

EKG – Elektrokardiografie

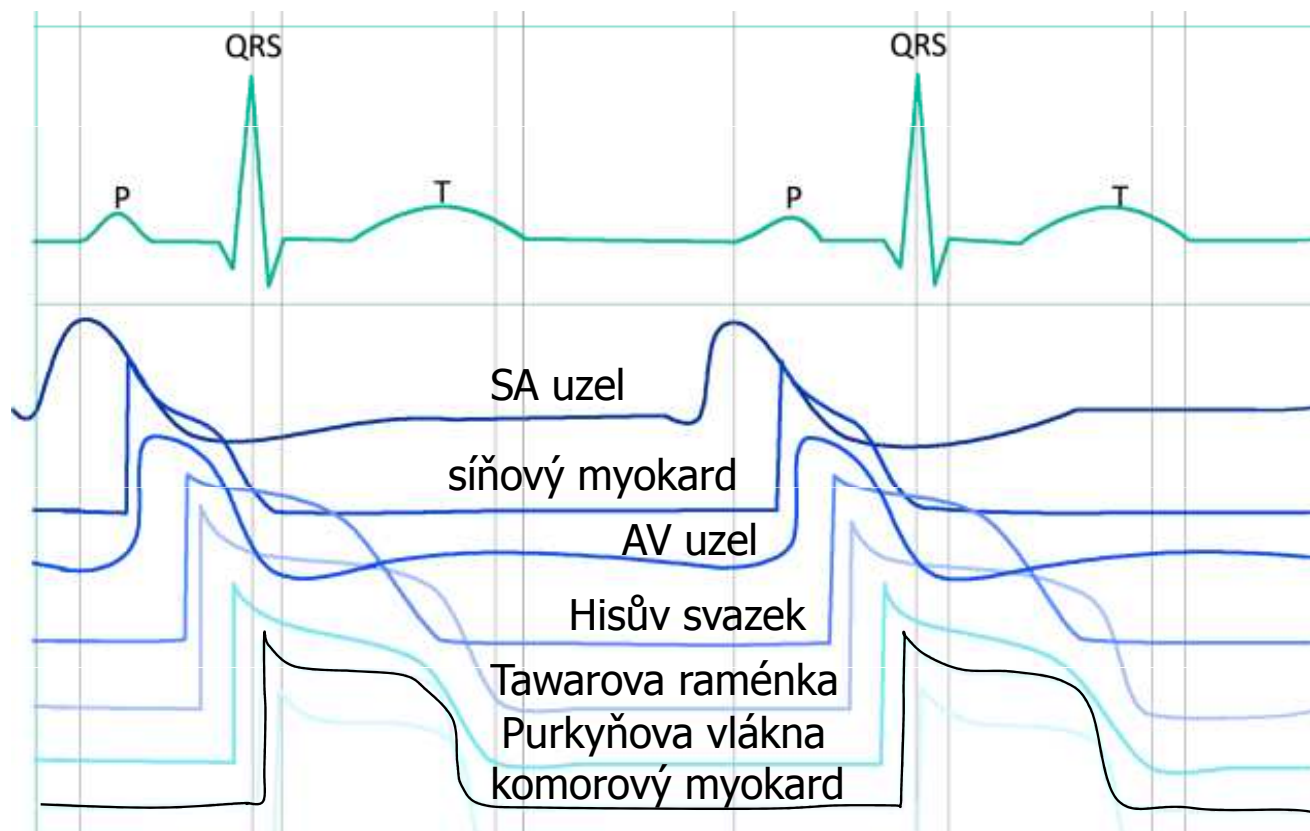
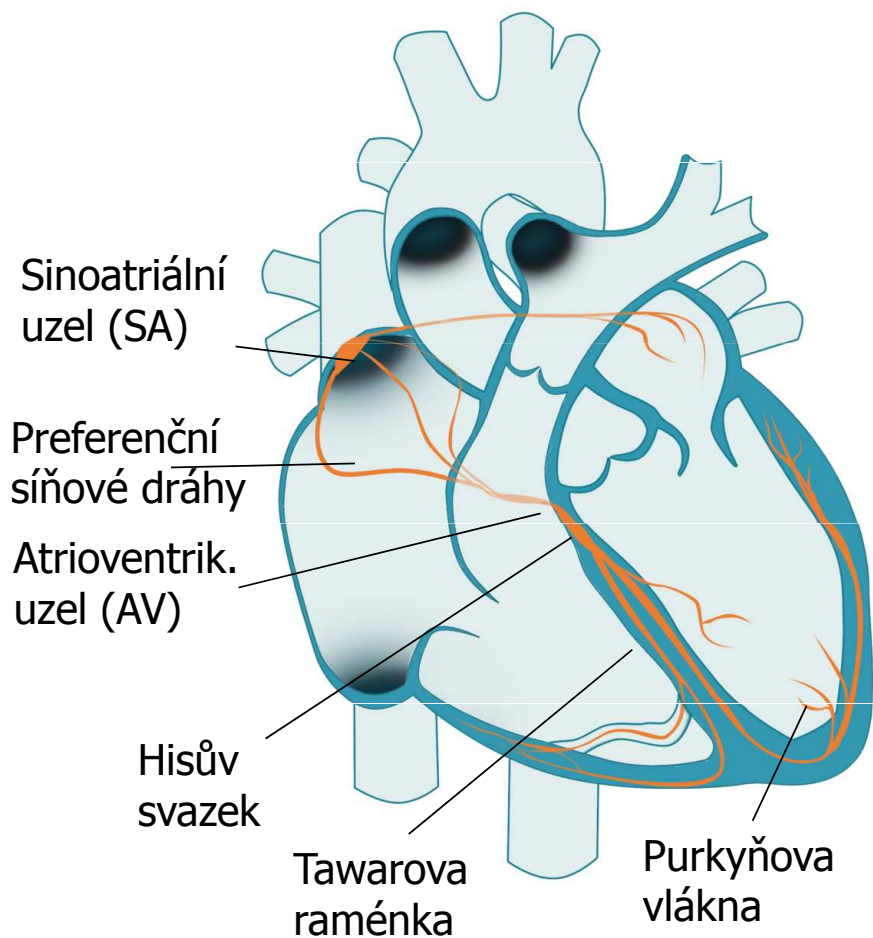
Praktické cvičení z fyziologie (jarní semestr: 4. – 6. týden)

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

Elektrokardiografie

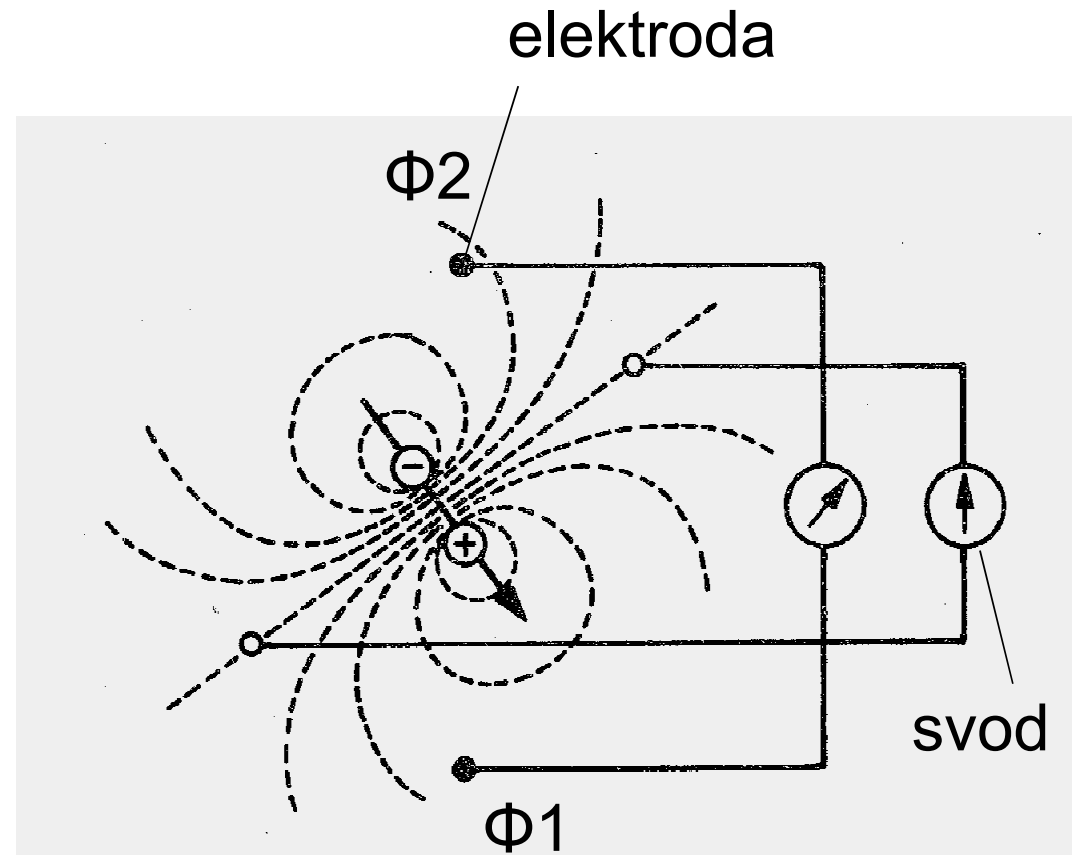
- Definice: záznam elektrické aktivity srdce z povrchu těla (záznam el. aktivity srdce se dá pořádit i z jícnových svodů nebo samotného povrchu srdce, ale tyto metody jsou používána jiná pojmenování)
- Pojmy
 - převodní systém srdce
 - potřeby pro záznam EKG
 - končetinové a hrudní svody
 - unipolární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

Převodní systém srdeční



Elektrický dipól

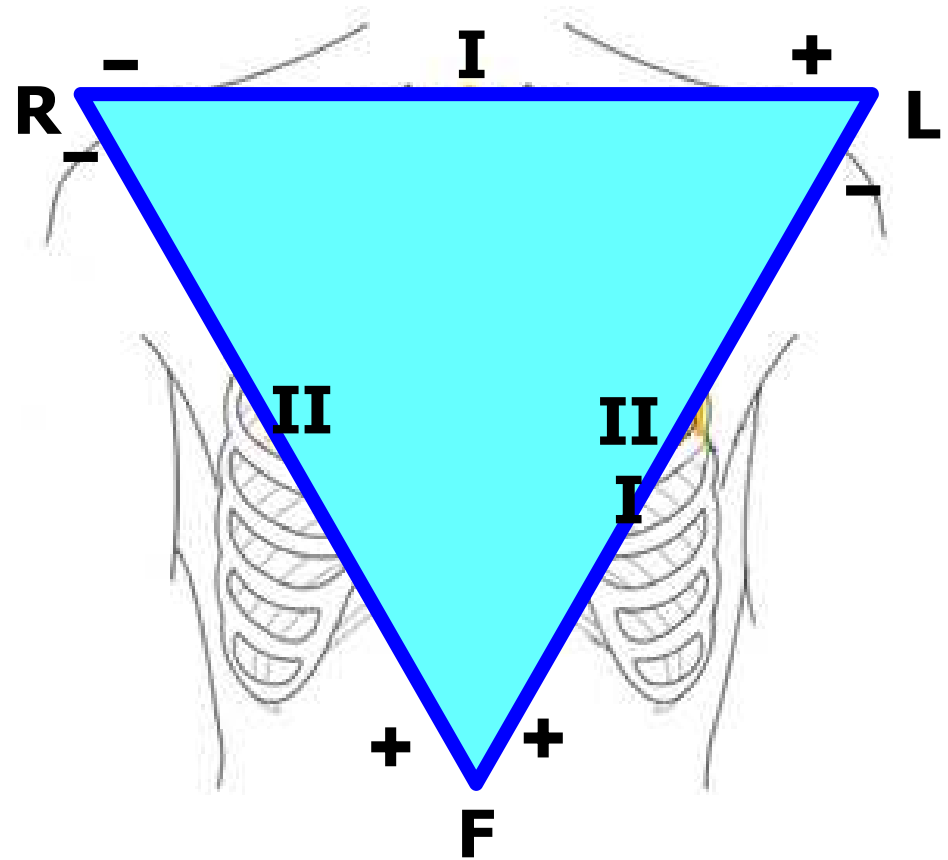
- Elektroda: snímá elektrický potenciál (Φ)
- Elektrický svod: spojení dvou elektrod
- Snímá napětí mezi elektrodami
- Napětí: rozdíl el. potenciálů ($V = \Phi_1 - \Phi_2$)



Einthovenův trojúhelník

(standardní, končetinové, bipolární svody)

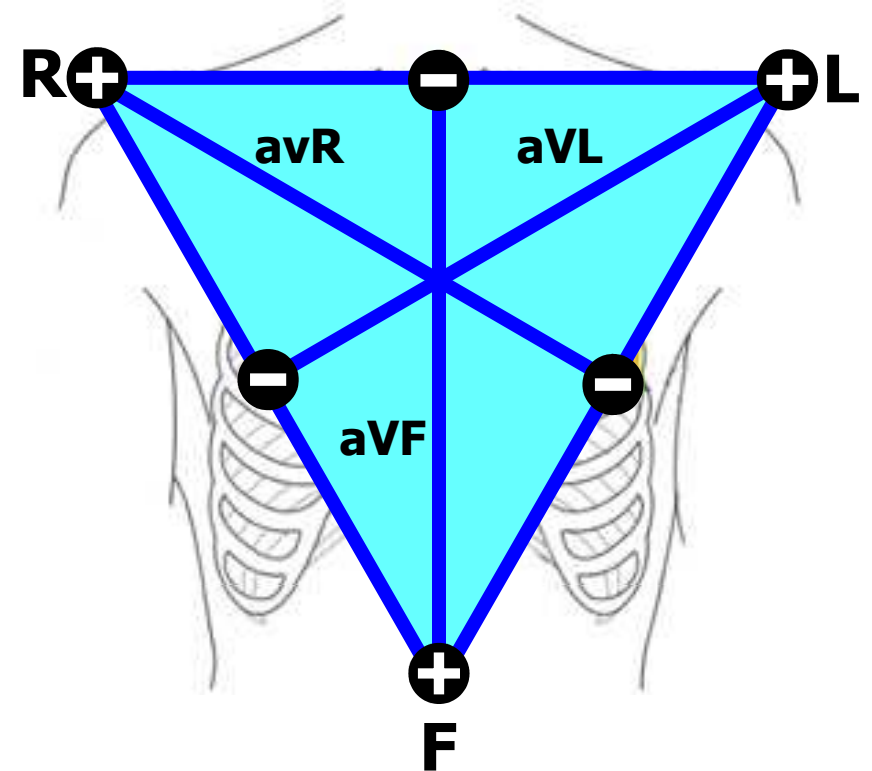
- Bipolární svody:
obě elektrody jsou aktivní
(obě mají proměnný el. potenciál)



Goldbergerovy svody

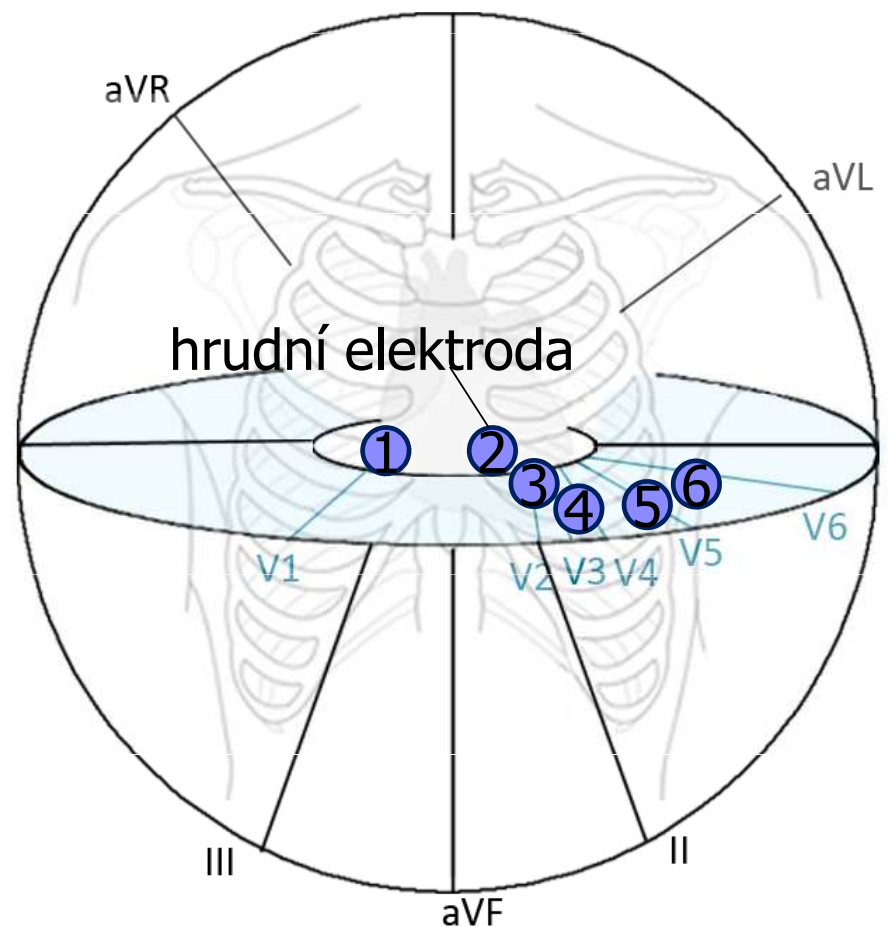
(augmentované, končetinové, unipolární svody)

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

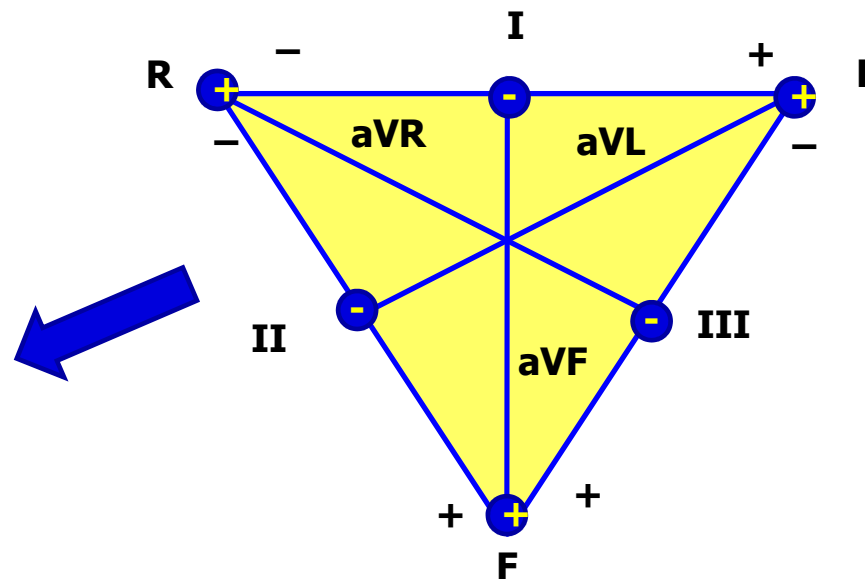
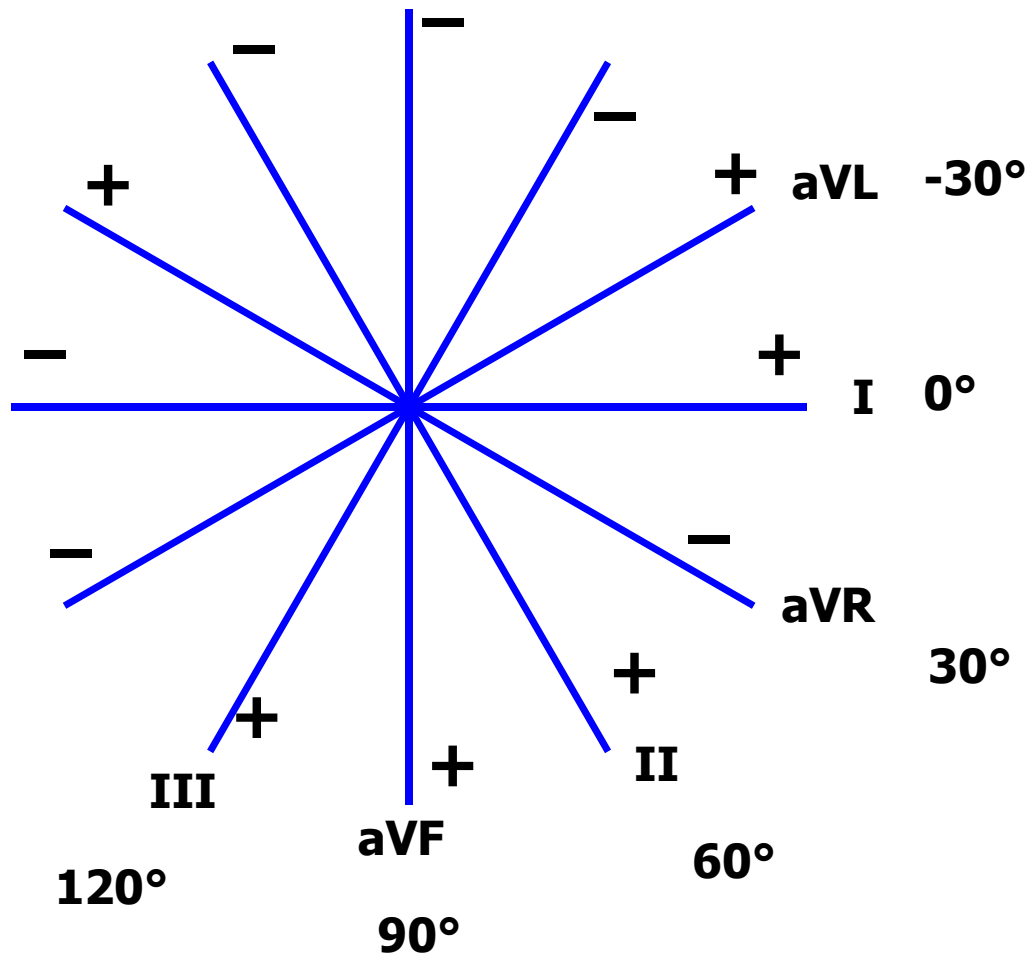


Hrudní svody

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

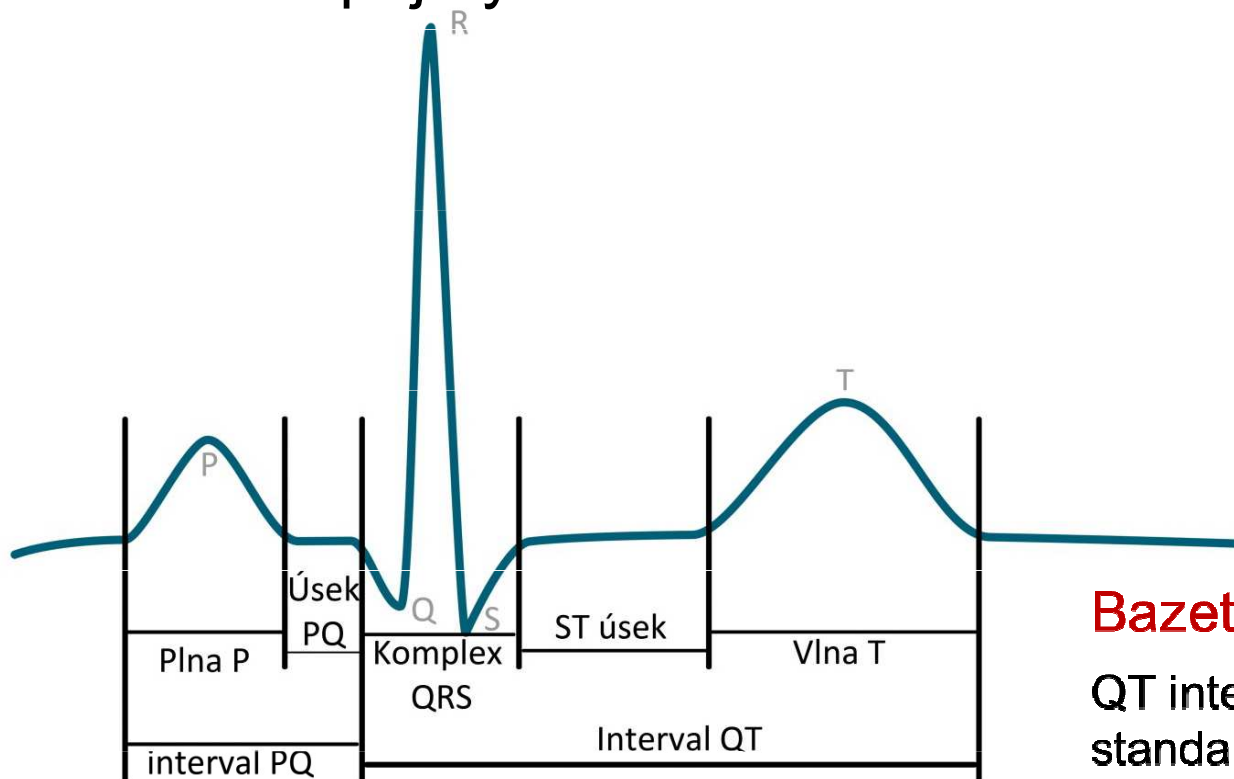


Svody podle Cabrery



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: $QT_c = \frac{QT}{\sqrt{RR}}$

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

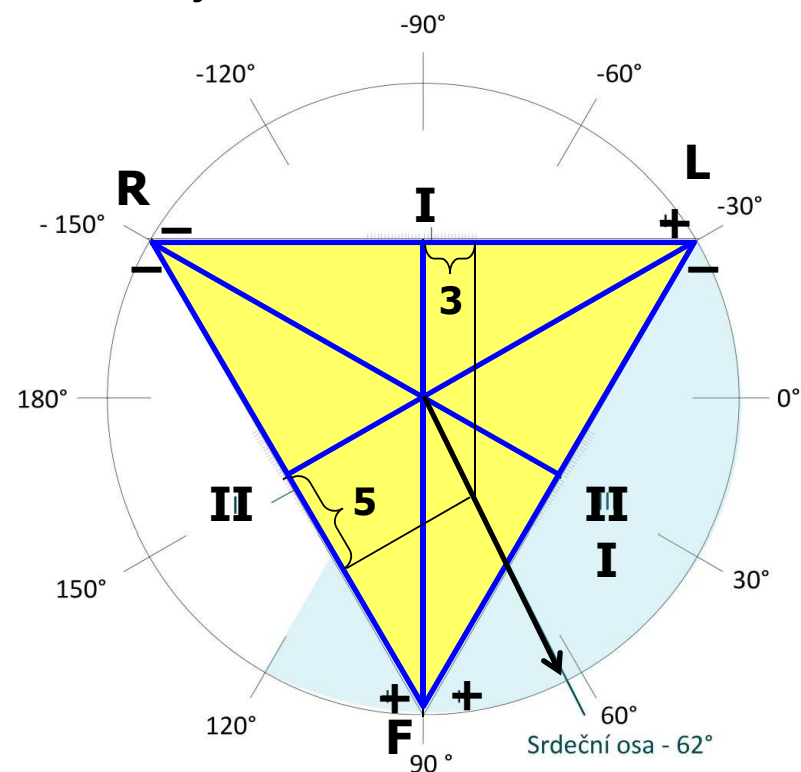


2. Suma QRS komplexu (suma kladných a záporných malý čtverců od izolinie).

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

Fyziologické rozmezí: -30° - 110°

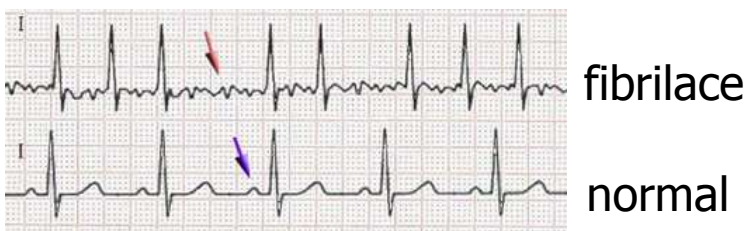
3. Zakreslení sum do trojúhelníku



Diagnostické využití EKG

Arytmie: porucha srdečního rytmu

Fibrilace: nesynchronizovaná aktivita kardiomyocytů



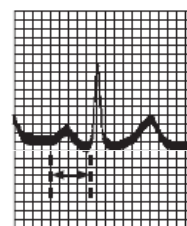
síňová fibrilace
(chybí P, „zubatá“ izolinie, RR nepravidelné, frekvence 80 – 180 bpm)



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

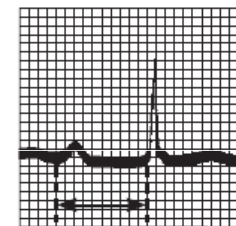
11

Atrioventrikulární blokáda: porucha převodu vzruchu ze síní na komory



PR = 0.16 s

Normal complex

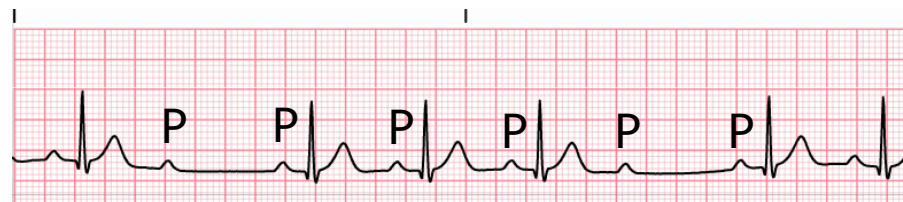


PR = 0.38 s

AV blok I. stupně

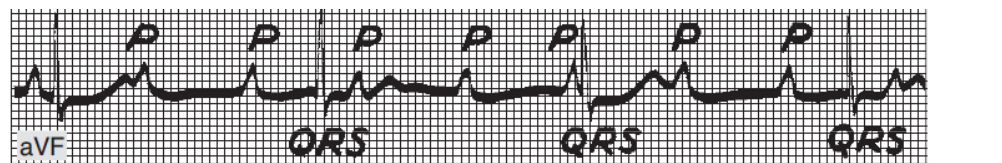
(prodloužení převodu vzruchu ze síně na komory, prodloužený PQ int.)

AV blok
II. stupně



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

AV blok
III. stupně



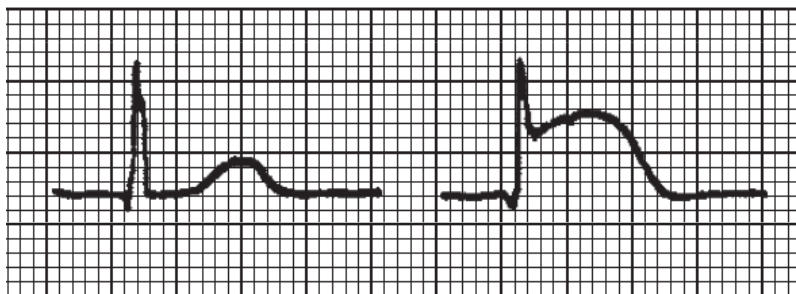
Kompletní blokáda převodu vzruchů ze síní na komory, P a QRS se objevují nesynchronizovaně

Diagnostické využití EKG

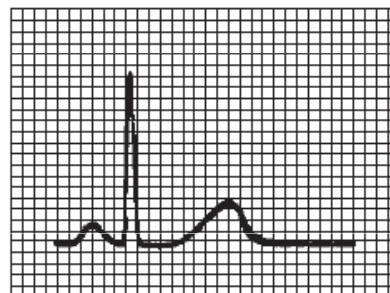
ischemie srdce, infarkt myokardu

A

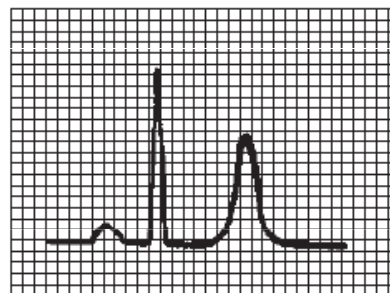
B (elevace ST)



elektrolytová nerovnováha - hyperkalémie



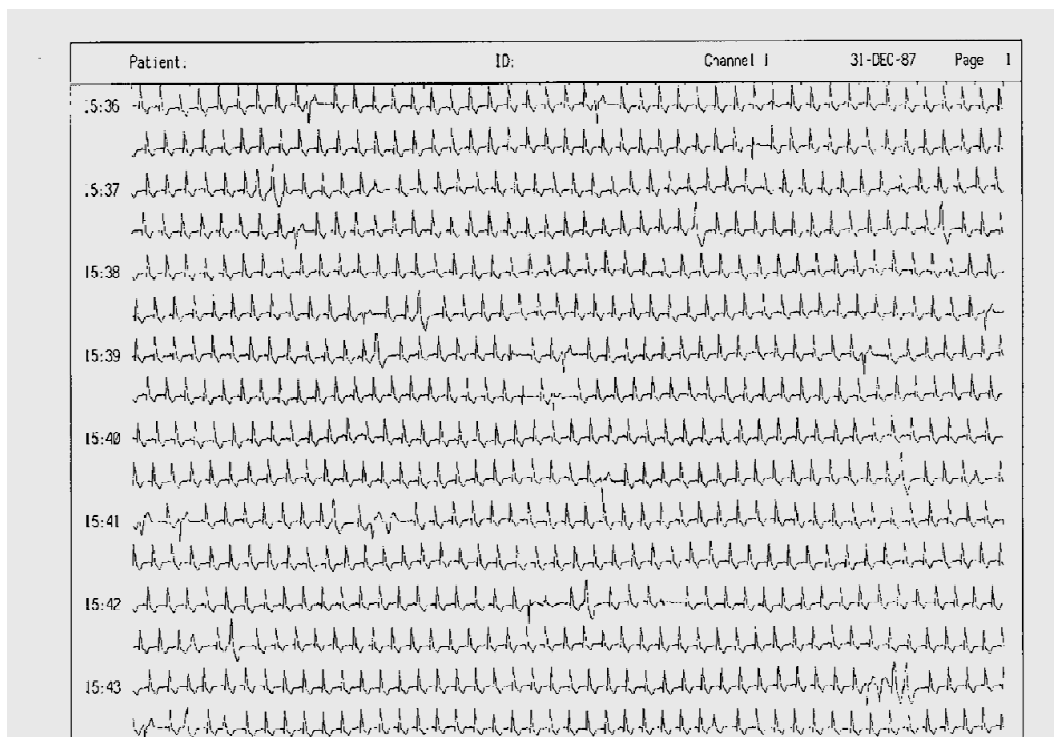
Normal tracing (plasma K^+ 4–5.5 meq/L).



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

Diagnostické využití EKG

24-hodinové monitorování EKG (Holter)



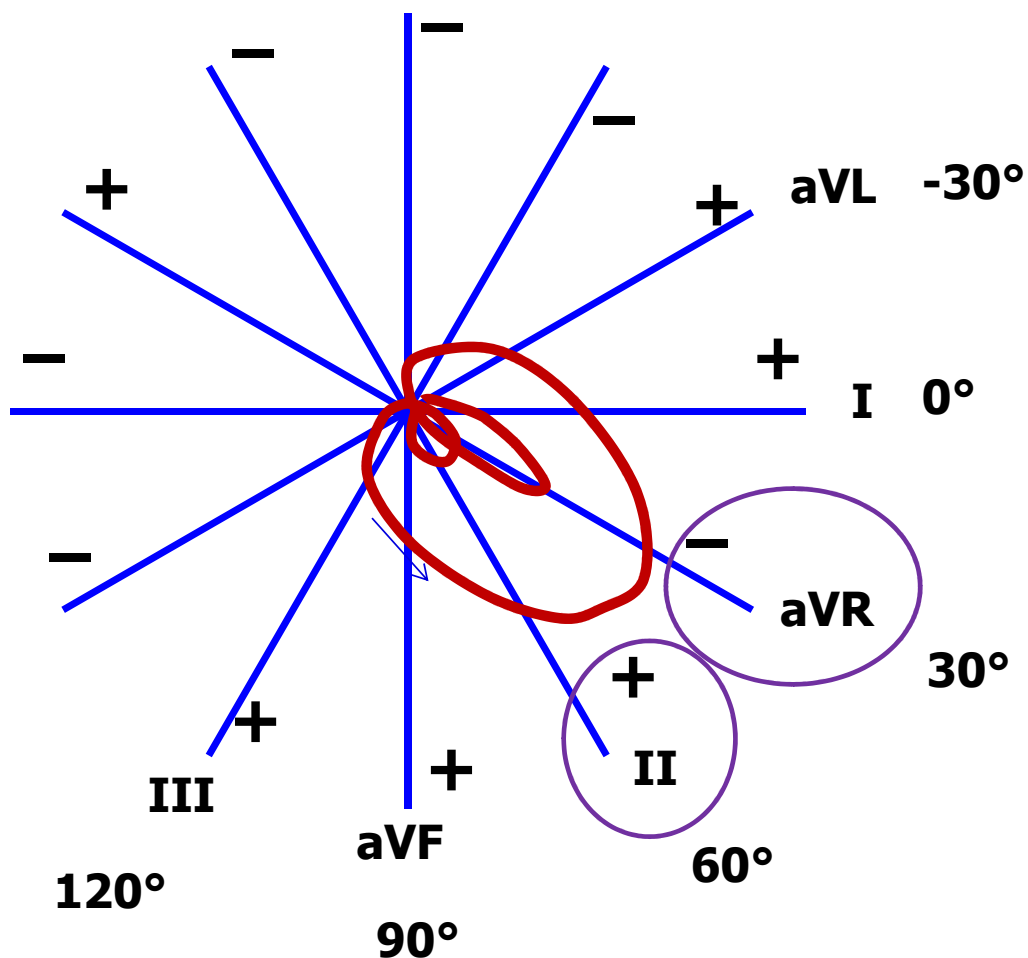
**MUNI
MED**

Dodatek k EKG

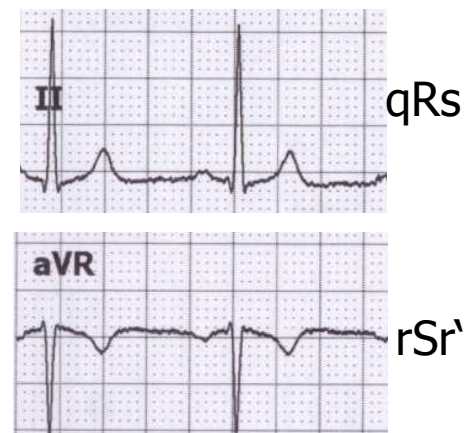
Definice vln a kmitů

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

Svod II a aVR

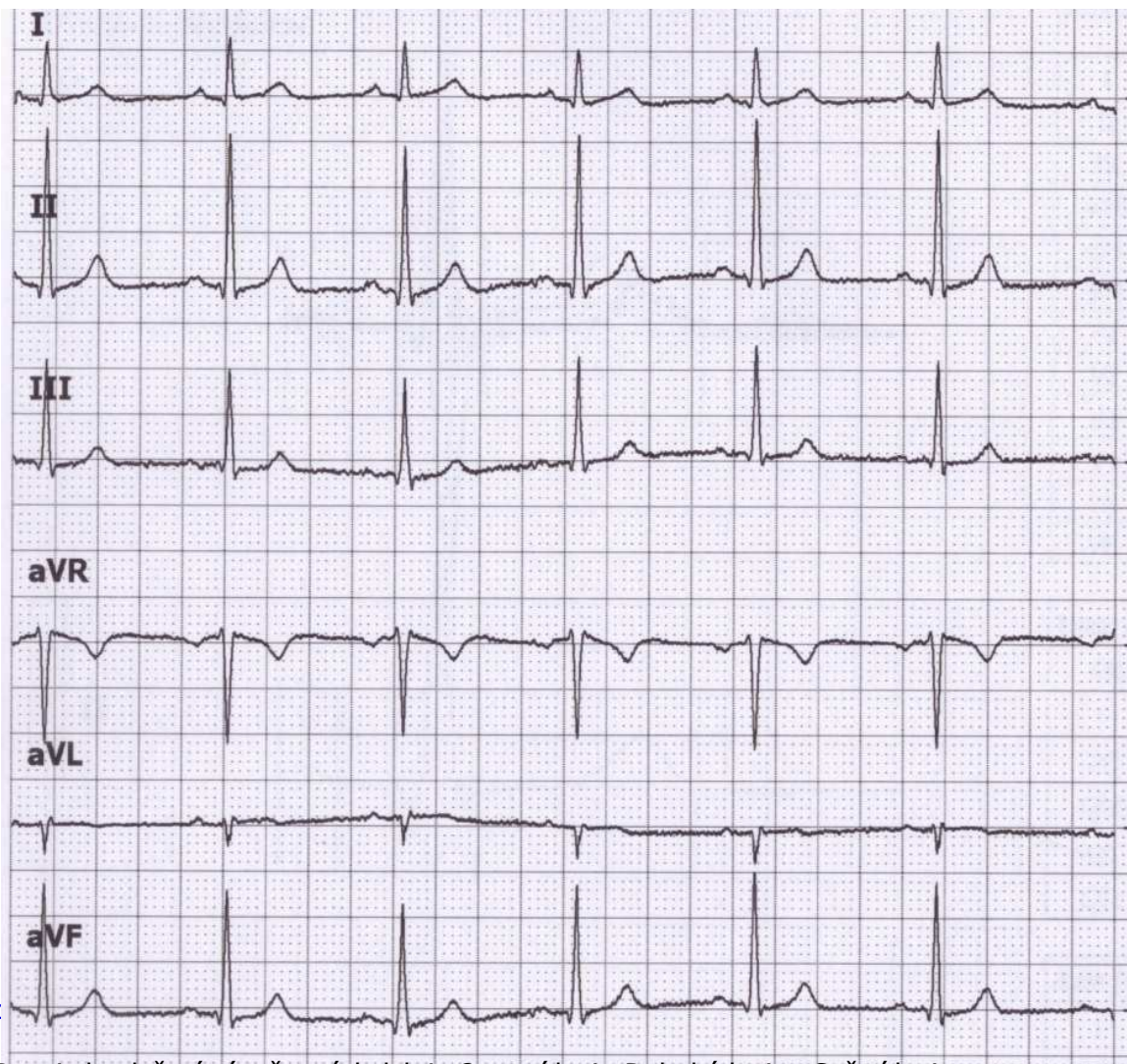


Všimněte si vzhledu EKG ve svodu II a aVR. Oba svody se dívají na elektrickou srdeční aktivitu z podobného úhlu (odchylna jen 30°), ale aVR má opačnou polaritu (dívá se na srdce vzhůru nohama v porovnání s II). Proto jsou svody II a aVR podobné, jen vůči sobě zrcadlově obrácené.



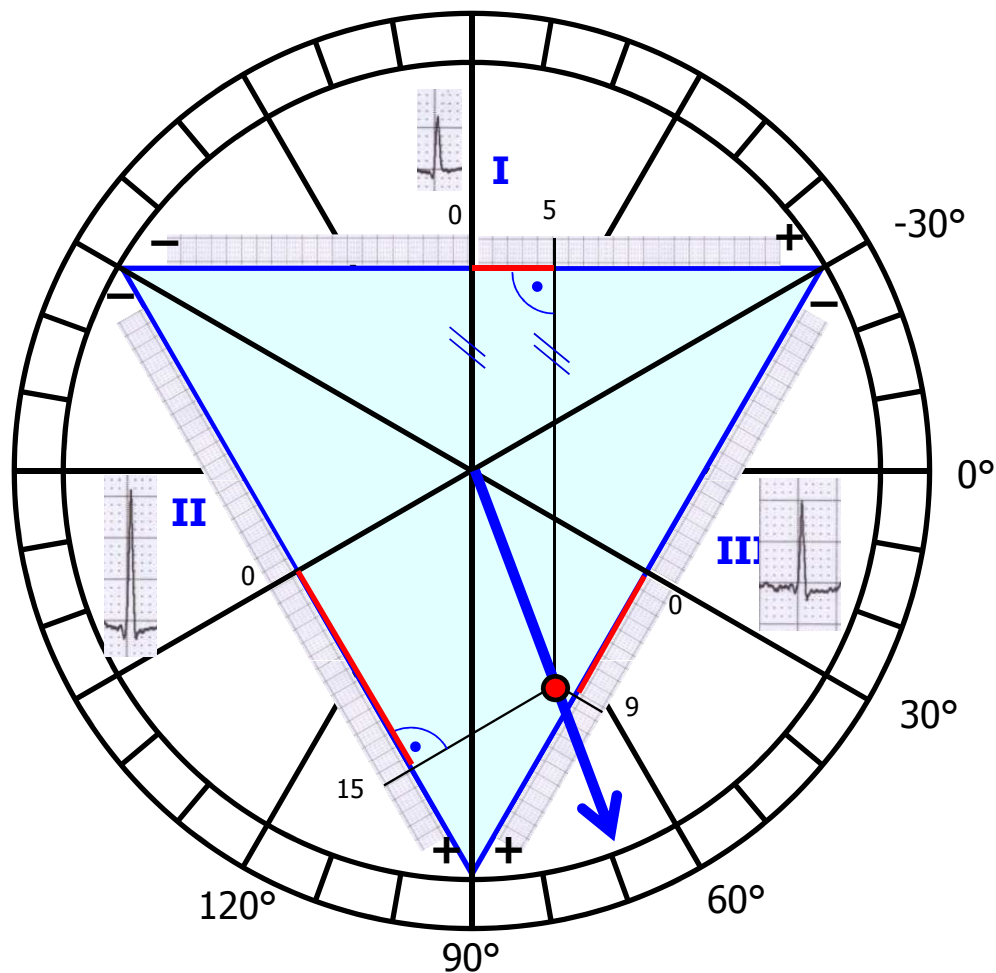
aVR má obvykle negativní T a P

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°

výchytky 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

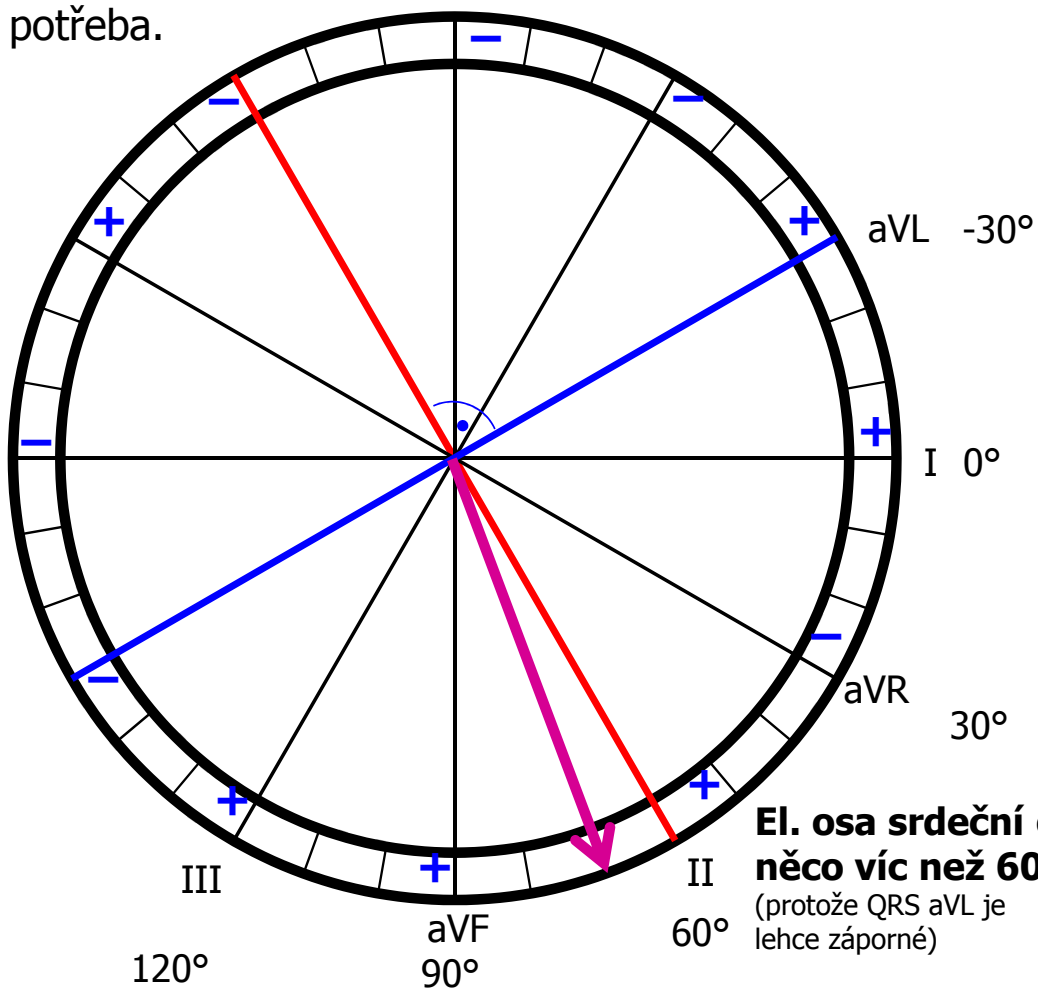
aVR
Q = 1
R = -11 QRS = -10
S = 0

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

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

Elektrická osa jinak

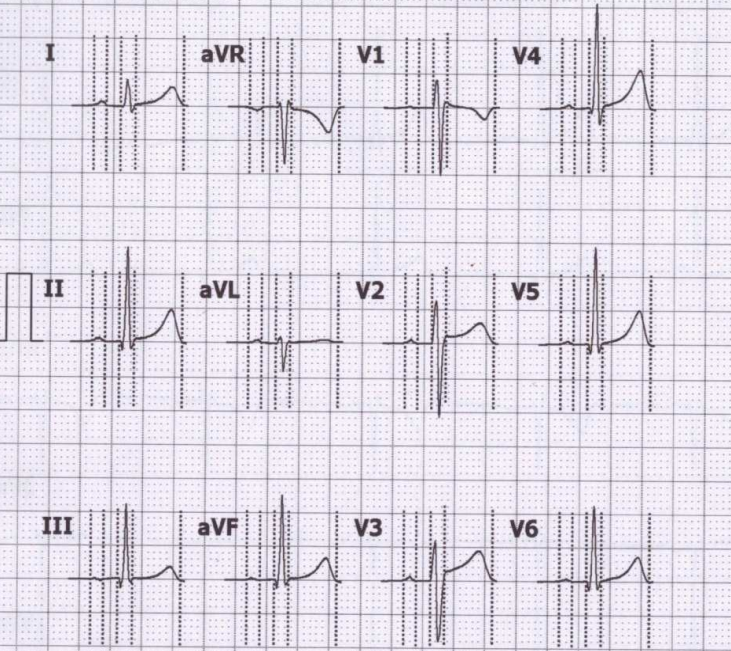
Najděte svod s největším a nejmenším součtem výchytek (jen tak od oka) – tyto svody budou na sebe kolmé. Úhel svodu s největším součtem QRS bude určovat přibližně el. osu srdeční. Nebude to dokonale přesné, ale to v praxi ani není potřeba.



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

Určení elektrické osy srdeční – jak to dopadlo podle počítače?

Averaged QRS complex
25 mm/s 10 mm/mV



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	-

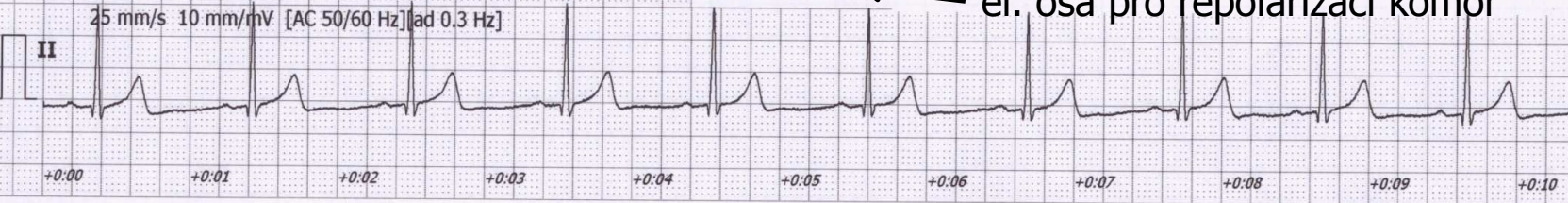
Intervals [ms]	
RR	1031
P	81
PQ	173
QRS	93
QT	401
QTc	395

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



HR [1/min]

58

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)

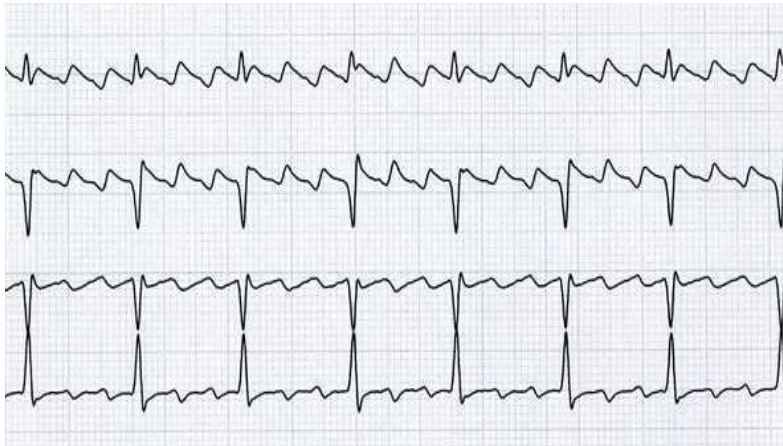


Terciální rytmus – nejsou přítomné vlny normální P vázané na QRS, vzruch začíná někde v komorách – deformované QRS, hodně nízká srdeční frekvence, například AV blok III. stupně



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

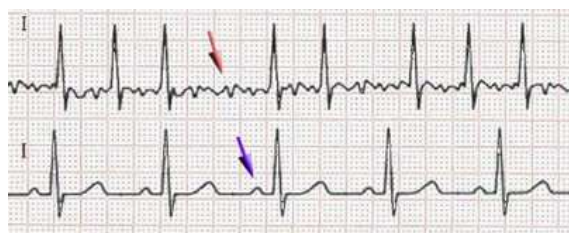


- Pravidelné pilovité zuby mezi QRS. Pravidelné RR, tachykardie.
- Podkladem je krouživý vzruch (re-entry) v síních.
- Pravidelnost je dána počtem „otoček“ vzruchu na převedení na komory (na obrázku: 3 otočky na 1 převedení na komory).
- Pokud flutter nevymizí, mění se ve fibrilaci síní.

Fibrilace

Fibrilace: nesynchronizovaná aktivita kardiomyocytů

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



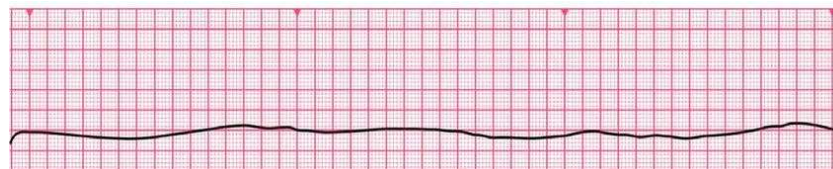
fibrilace

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

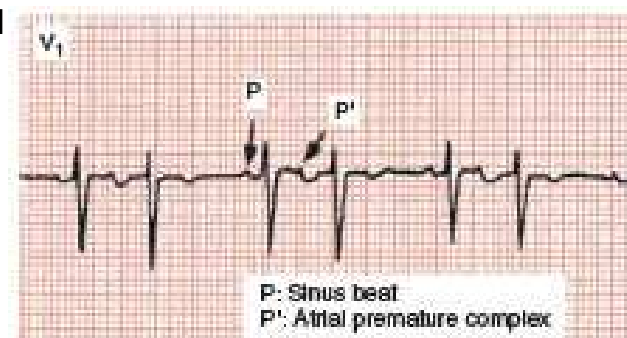
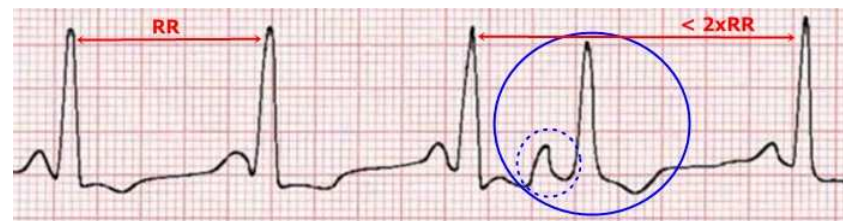


Asystolie – není přítomná elektrická aktivita, nedá se řešit defibrilací



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 vybije 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)

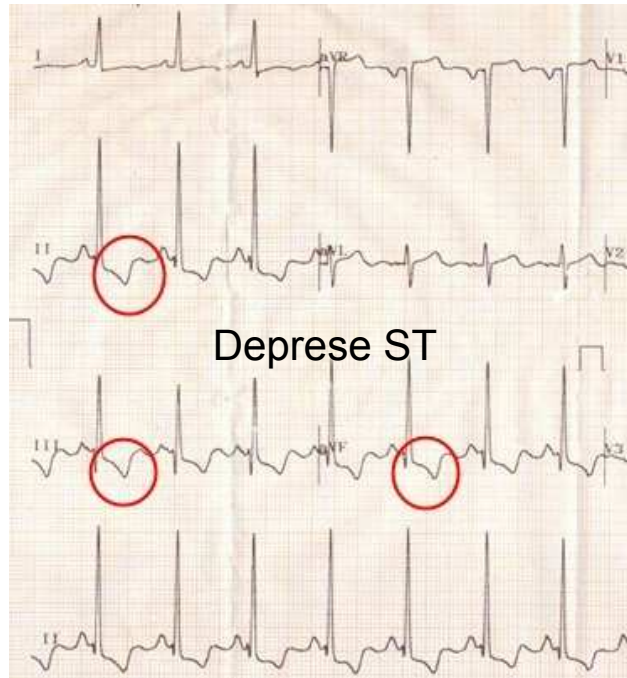
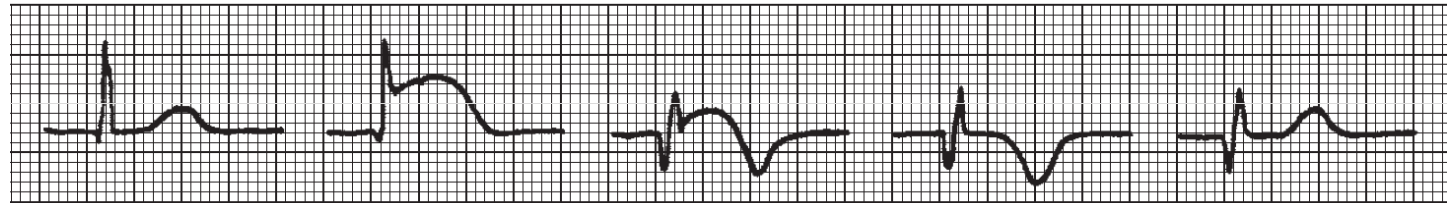
A

B

C

D

E



univerzity

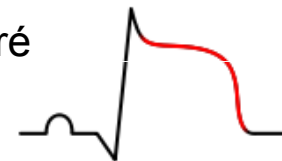
Transmurální infarkt

Patologické Q

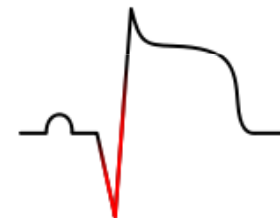
Negativní T (obrácený směr repolarizace)



Elevace ST – některé části tkáně se depolarizují se zpožděním










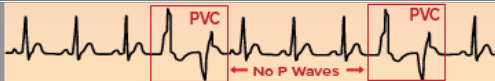
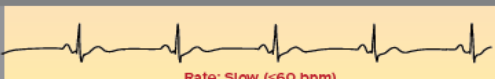
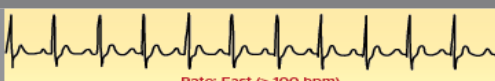

Patologické Q





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	V-Fib Ventricular Fibrillation  <p>NO PULSE Rate: Unmeasurable</p>	Irregular, No P Wave, No QRS
	V-Tach Ventricular Tachycardia  <p>NO PULSE Wide QRS Rate: Fast (100-250 bpm)</p>	Regular, No P Wave, Wide QRS
	Torsade de Pointes 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.		
SVT* Supraventricular Tachycardia  <p>Rate: Very Fast (150-250 bpm)</p>	Regular, P Wave Hidden, Normal QRS	
STEMI ST Elevation Myocardial Infarction  <p>ST Elevation</p>	Reg or Irreg, P Wave, ST Elevated	
A-Fib Atrial Fibrillation  <p>↑ Erratic Waves * QRS normally narrow but not always</p>	Irregular, No P Wave, Normal QRS*	
A-Flutter Atrial Flutter  <p>↑ "Sawtooth" Pattern</p>	Reg or Irreg, No P Wave, Normal QRS	
PVC Premature Ventricular Contraction  <p>PVC PVC ← No P Waves →</p>	Irregular, No P Wave, Wide QRS	
Sinus Brady Sinus Bradycardia  <p>Rate: Slow (<60 bpm)</p>	Regular, P Wave, Normal QRS	
Sinus Tach Sinus Tachycardia  <p>Rate: Fast (> 100 bpm)</p>	Regular, P Wave, Normal QRS	
NSR Normal Sinus Rhythm  <p>Rate: Normal (60-100 bpm)</p>	Regular, P Wave, Normal QRS	