

# EKG – Elektrokardiografie

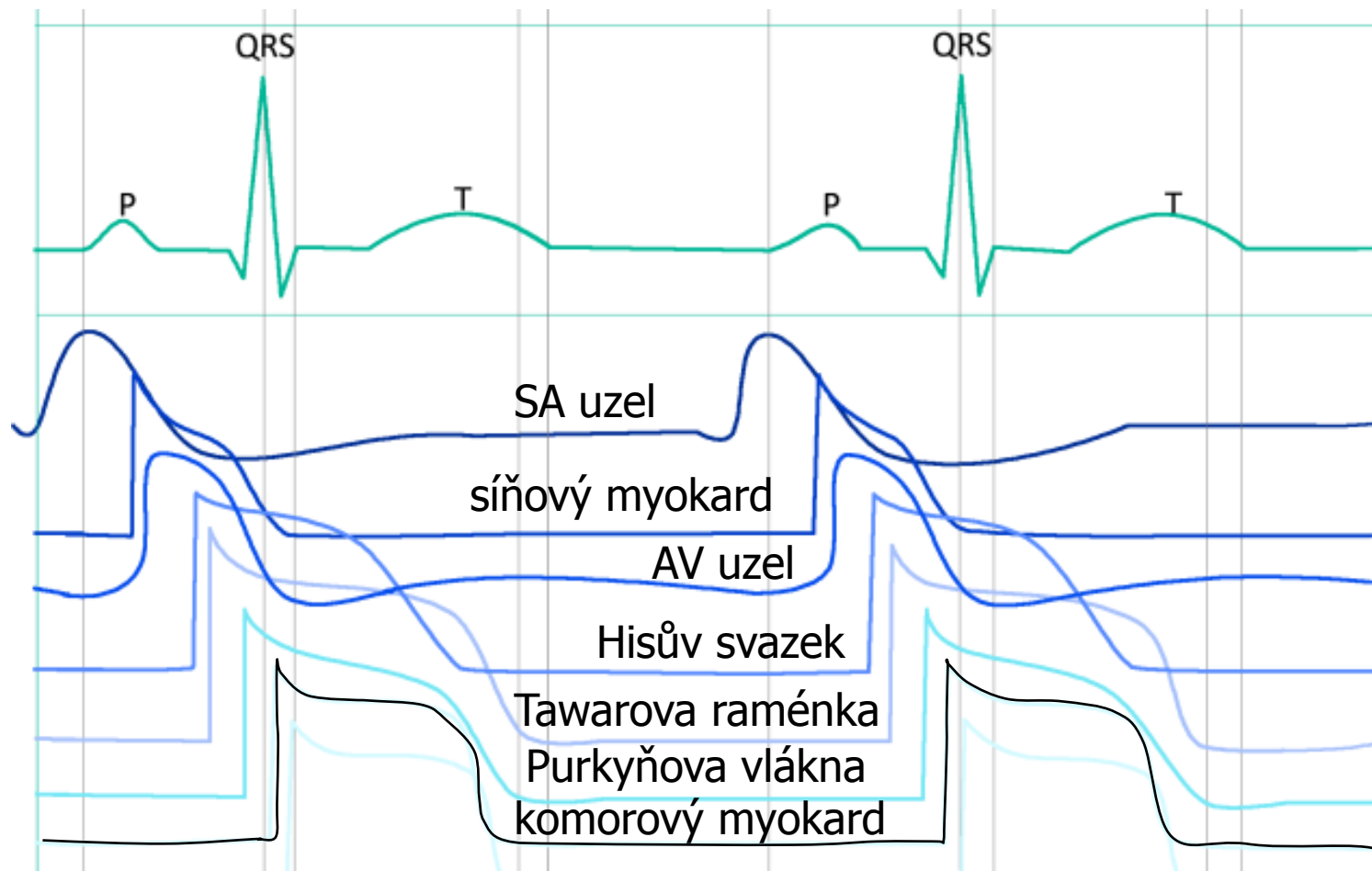
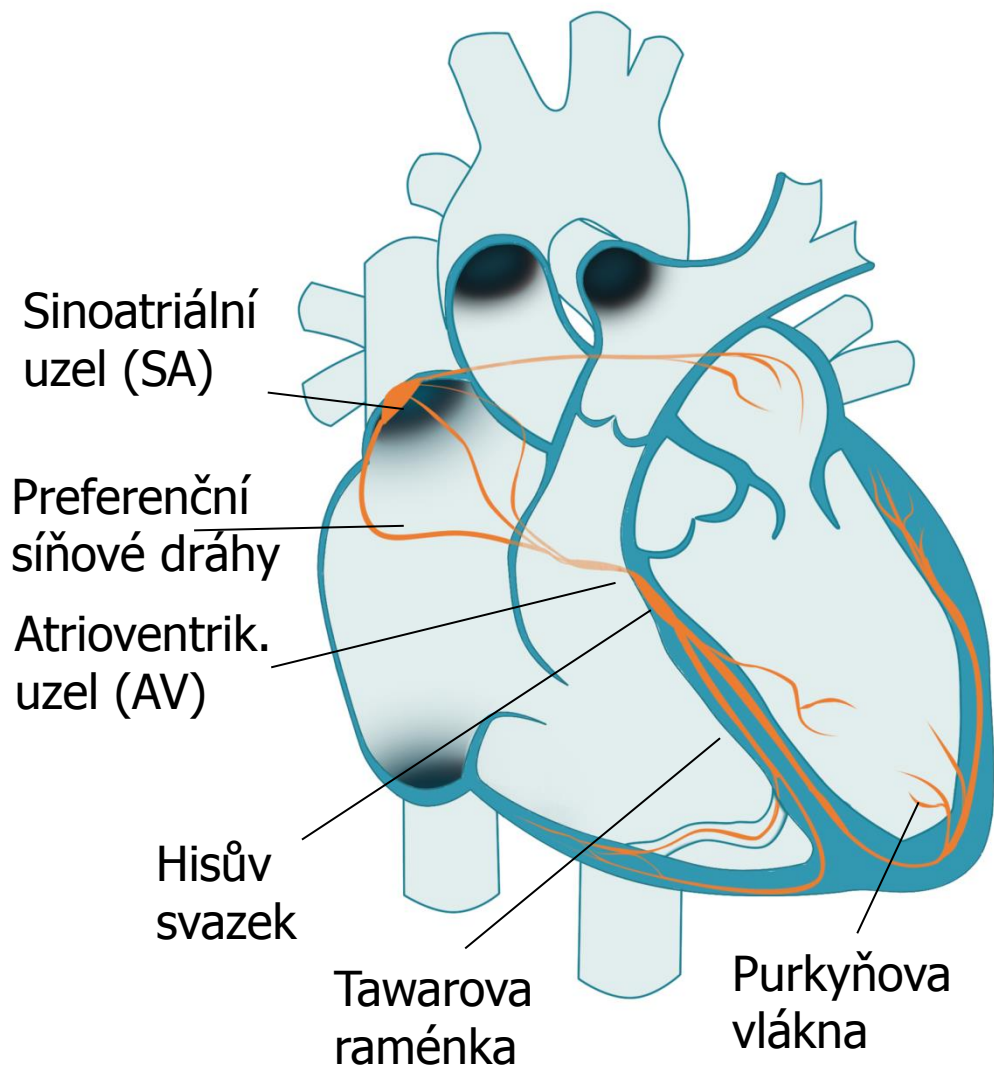
Praktické cvičení z fyziologie (jarní semestr: 4. – 6. týden)

Studijní materiály byly vytvořeny za podpory projektu MUNI/FR/1474/2018

# Elektrokardiografie

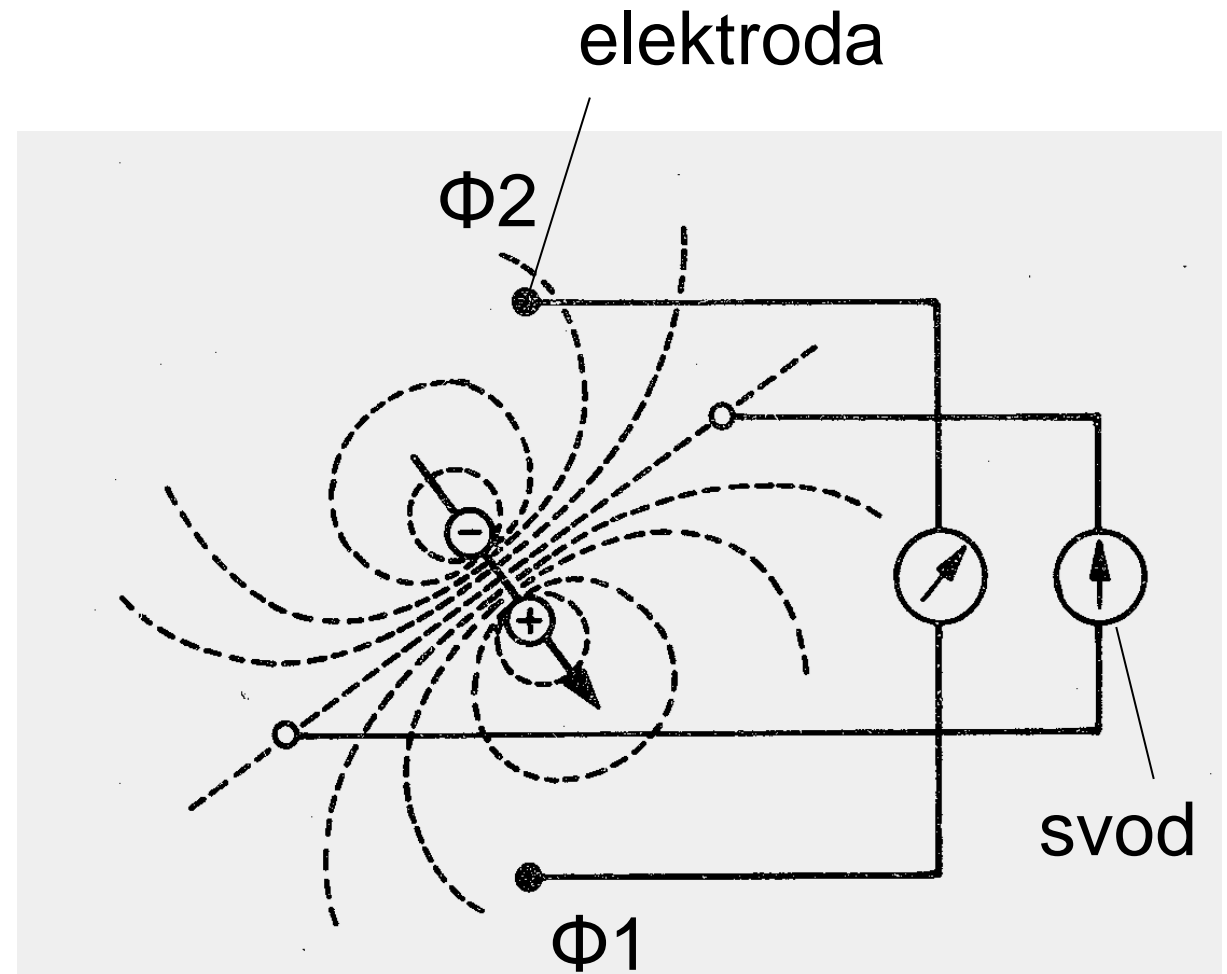
- Definice: záznam elektrické aktivity srdce z povrchu těla  
(záznam el. aktivity srdce se dá pořídit i z jícnových svodů nebo samotného povrchu srdce, ale tyto metody jsou používána jiná pojmenování)
- Pojmy
  - převodní systém srdce
  - potřeby pro záznam EKG
  - končetinové a hrudní svody
  - unipolární a bipolární svody
  - srdeční vektor, elektrická osa srdce

# Převodní systém srdeční



# Elektrický dipól

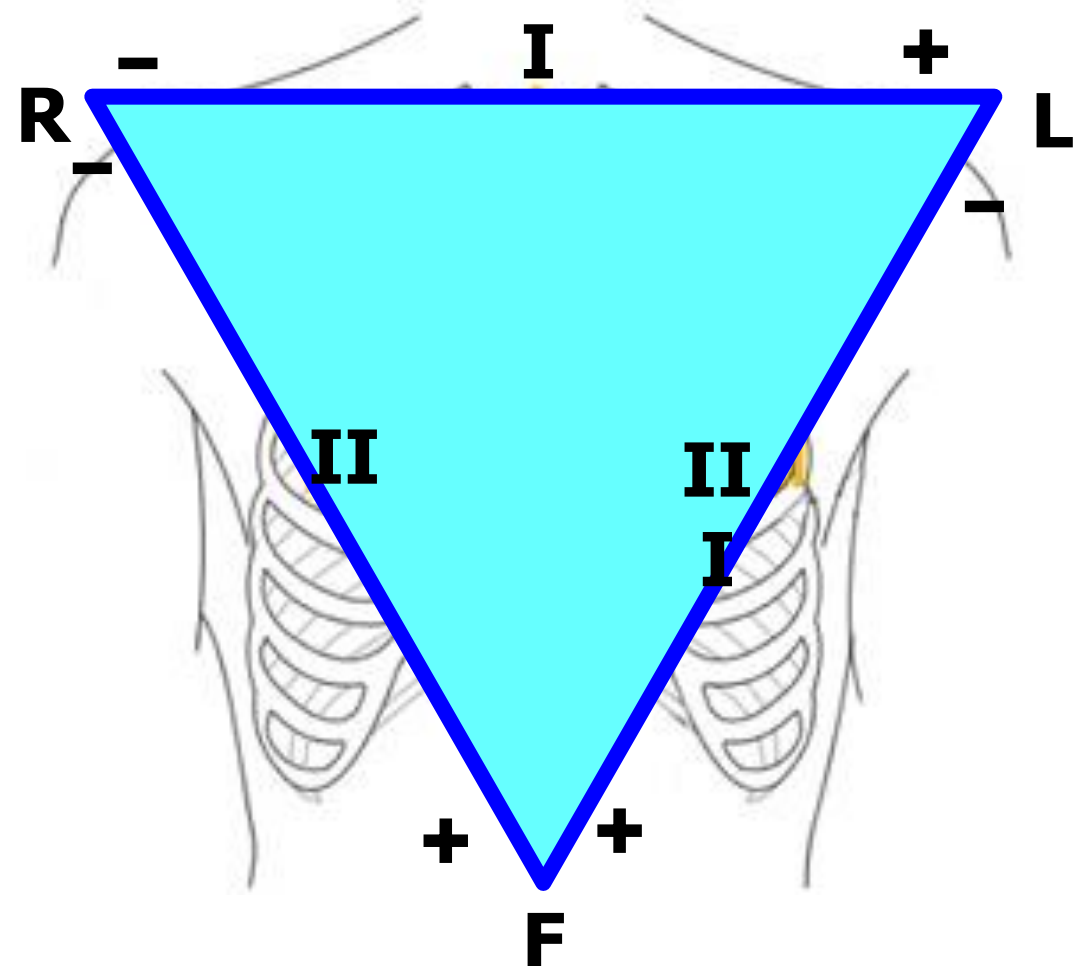
- Elektroda: snímá elektrický potenciál ( $\Phi$ )
- Elektrický svod: spojení dvou elektrod
- Snímá napětí mezi elektrodami
- Napětí: rozdíl el. potenciálů ( $V = \Phi_1 - \Phi_2$ )



# Einthovenův trojúhelník

(standardní, končetinové, bipolární svody)

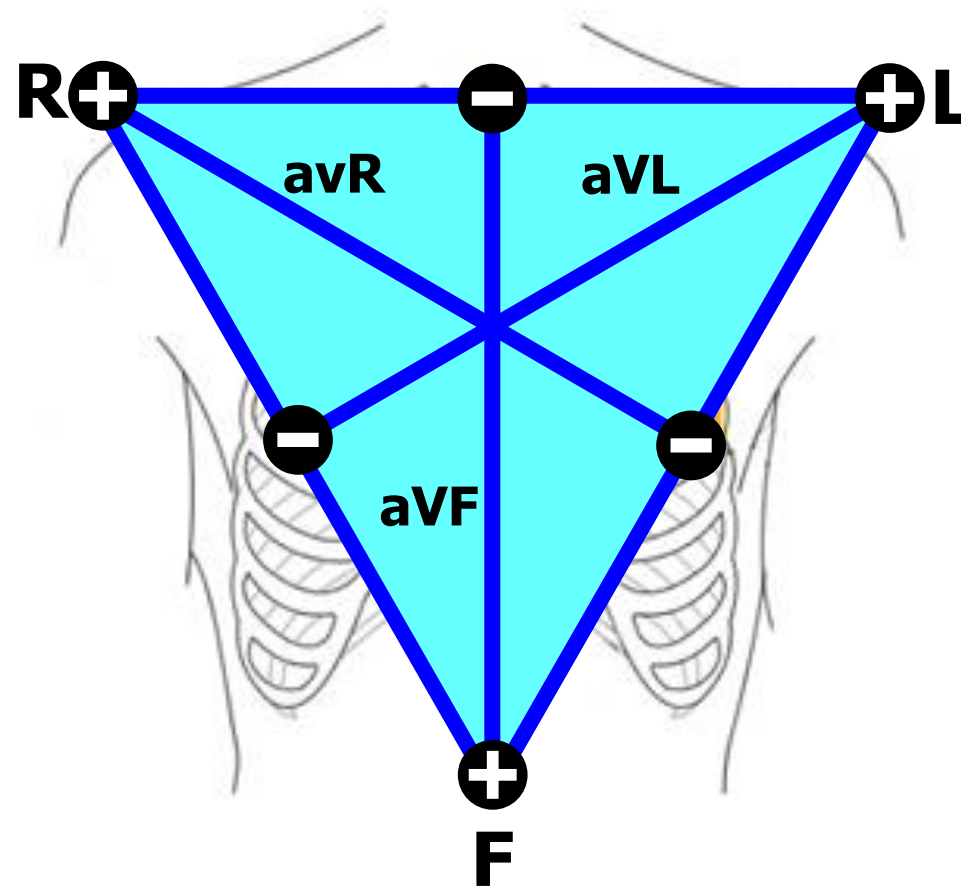
- Bipolární svody:  
obě elektrody jsou aktivní  
(obě mají proměnný el. potenciál)



# Goldbergerovy svody

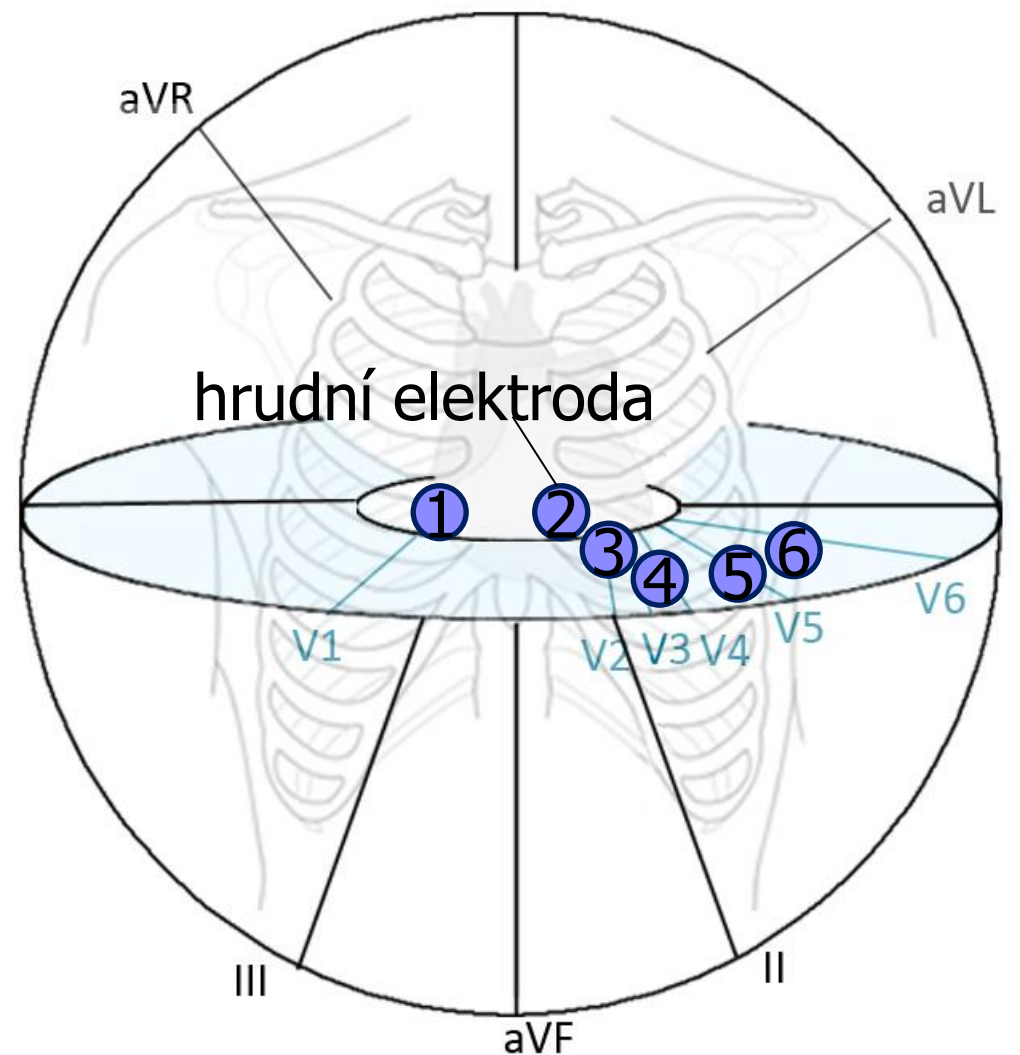
(augmentované, končetinové, unipolární svody)

- Unipolární svody:  
jedna elektroda je aktivní (proměnný el. potenciál) a druhá je neaktivní (konstantní el. potenciál, obvykle 0 mV)
- Aktivní elektroda je vždy kladná

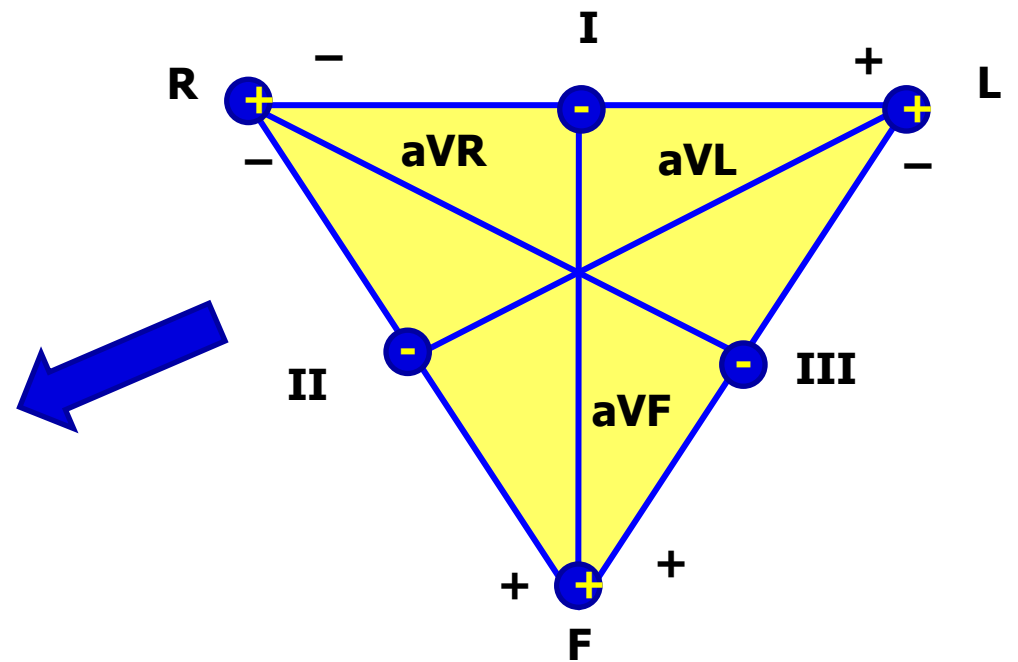
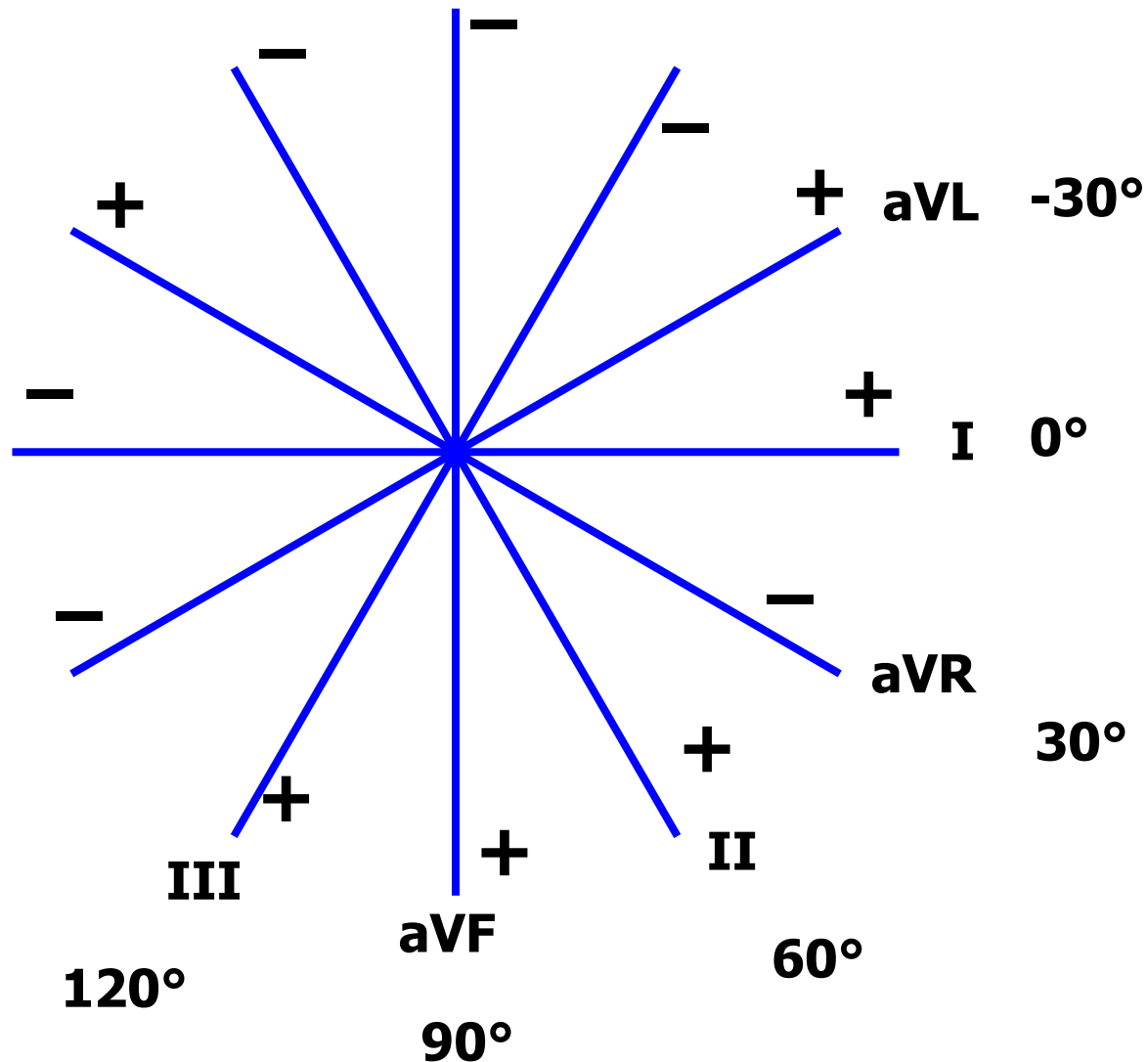


# Hrudní svody

- Hrudní svod: spojení hrudní elektrody a Wilsonovy svorky
- Unipolární svody: aktivní je hrudní elektroda (kladná) a neaktivní je Wilsonova svorka (el. potenciál 0 mV)



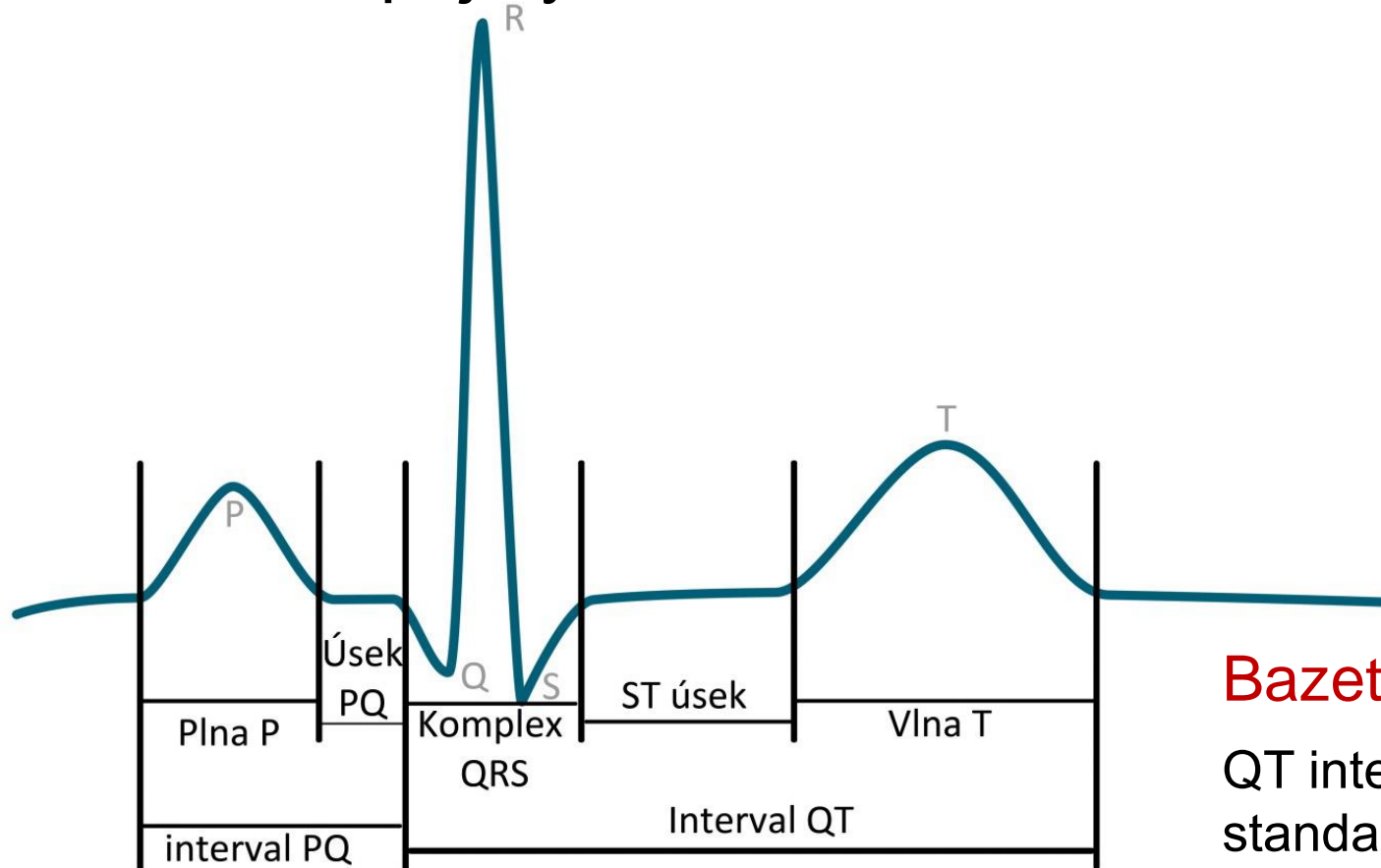
# Svody podle Cabrery





# Rozměření EKG

Pozor na pojmy interval a úsek



Název	Norma
Vlna P	80 ms
Interval PQ (PR)	120-200 ms
Úsek PQ (PR)	50-120 ms
Kmit Q	-
Komplex QRS	80-100ms
Kmit R	-
Kmit S	-
Úsek ST	80-120 ms
Interval QT	< 420ms
Vlna T	160 ms

**Bazettova rovnice:**  $QTc = \frac{QT}{\sqrt{RR}}$

QT interval závisí na délce RR intervalu – pro standardizaci je nezbytná korekce QT intervalu na RR interval

# Elektrická osa srdeční

Průměrná výchylka komplexu QRS v každém svodu

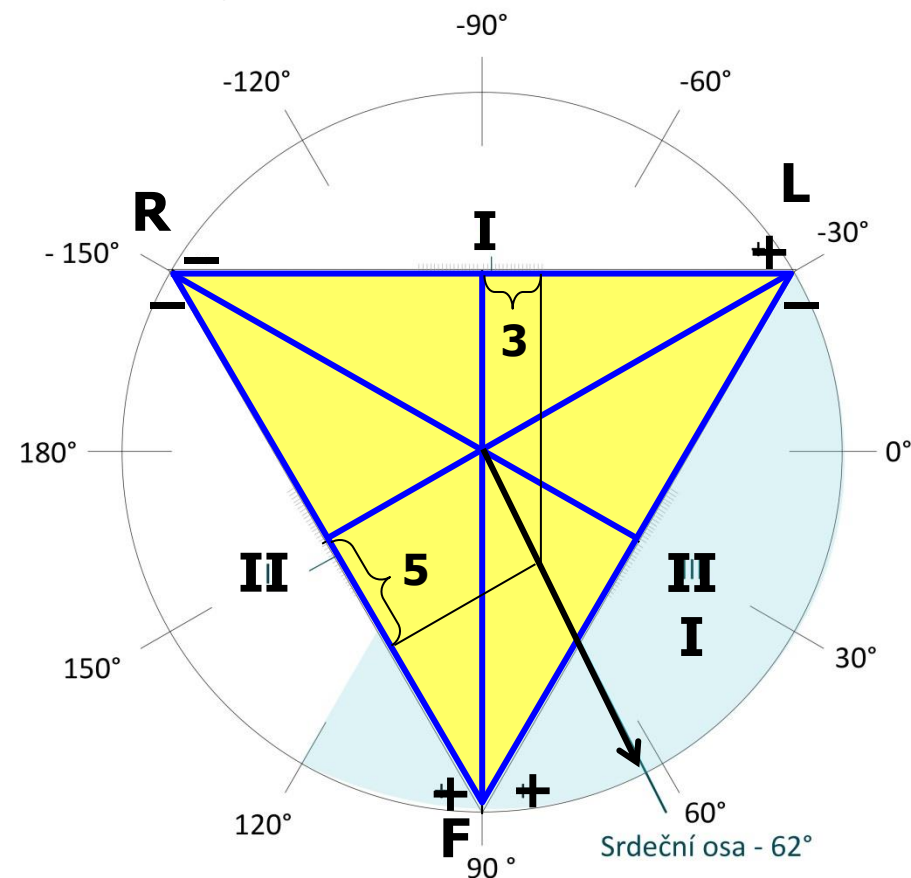
1. Nalezení I, II a III svodu



2. Suma QRS komplexu (suma kladných a záporných malý čtverců od izolinie).

I	II	III
Q = -1	Q = -1	Q = 0
R = 5	R = 6	R = 4
S = -1	S = 0	S = 0
3	5	4

3. Zakreslení sum do trojúhelníku

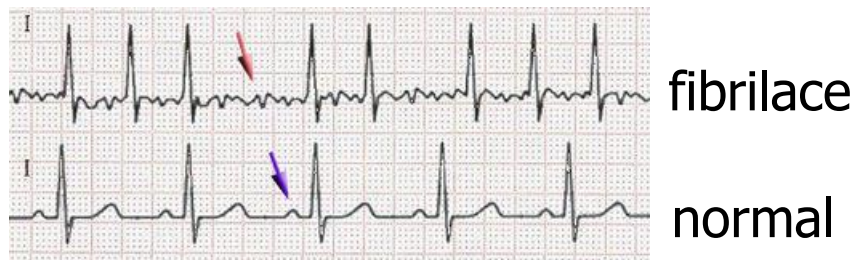


Fyziologické rozmezí:  $-30^{\circ} - 110^{\circ}$

# Diagnostické využití EKG

**Arytmie:** porucha srdečního rytmu

Fibrilace: nesynchronizovaná aktivita kardiomyocytů



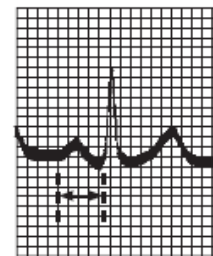
**síňová fibrilace**  
(chybí P, „zubatá“ izolinie, RR nepravidelné, frekvence 80 – 180 bpm)



**komorová fibrilace**  
(srdce nefunguje jako pumpa, poškození mozku po 3 – 5 minutách fibrilace)

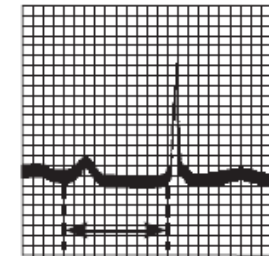
11

Atrioventrikulární blokáda: porucha převodu vzruchu ze síní na komory



PR = 0.16 s

Normal complex

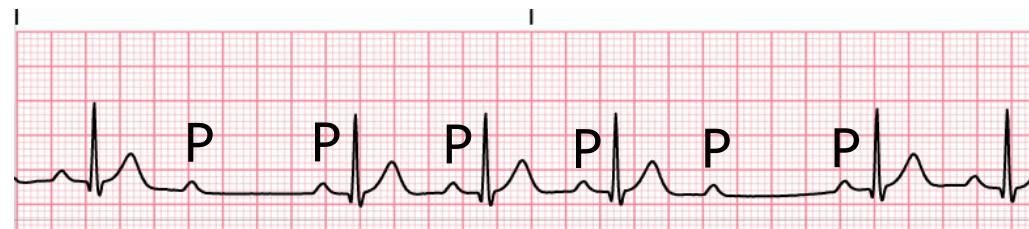


PR = 0.38 s

AV blok I. stupně

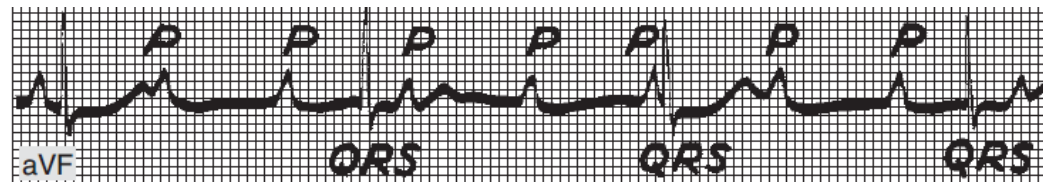
(prodloužení převodu vzruchu ze síně na komory, prodloužený PQ int.)

AV blok  
II. stupně



(některé vzruchy se nepřevodou: výskyt P, po kterých nenásleduje QRS)

AV blok  
III. stupně



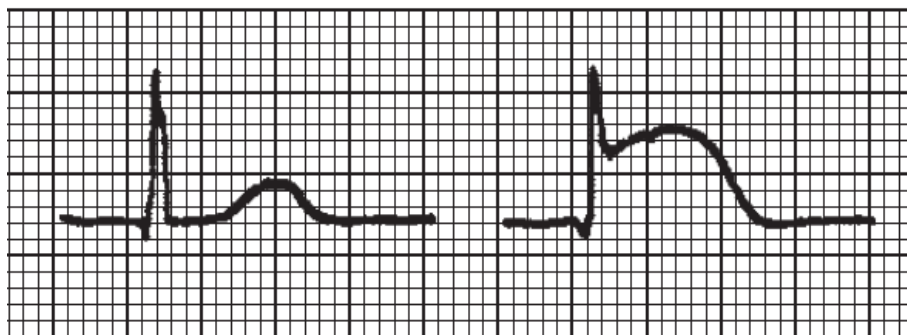
Kompletní blokáda převodu vzruchů ze síní na komory, P a QRS se objevují nesynchronizovaně

# Diagnostické využití EKG

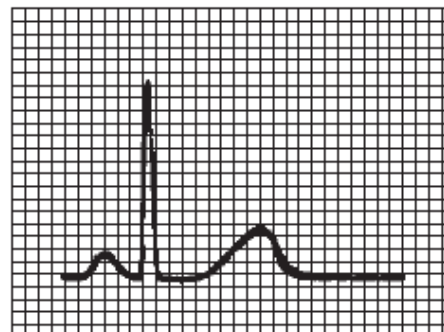
ischemie srdce, infarkt myokardu

A

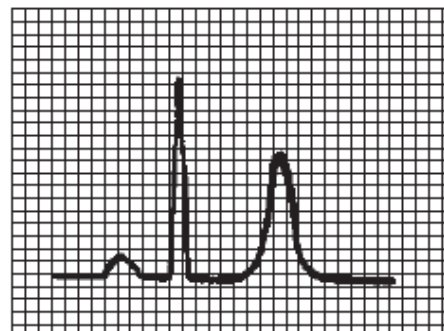
B (elevace ST)



elektrolytová nerovnováha - hyperkalémie



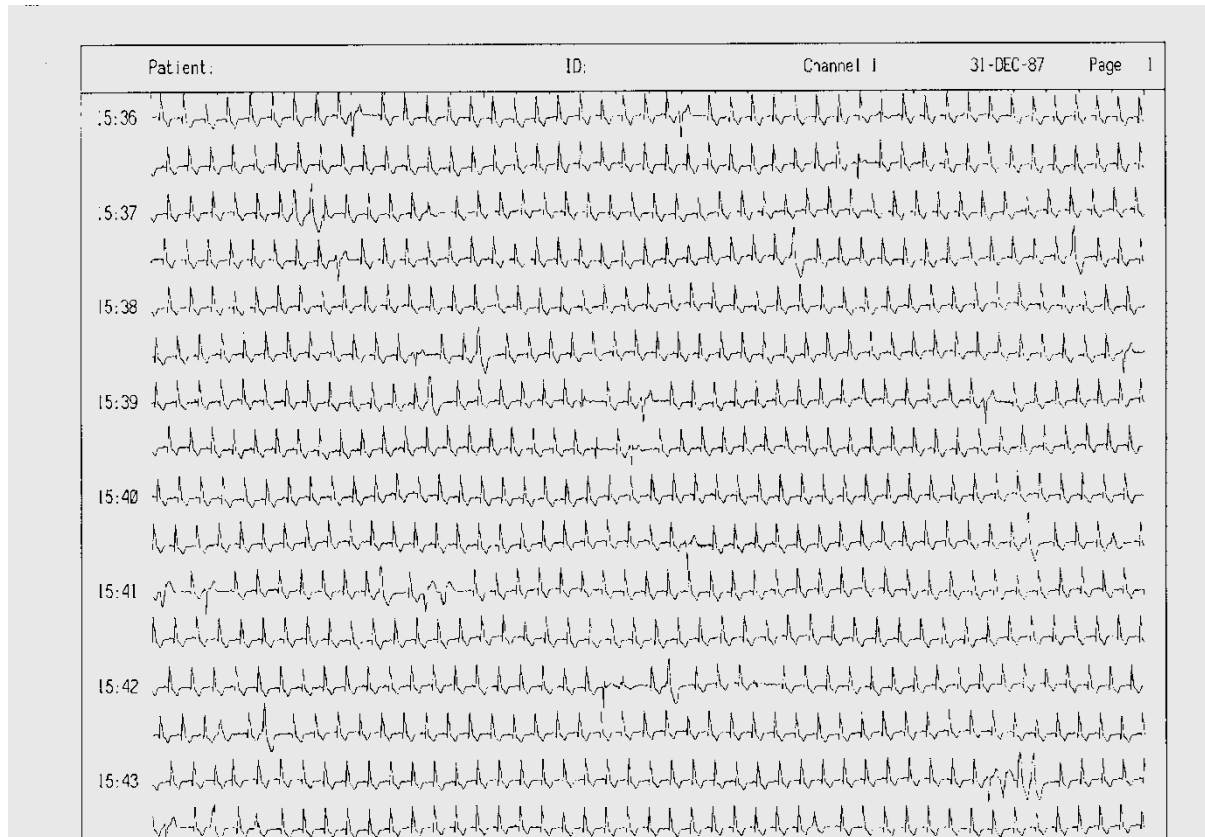
Normal tracing (plasma  $K^+$  4–5.5 meq/L).



Hyperkalemia (plasma  $K^+$   $\pm$ 7.0 meq/L).

# Diagnostické využití EKG

## 24-hodinové monitorování EKG (Holter)

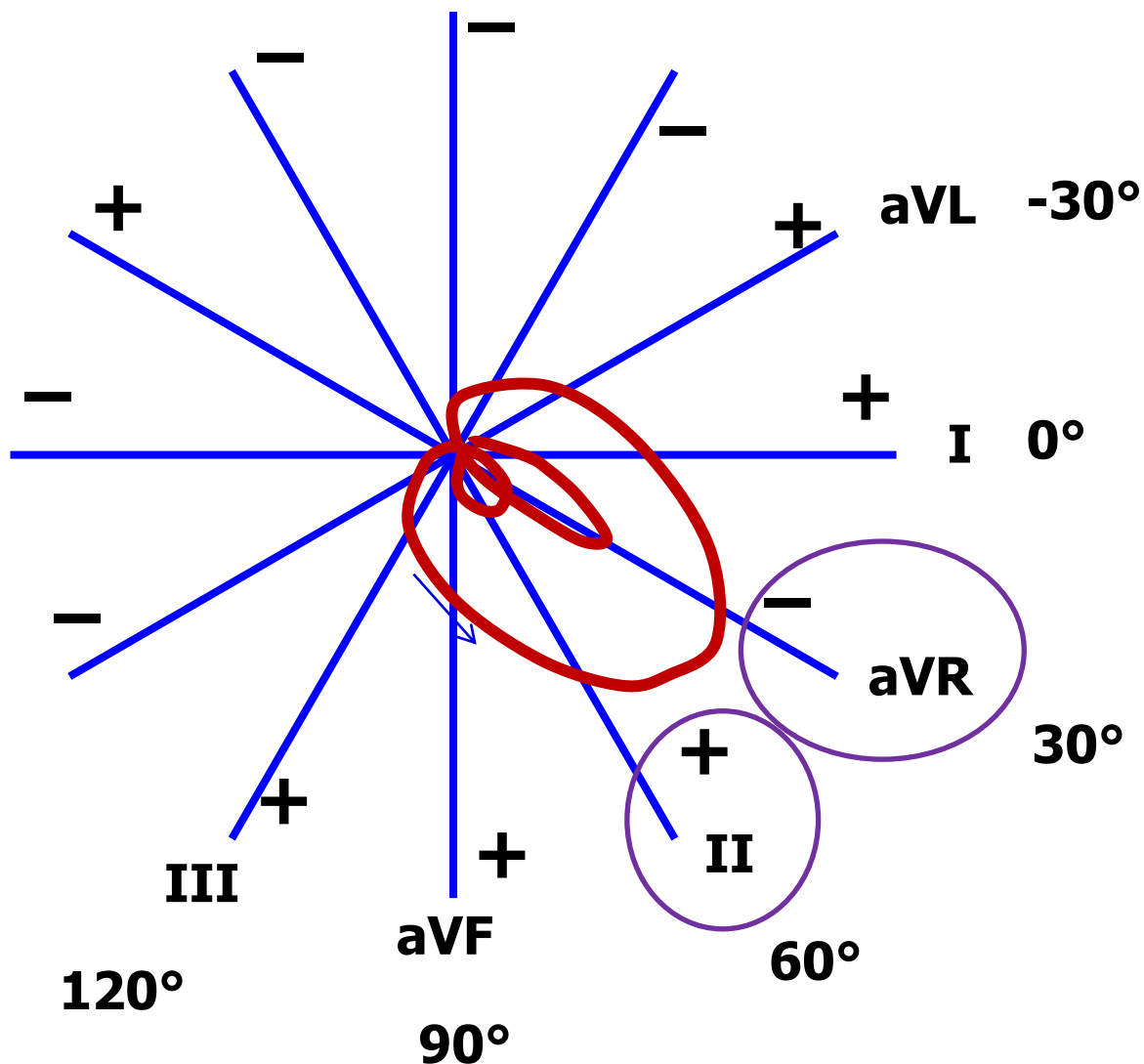


# **Dodatek k EKG**

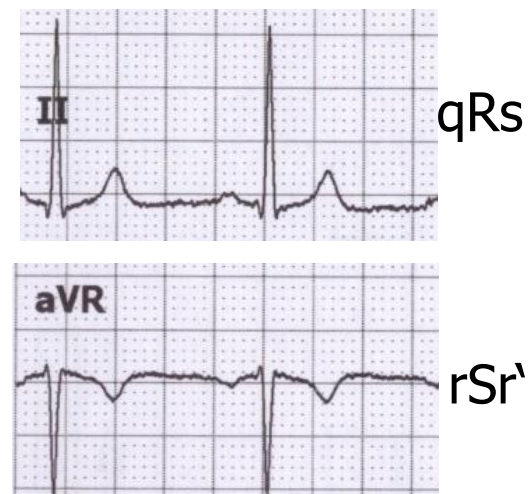
# Definice vln a kmitů

Název	Umístění a popis	Fyziologické pozadí	Norma
<b>Vlna P</b>	První kulovitá vlna (Negativní i pozitivní)	Depolarizace síní	80 ms
<b>Interval PQ (PR)</b>	Interval od počátku vlny P po počátek kmitu Q (nebo i R pokud není přítomna Q )	Doba od aktivace SA uzlu po aktivaci Purkyňových vláken	120-200 ms
<b>Úsek PQ (PR)</b>	Konec vlny P do začátku Q (nebo R nebo pokud není Q kmit přítomen)	Kompletní depolarizace síní, převod z AV uzlu na komory	50-120 ms
<b>Kmit Q</b>	První odklon od osy dolů	Depolarizaci septa a papilárních svalů.	-
<b>Komplex QRS</b>	Začátek kmitu R ,kmit R až konec kmitu S	Depolarizaci komor	80-100ms
<b>Kmit R</b>	Výchylka směrem nahoru bez ohledu nato, zda jí předchází či nepředchází kmit Q	Depolarizace komor	-
<b>Kmit S</b>	Odklon od izolinie směrem dolů, následující vlnu R, nezávisle na tom, zda ji předchází nebo nepředchází vlna Q.	Šíření vzruchu na komory	-
<b>Úsek ST</b>	Interval izoelektrické linie mezi koncem QRS komplexu a začátkem vlny T	Kompletní depolarizace komor	80-120 ms
<b>Interval QT</b>	Začíná kmitem Q ( nebo R pokud Q není přítomno) a končí koncem vlny T	Elektrická systola	< 420ms
<b>Vlna T</b>	Druhá kulovitá vlna (negativní i pozitivní)	Repolarizace komor	160 ms

# Svod II a aVR



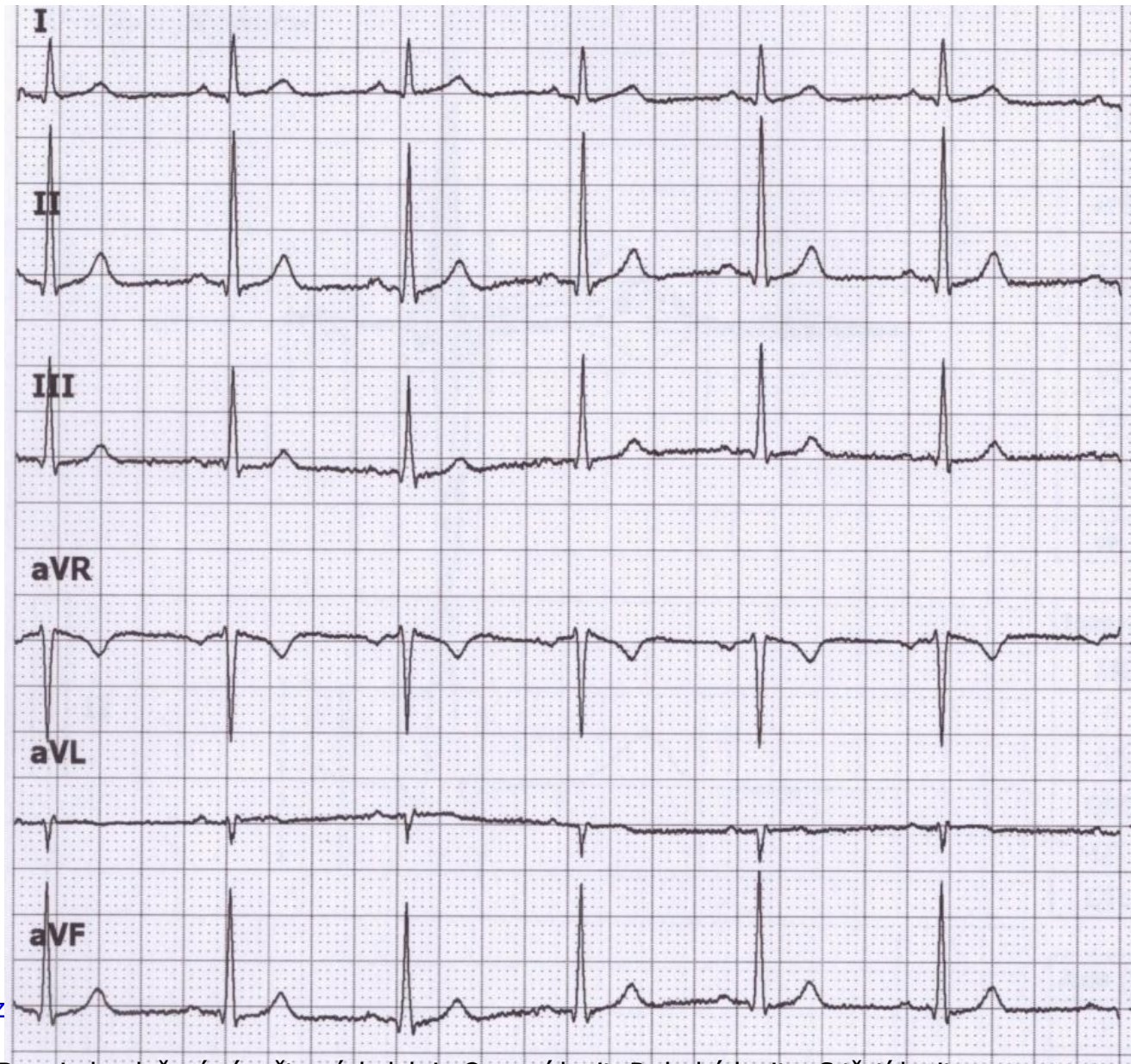
Všimněte si vzhledu EKG ve svodu II a aVR. Oba svody se dívají na elektrickou srdeční aktivitu z podobného úhlu (odchylka jen 30°), ale aVR má opačnou polaritu (dívá se na srdce vzhůru nohama v porovnání s II). Proto jsou svody II a aVR podobné, jen vůči sobě zrcadlově obrácené.



aVR má obvykle negativní T a P

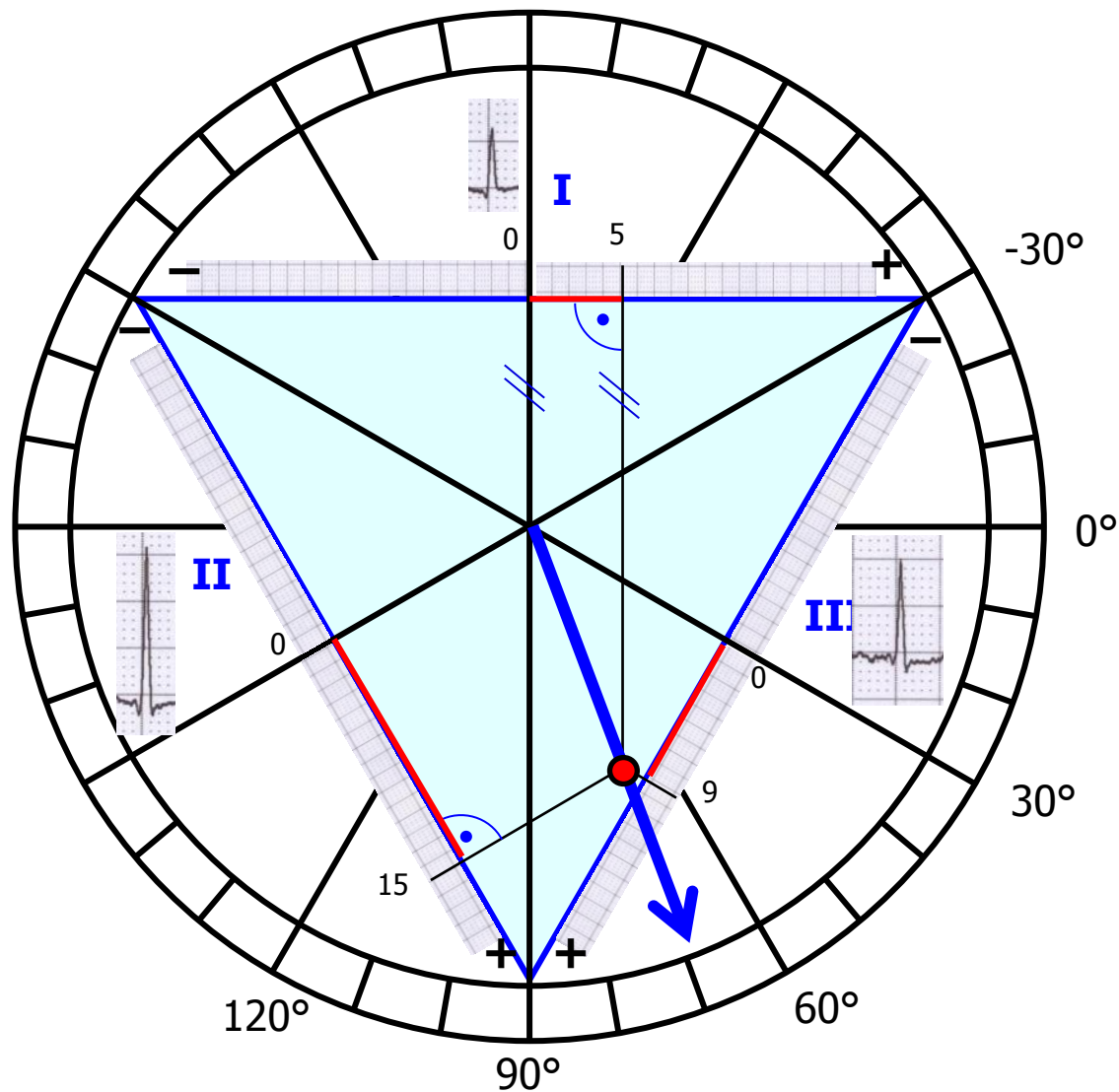


# QRS ve svodech a el. osa



výchylky QRS	součet výchylek QRS	Zápis QRS
Q = -1 R = 6 S = 0	QRS = 5	qR
Q = -1 R = 17 S = -1	QRS = 15	qRs
Q = 0 R = 10 S = -1	QRS = 9	qRs
Q = 1 R = -11 S = 0	QRS = -10	rSr'
Q = 0 R = -3 S = 0	QRS = -3	qr'
Q = -1 R = 13 S = -1	QRS = 11	qRs

# Elektrická osa srdeční



Elektrická osa srdeční pro depolarizaci komor ve frontální rovině je  $70^\circ$

výchylky součet QRS  
QRS

I  
Q = -1  
R = 6 QRS = 5  
S = 0

II  
Q = -1  
R = 17 QRS = 15  
S = -1

III  
Q = 0  
R = 10 QRS = 9  
S = -1

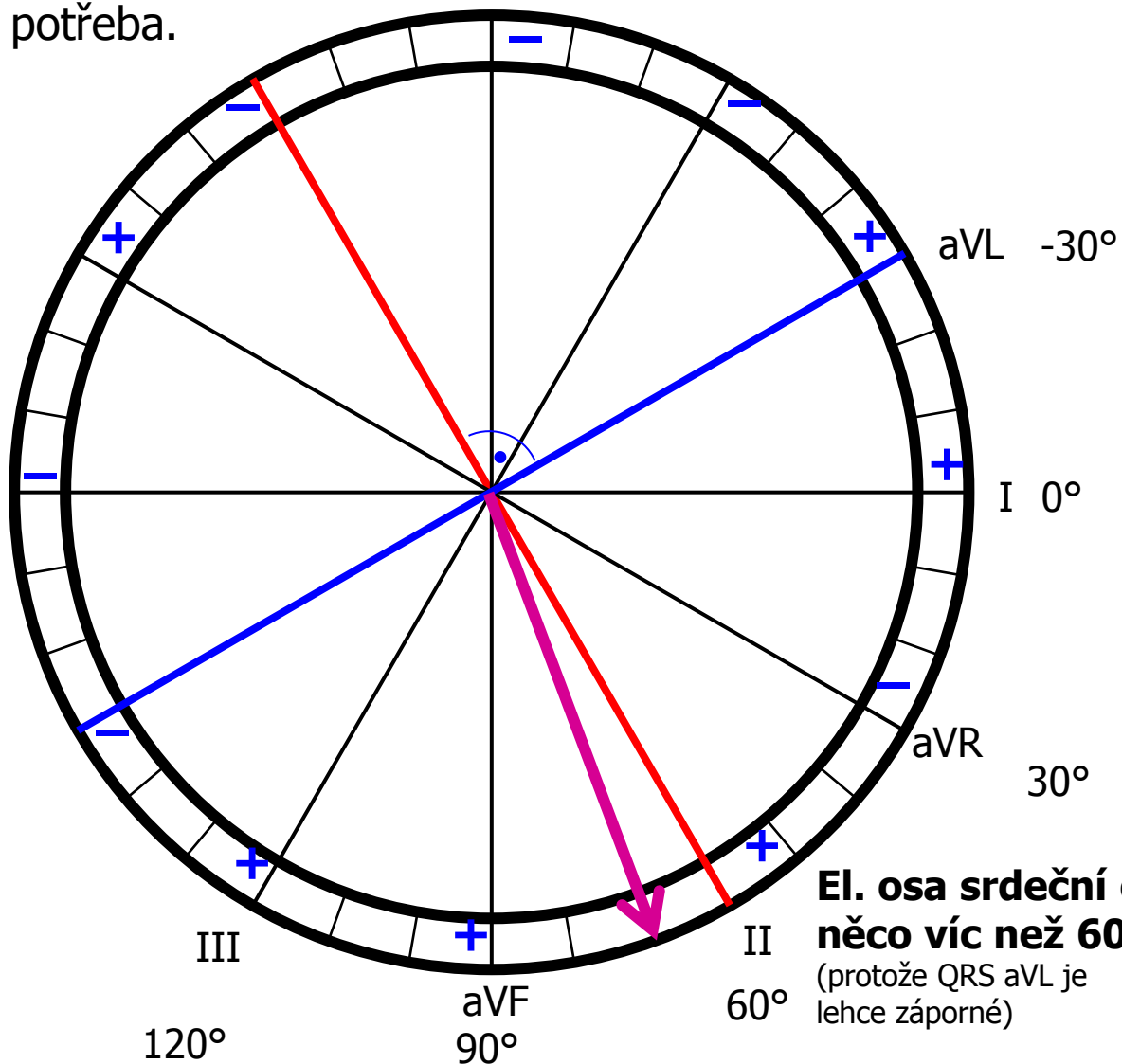
aVR  
Q = 1  
R = -11 QRS = -10  
S = 0

aVL  
Q = 0  
R = -3 QRS = -3  
S = 0

aVF  
Q = -1  
R = 13 QRS = 11  
S = -1

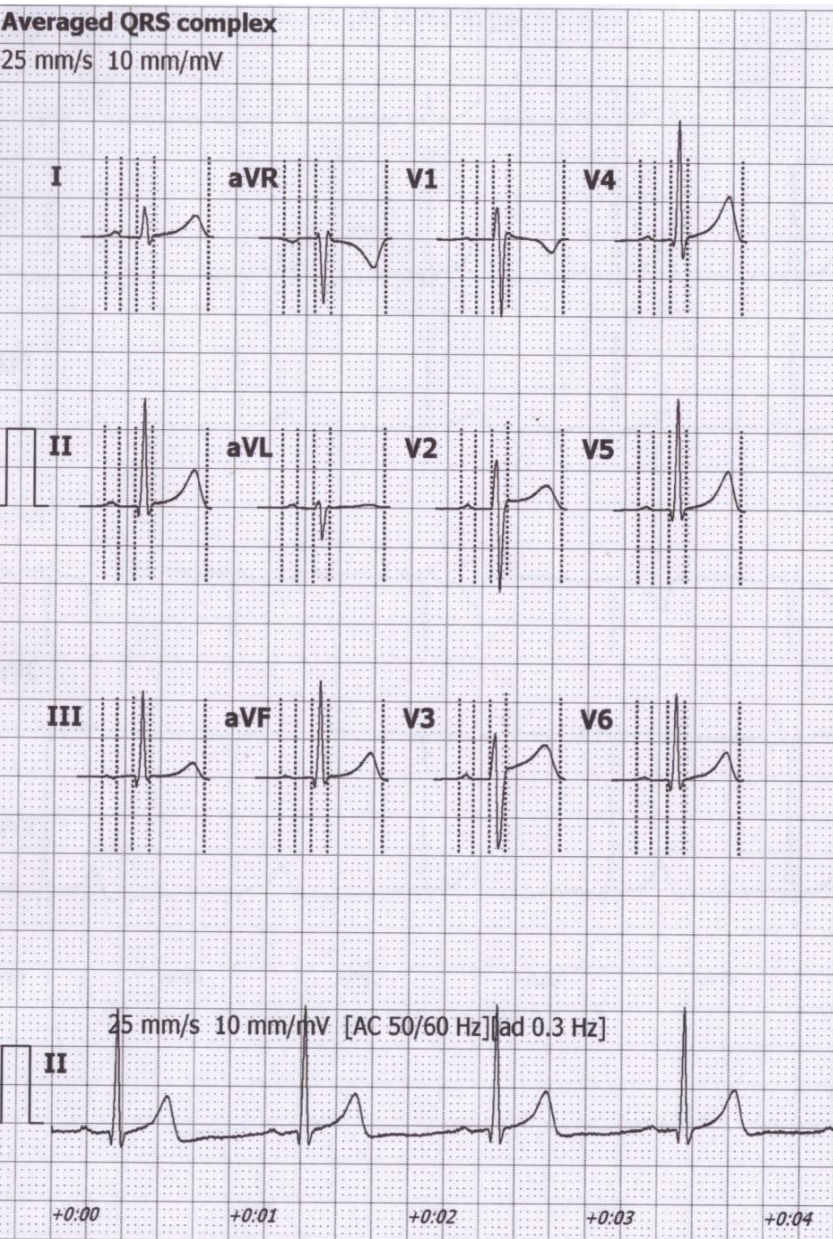
## Elektrická osa jinak

Najděte svod s největším a nejmenším součtem výchylek (jen tak od oka) – tyto svody budou na sebe kolmé. Úhel svodu s největším součtem QRS bude určovat přibližně el. osu srdeční. Nebude to dokonale přesné, ale to v praxi ani není potřeba.



**El. osa srdeční o  
něco víc než 60°**  
(protože QRS aVL je  
lehce záporné)

# Určení elektrické osy srdeční – jak to dopadlo podle počítače?



Amplitudes [mV]											
	P+	P-	Q	R	S	R'	S'	J	ST40	T+	T-
I	0.06	-	-	0.40	-0.09	-	-	0.03	0.03	0.28	-
II	0.05	-	-0.14	1.40	-0.12	-	-	0.03	0.05	0.48	-
III	0.02	-0.03	-0.16	1.10	-0.07	-	-	0.01	0.02	0.21	-
aVR	-	-0.05	-	0.07	-0.85	0.09	-	-0.03	-0.04	-	-0.37
aVL	0.04	-	-	0.11	-0.40	0.05	-	0.01	0	0.04	-
aVF	0.03	-	-0.15	1.25	-0.09	-	-	0.02	0.03	0.34	-
V1	0.02	-0.02	-	0.41	-1.02	0.09	-	0.08	0.03	-	-0.18
V2	0.05	-	-	0.63	-1.10	-	-	0.11	0.11	0.30	-
V3	0.06	-	-	0.59	-0.92	-	-	0.09	0.15	0.42	-
V4	0.05	-	-0.09	1.55	-0.26	-	-	0.04	0.07	0.58	-
V5	0.04	-	-0.16	1.43	-0.14	-	-	0.02	0.05	0.51	-
V6	0.04	-	-0.15	1.12	-0.13	-	-	0.01	0.04	0.37	-

Intervals [ms]	
RR	1031
P	81
PQ	173
QRS	93
QT	401
QTc	395

Interpretation must be authorized by physician

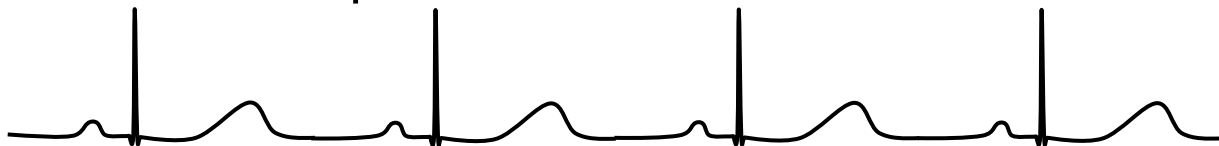
Automatic marker setting  
Patient's age unknown  
Bradycardia

Axis [°]	
P	15
QRS	72
T	49

el. osa pro depolarizaci síní  
72° el. osa pro depolarizaci komor  
 el. osa pro repolarizaci komor

# Obsah prezentace

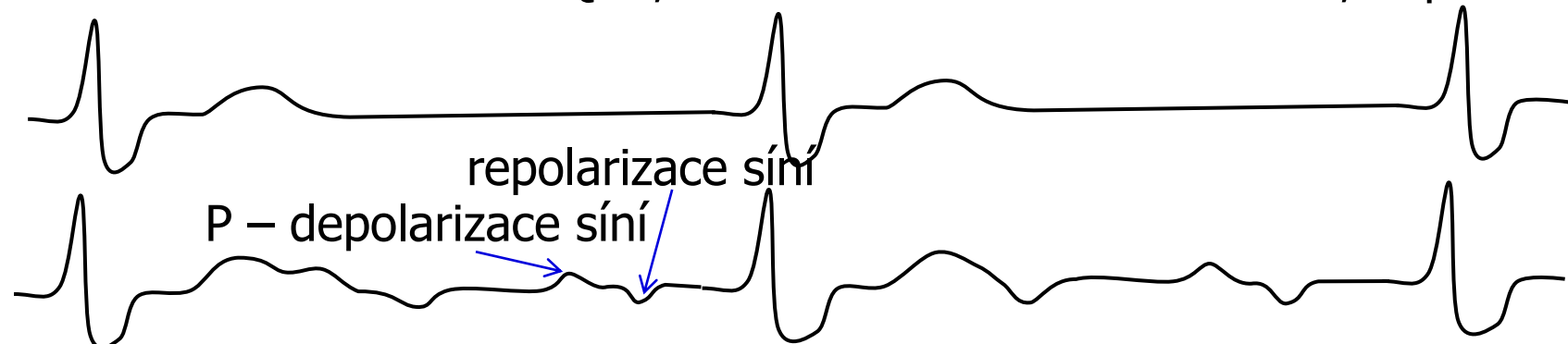
**Sinusový rytmus** – před každým QRS je přítomna vlna P – vzruch začíná v SA uzlu, ne na něj navázaná depolarizace komor



**Junkční rytmus** – nejsou přítomné normální vlny P před QRS – vzruch začíná v AV uzlu, nízká srdeční frekvence, ale normální QRS (v komoře se vzruch šíří normálně)

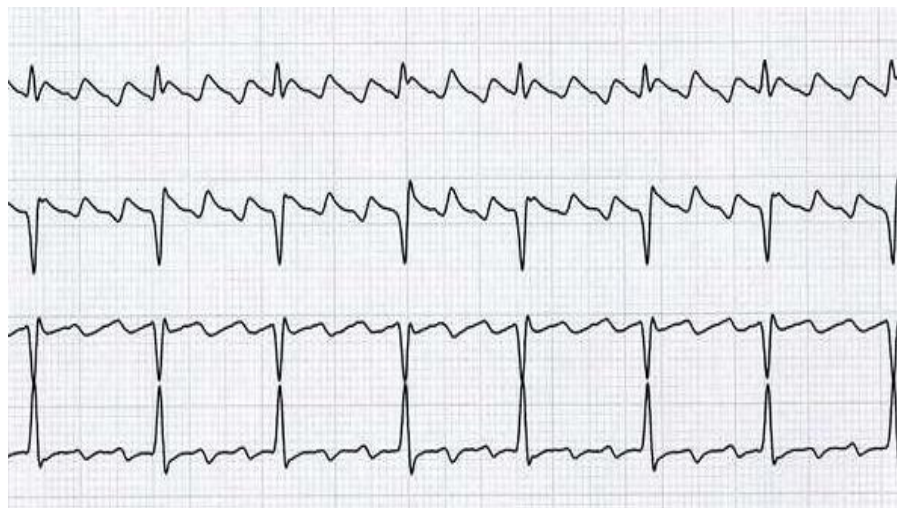


**Terciální rytmus** – nejsou přítomné vlny normální P vázané na QRS, vzruch začíná někde v komorách – deformované QRS, hodně nízká srdeční frekvence, například AV blok III. stupně



AV blok III. stupně – komory si jedou terciální rytmus, síně si jednou svůj rychlejší rytmus určený SA uzlem, který se ale nepřevádí do komor

# Flutter síní



- Pravidelné pilovité zuby mezi QRS. Pravidelné RR, tachykardie.
- Podkladem je krouživý vzruch (re-entry) v síních.
- Pravidelnost je dána počtem „otoček“ vzruchu na převedení na komory (na obrázku: 3 otočky na 1 převedení na komory).
- Pokud flutter nevymizí, mění se ve fibrilaci síní.

# Fibrilace

Fibrilace: nesynchronizovaná aktivita kardiomyocytů

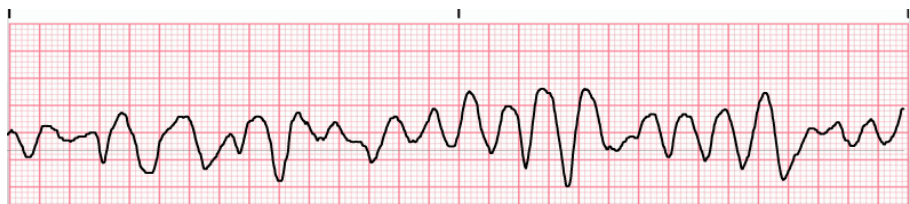
**Síňová** – chybí P, slabě nepravidelně „zubatá“ izolinie, RR nepravidelné, frekvence 80 – 180 bpm, není život ohrožující, ale vyčerpává srdce



fibrilace

normal

**Komorová** – srdce nefunguje jako pumpa, nulový srdeční výdej, poškození mozku po 3 – 5 minutách fibrilace, bez včasné defibrilace se kardiomyocyty vyčerpají a přechází v asystolii

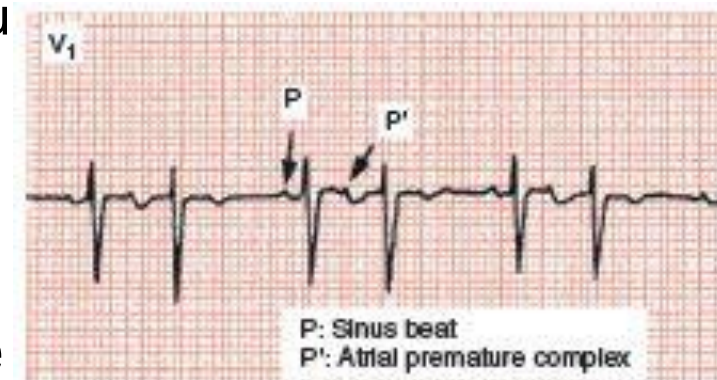
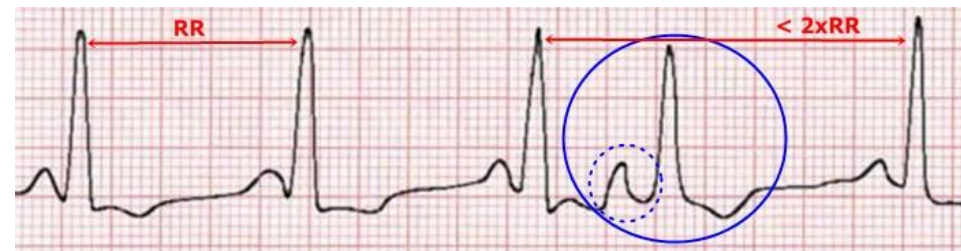


**Asystolie** – není přítomná elektrická aktivita, nedá se řešit defibrilací

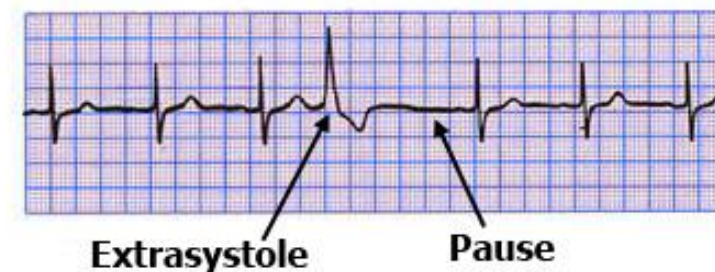


# Extrasystoly

- Supraventrikulární – ektopický vzruch vzniká v síni nebo v převodním systému AV
  - QRS komplex extrasystoly má normální tvar (vzruch se komorou šíří normálně),
  - vlna P nemá normální tvar (může být záporná či zakrytá QRS),
  - může být s postextrasystolickou pauzou (pokud se vzruch šíří zpětně síněmi a vybijí SA)
- Ventrikulární – ektopický vzruch vzniká v komoře
  - QRS komplex nemá normální tvar („obluda“)
  - při pomalé srdeční frekvenci je bez kompenzační pauzy (extrasystola je vmezeřená mezi normální QRS) o sinusovém rytmu,
  - nebo obsahuje kompenzační pauzu, pokud další vzruch pocházející z SA uzlu přijde v čase, kdy je komora ještě refrakterní



Ventricular Extrasystole





# Ischemie srdce

elevace ST  
(Pardeho vlna)

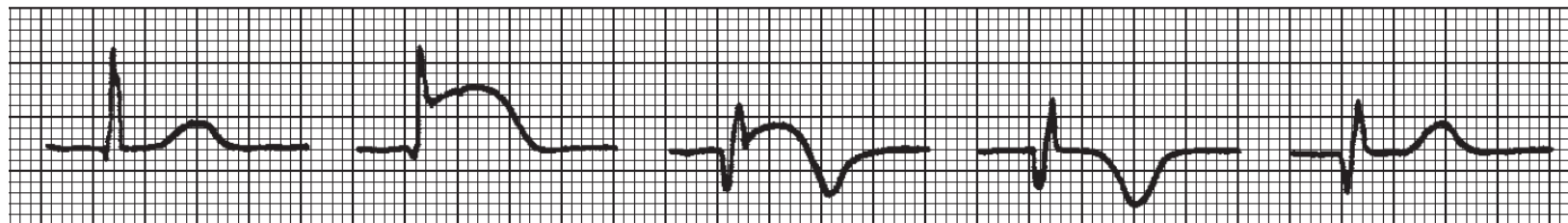
A

B

C

D

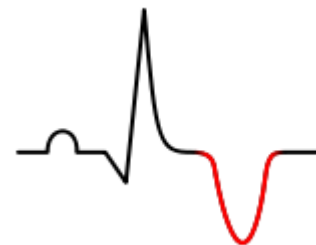
E



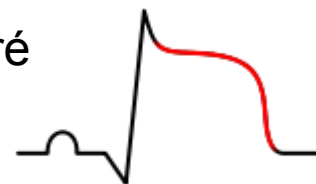
Patologické Q

Transmurální infarkt

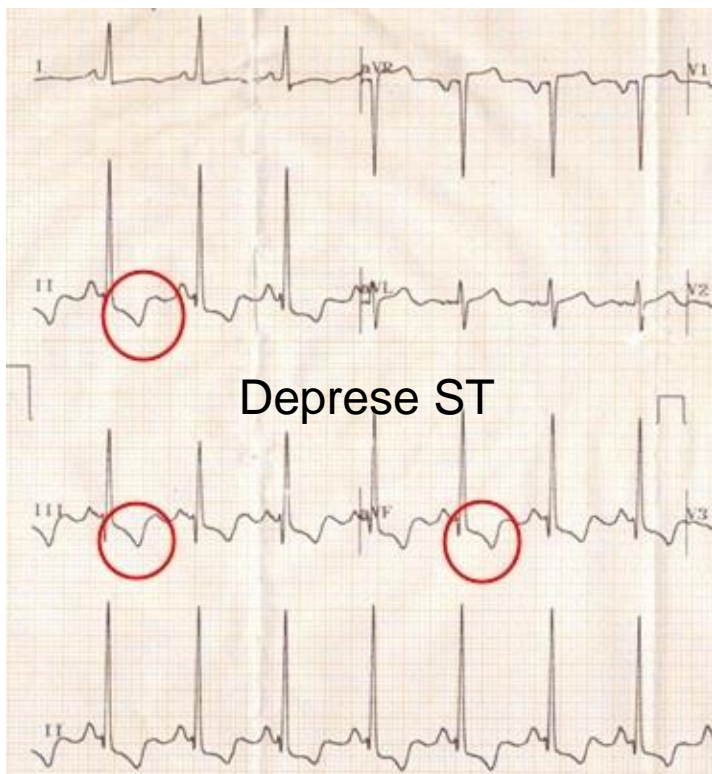
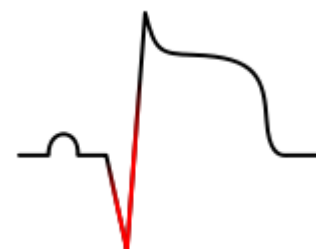
Negativní T (obrácený směr repolarizace)



Elevace ST – některé části tkáně se depolarizují se zpožděním



Patologické Q


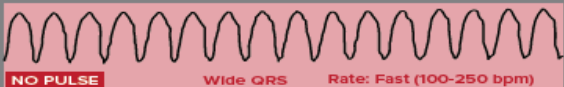
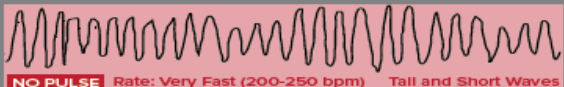


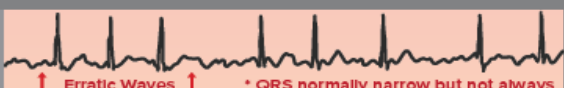







univerzity



# 11 Rhythms Nurses Need to Know

## Basic EKG/ECG Rhythms

Common & Formal Rhythm Names	6 Second Rhythm Strip	Identifiers
S H O C K A B L E	<b>V-Fib</b> Ventricular Fibrillation  <p>NO PULSE      Rate: Unmeasurable</p>	Irregular, No P Wave, No QRS
	<b>V-Tach</b> Ventricular Tachycardia  <p>NO PULSE      Wide QRS      Rate: Fast (100-250 bpm)</p>	Regular, No P Wave, Wide QRS
	<b>Torsade de Pointes</b> Type Of Ventricular Tachycardia  <p>NO PULSE      Rate: Very Fast (200-250 bpm)      Tall and Short Waves</p>	Irregular, No P Wave, Wide QRS
*Synchronized Cardioversion possible for SVT if medication ineffective.		
<b>SVT*</b> Supraventricular Tachycardia  <p>Rate: Very Fast (150-250 bpm)</p>	Regular, P Wave Hidden, Normal QRS	
<b>STEMI</b> ST Elevation Myocardial Infarction  <p>ST Elevation</p>	Reg or Irreg, P Wave, ST Elevated	
<b>A-Fib</b> Atrial Fibrillation  <p>↑ Erratic Waves      * QRS normally narrow but not always</p>	Irregular, No P Wave, Normal QRS*	
<b>A-Flutter</b> Atrial Flutter  <p>"Sawtooth" Pattern</p>	Reg or Irreg, No P Wave, Normal QRS	
<b>PVC</b> Premature Ventricular Contraction  <p>PVC      No P Waves      PVC</p>	Irregular, No P Wave, Wide QRS	
<b>Sinus Brady</b> Sinus Bradycardia  <p>Rate: Slow (&lt;60 bpm)</p>	Regular, P Wave, Normal QRS	
<b>Sinus Tach</b> Sinus Tachycardia  <p>Rate: Fast (&gt; 100 bpm)</p>	Regular, P Wave, Normal QRS	
<b>NSR</b> Normal Sinus Rhythm  <p>Rate: Normal (60-100 bpm)</p>	Regular, P Wave, Normal QRS	