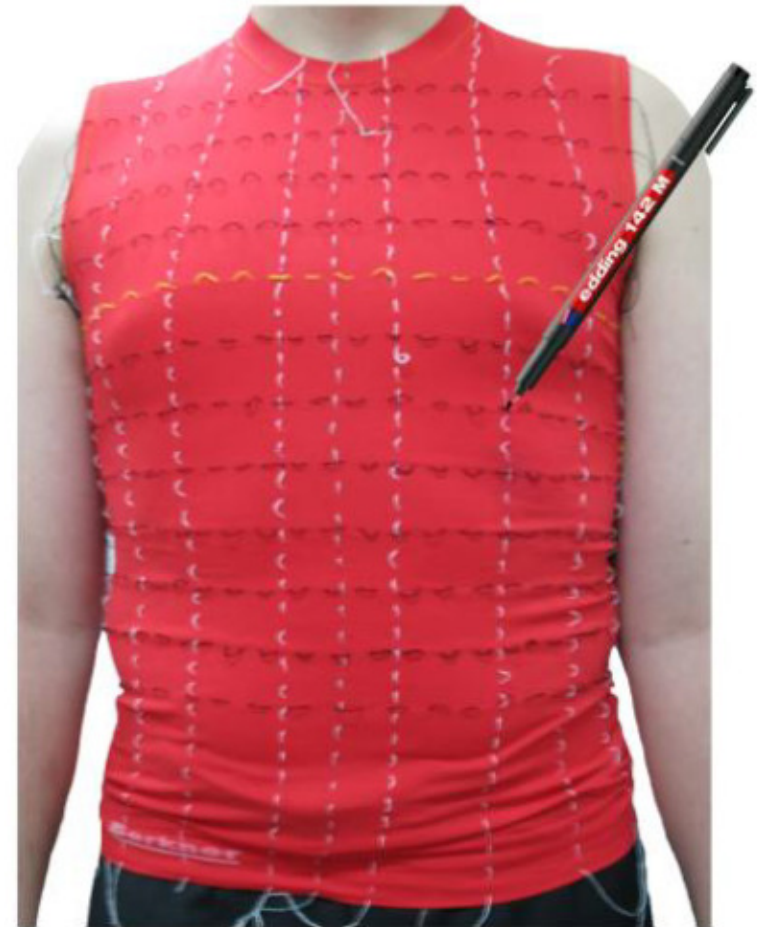
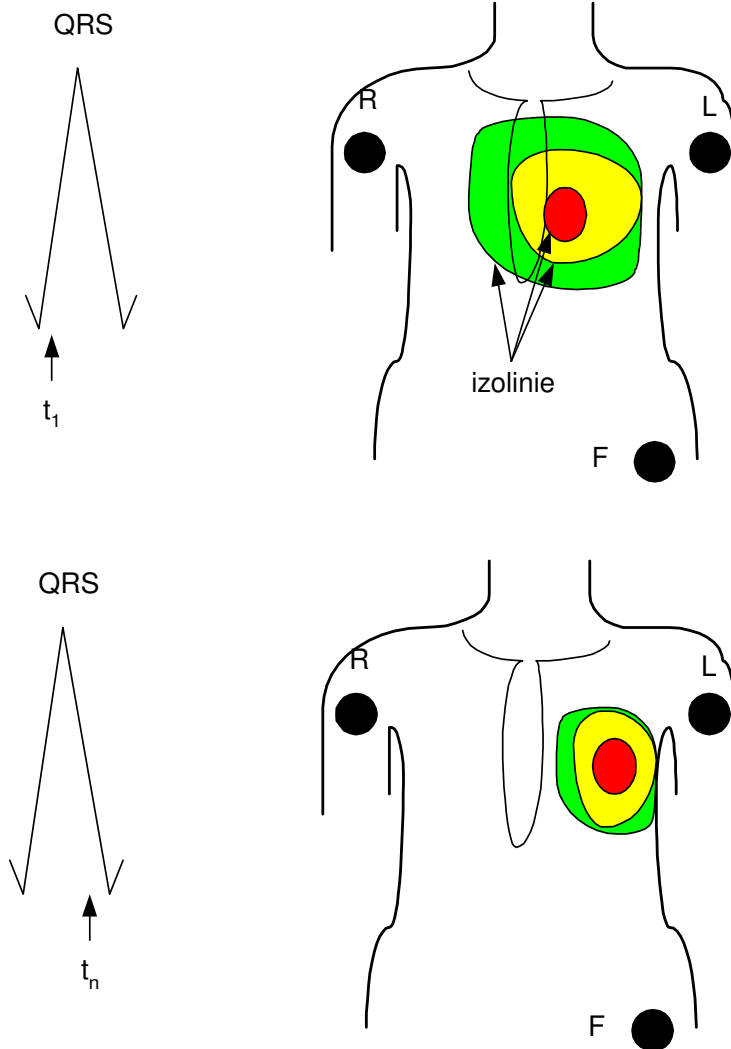
Typy badań EKG:

EKG Holterowskie



Typy badań EKG:

Mapping



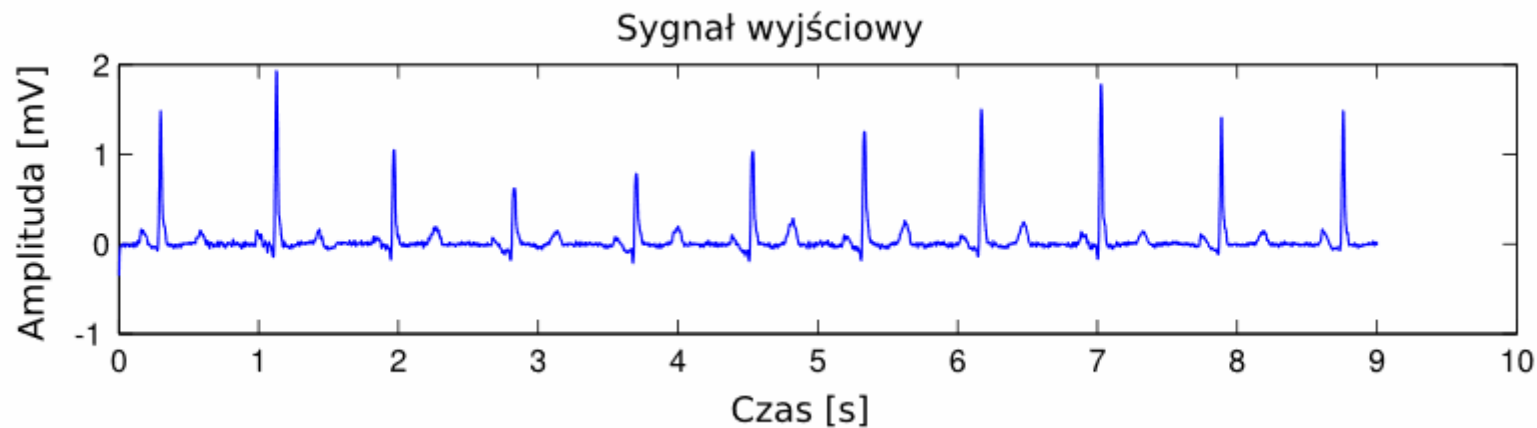
Pomiar EKG

?

EKG charakterystyka sygnału / EKG a potencjał czynnościowy?

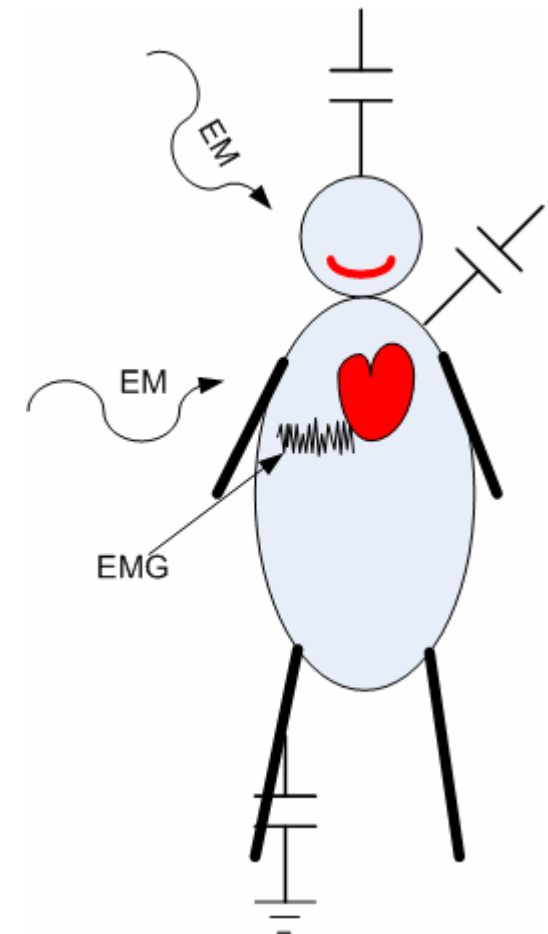
Parametry sygnału EKG

- zakres amplitudy: $0,5 - 5 \text{ mV}$,
- zakres częstotliwości: $0,05 - 250 \text{ Hz}$

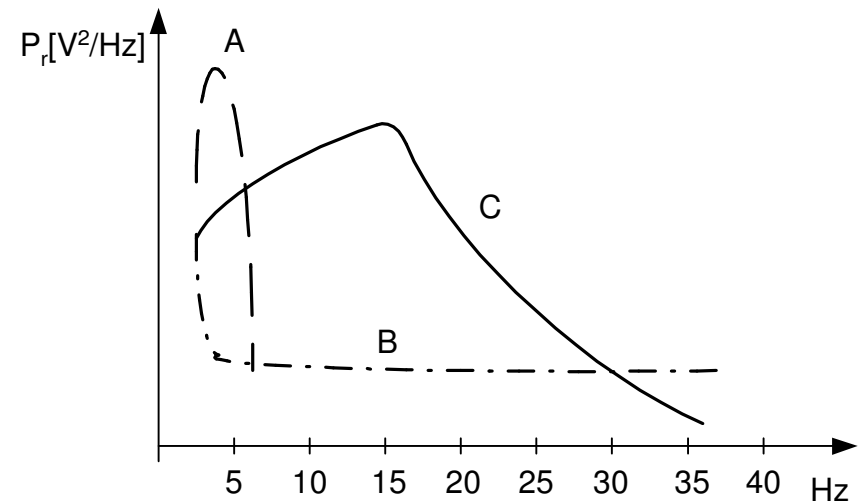
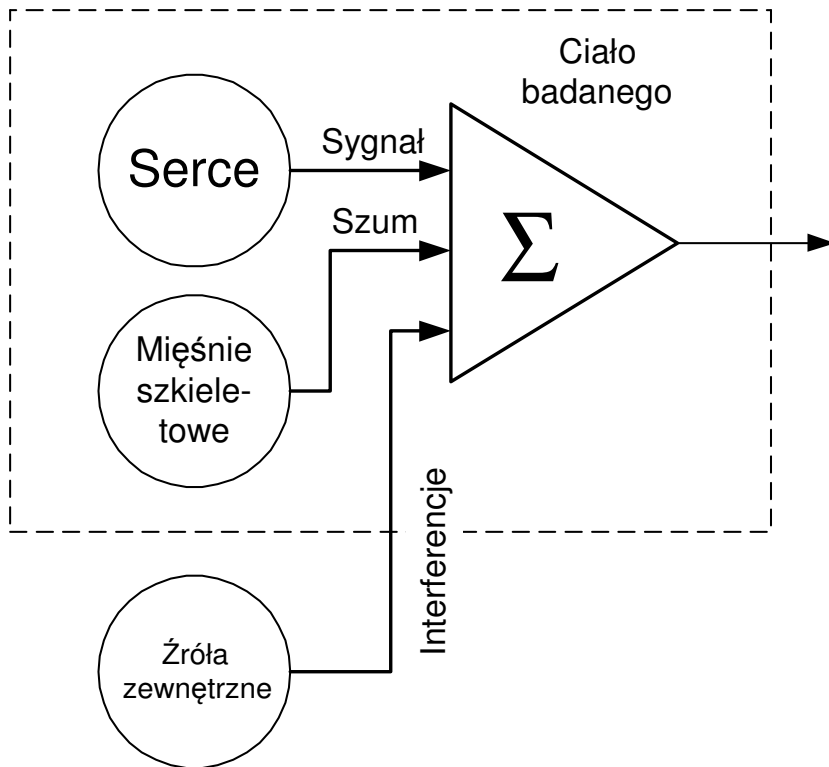


Składowe mierzonego sygnału

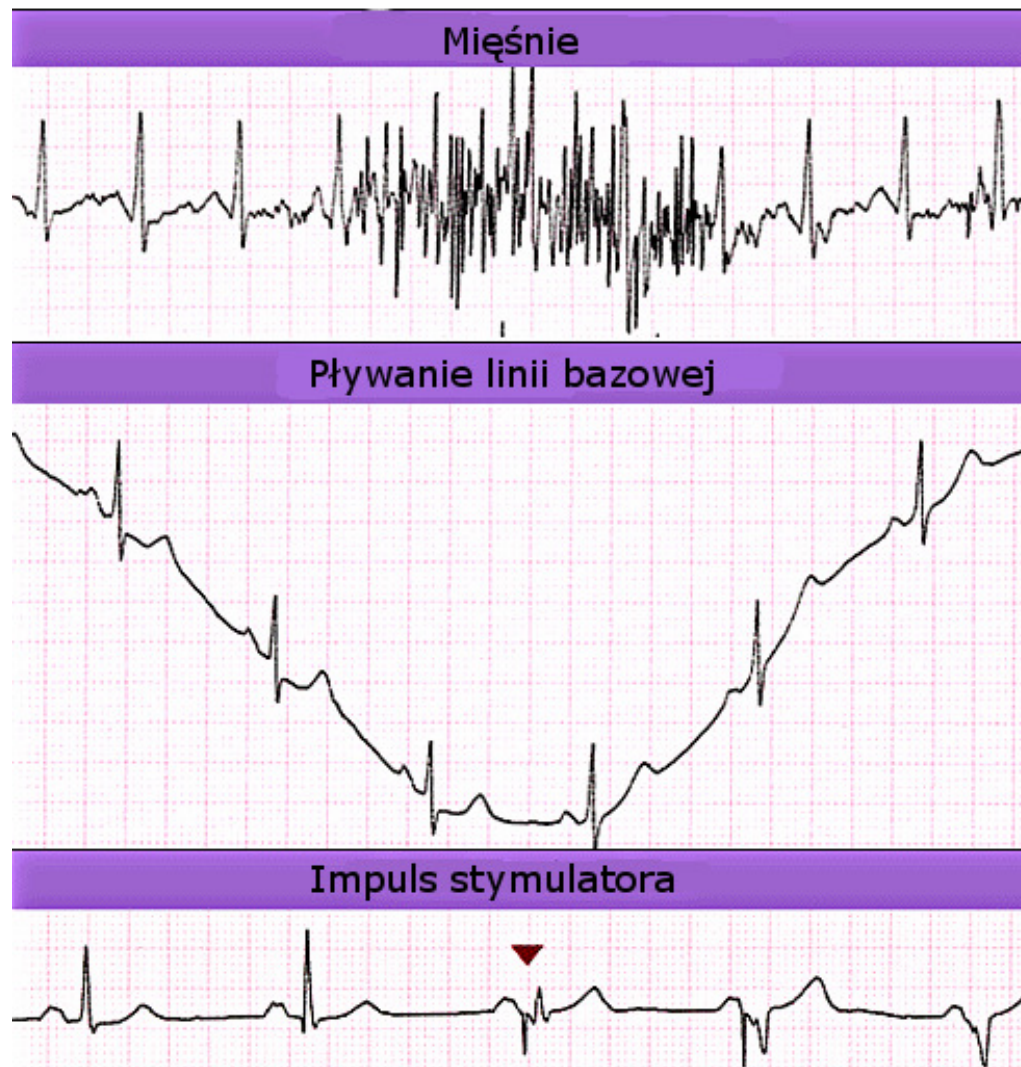
- Sygnału pochodzącego od mięśnia serca
- Wpływu otoczenia elektromagnetycznego,
- Aktywności elektrycznej mięśni,
- Niezrównoważenia i zmienności napięć elektrodowych,
- Zmiany położenia serca i geometrii klatki piersiowej,
- Zmiany przewodności płuc (czynność oddechowa),
- Inne.



Składowe mierzonego sygnału

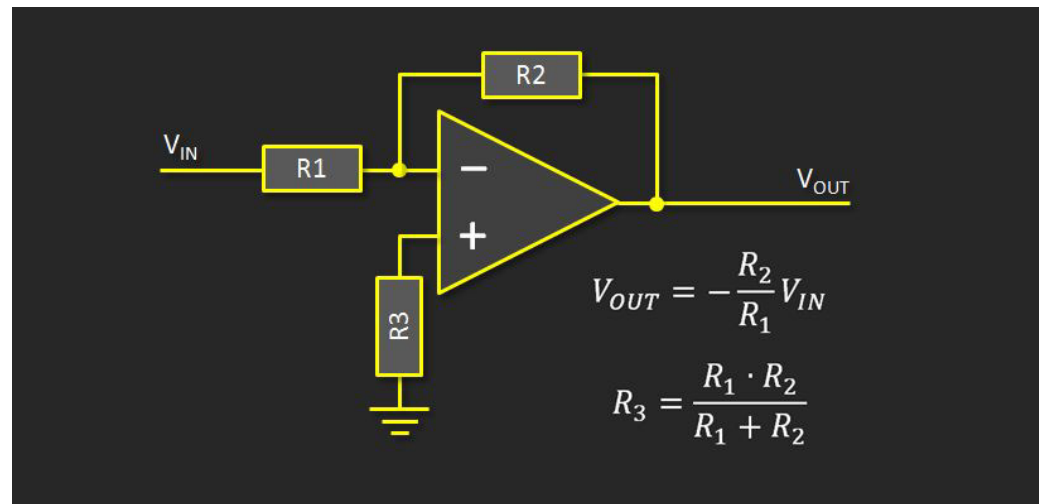
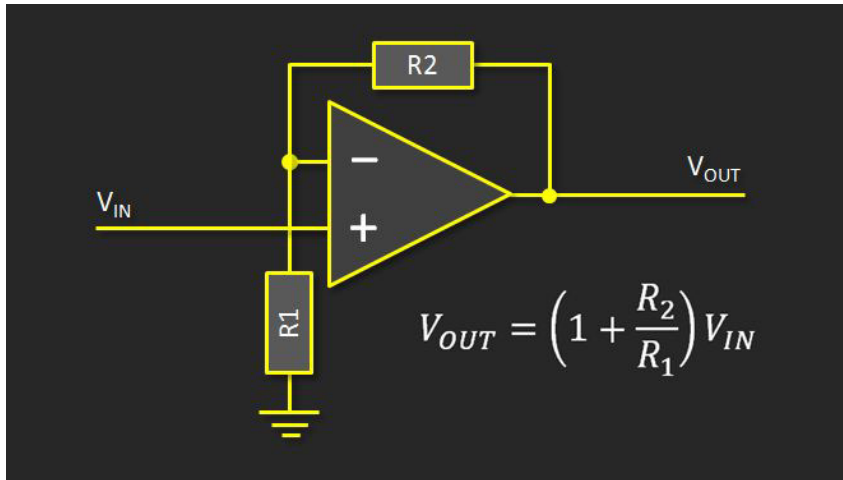


A - tzw. artefakty ruchowe,
B - zakłócenia od elektrycznej aktywności
mięśni,
C - widmo zespołu QRS



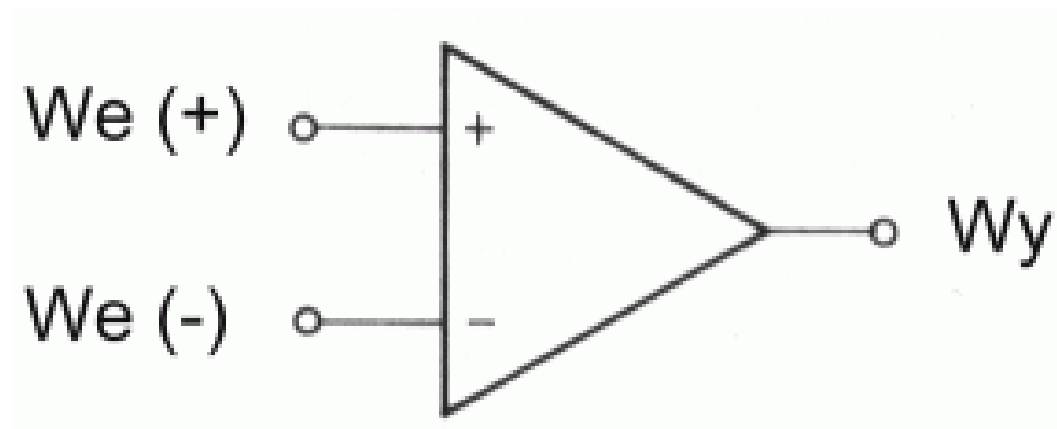


- Sposób informatyczny
- Sposób elektroniczny



Sygnal wspólny

$$U_{we(+)} = U_{we(-)}$$



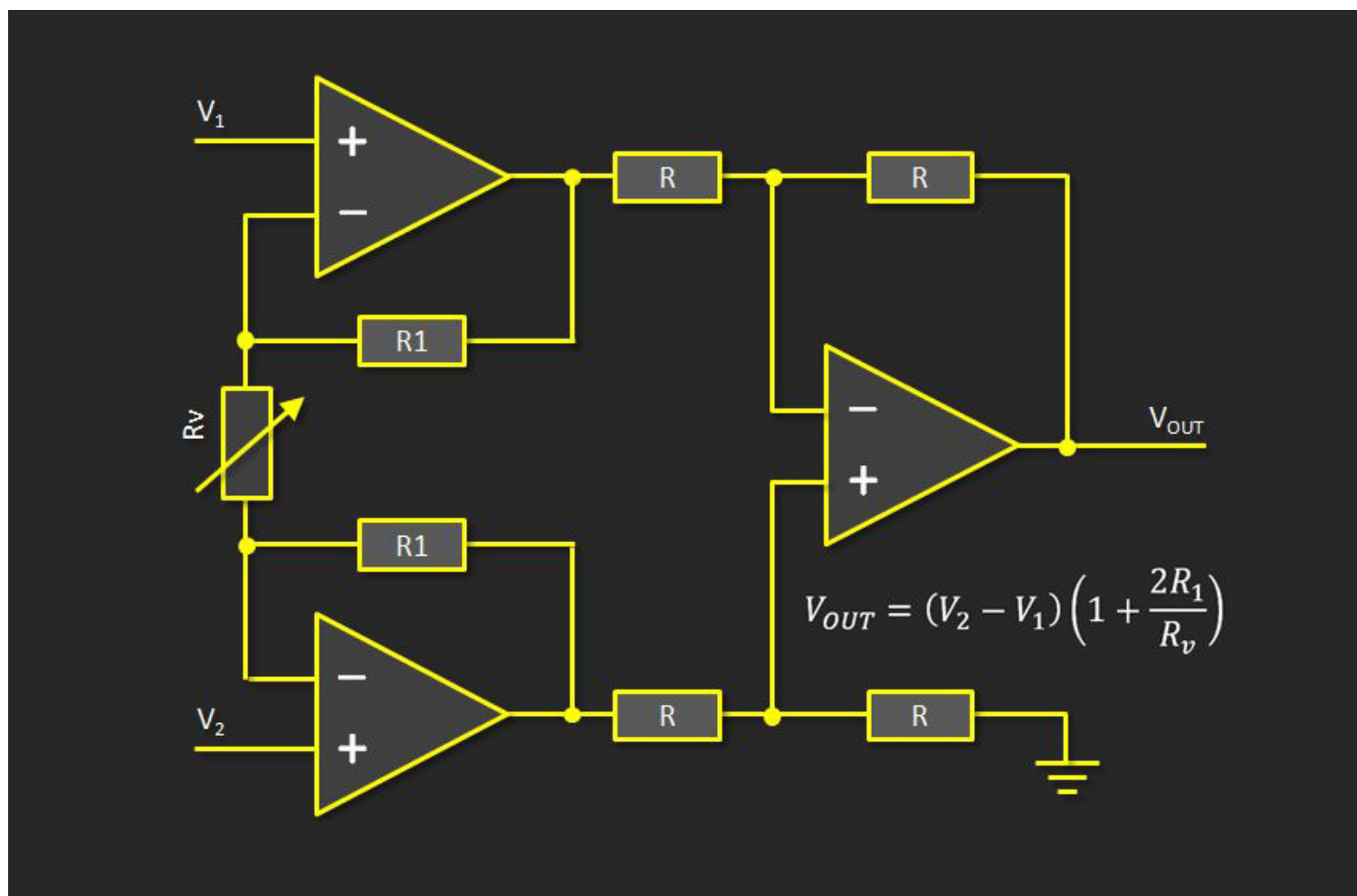
CMRR

Miarą stopnia symetrii wzmacniacza różnicowego i jego zdolności do eliminowania składowych sumacyjnych na wyjściu jest tzw. współczynnikiem tłumienia sygnału sumacyjnego (wspólnego) CMRR (ang. Common Mode Rejection Ratio). Współczynnik CMRR definiuje się jako stosunek wzmocnienia sygnałów różnicowych do wzmocnienia sygnałów sumacyjnych

$$CMRR = \frac{K_{\text{różnicowe}}}{K_{\text{sumacyjne}}} [dB]$$

W przypadku idealnej symetrii wzmacniacza różnicowego współczynnik CMRR jest równy nieskończoności. W rzeczywistym układzie jednak współczynnik CMRR ma skończoną wartość.

Wzmacniacz instrumentalny (pomiarowy)



Dziękuję za uwagę