

MUNI  
MED

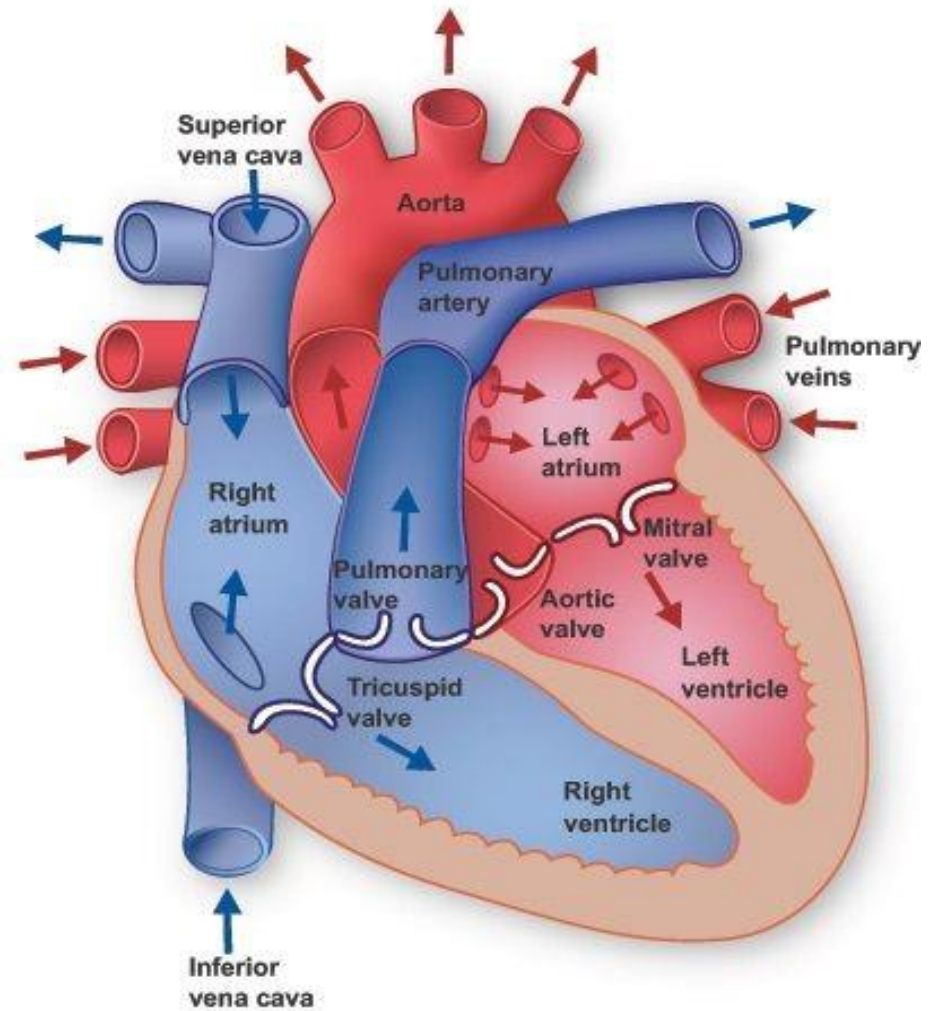


*EKG v praxi*

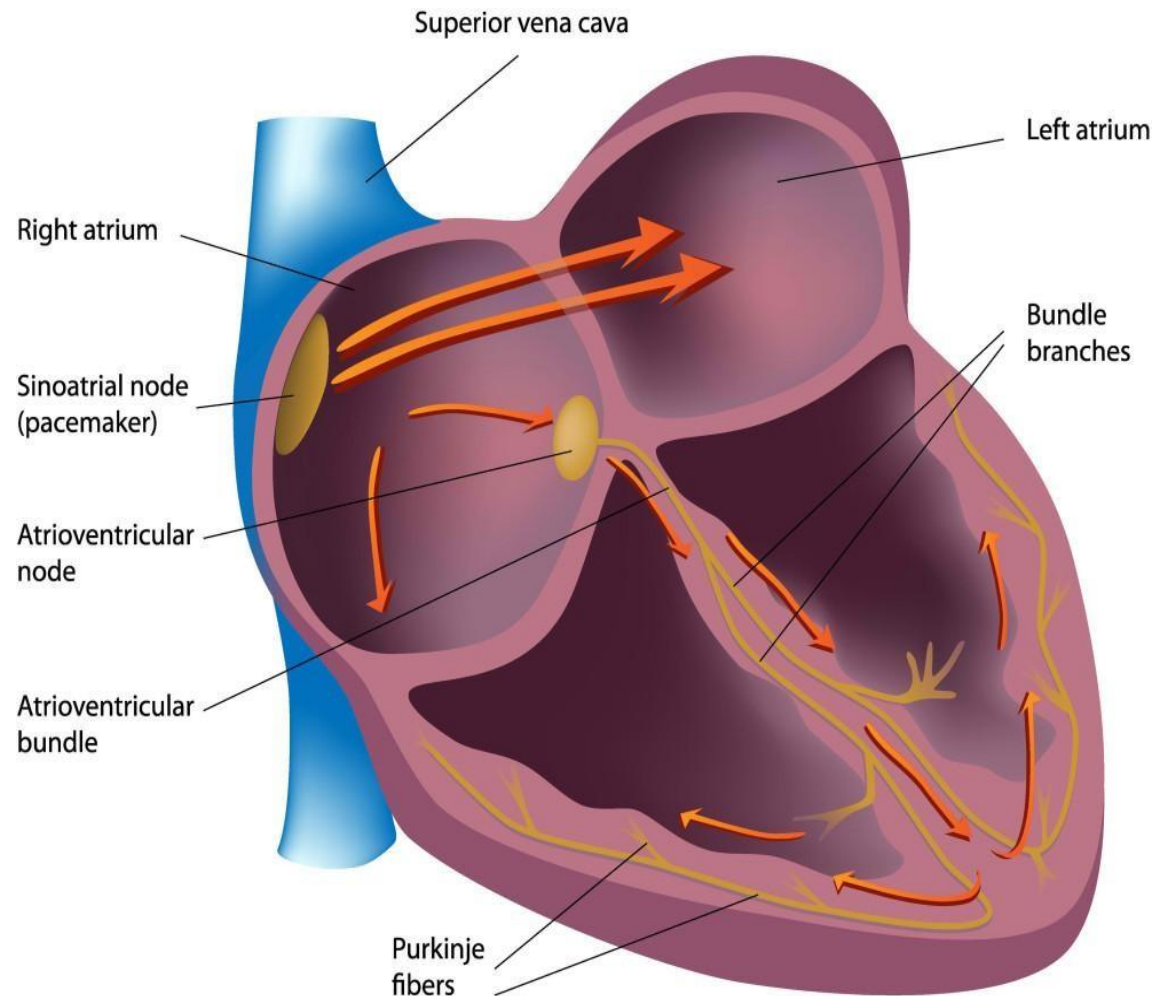
# FYZIOLOGICKÉ EKG

*(Dominik Höpfler  
Jakub Libiák  
Samuel Kecer  
Michael Andrej  
Kateřina Dostálová  
Pavel Pískovský)*

# Anatomie srdce



# Převodní systém srdce



## SA uzel

svalovina síní + Internodálne trakty (Wenckebach, Thorel, James): 0,5 m/s

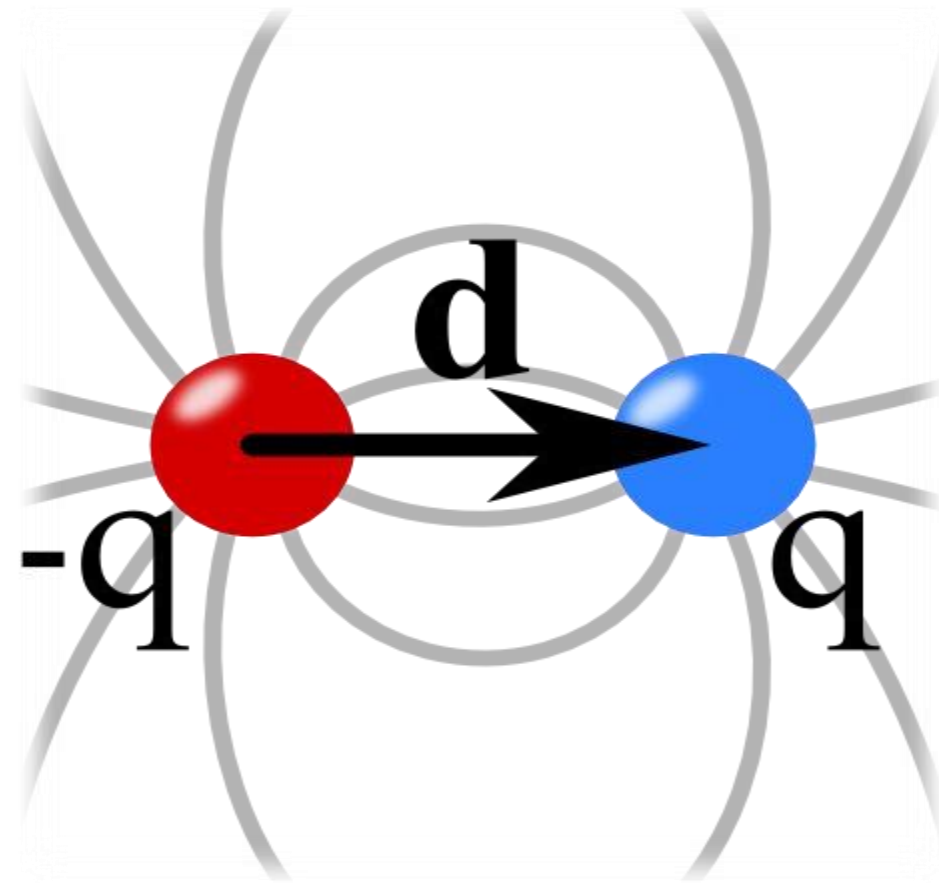
AV uzel: 0,05 m/s (NODÁLNÍ ZDRŽENÍ)

Hiss, levý a pravý Tawar: 2 m/s

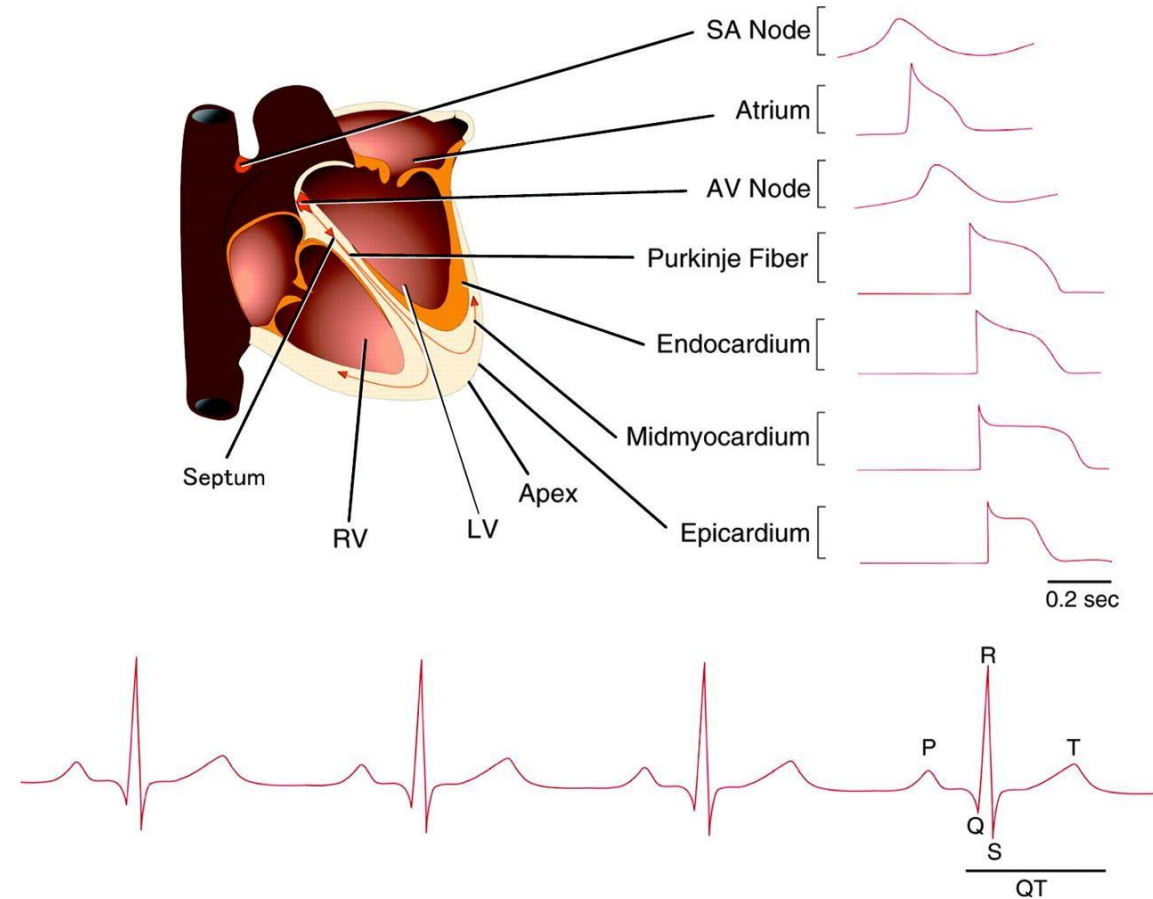
Purkyňova vlákna: 4 m/s

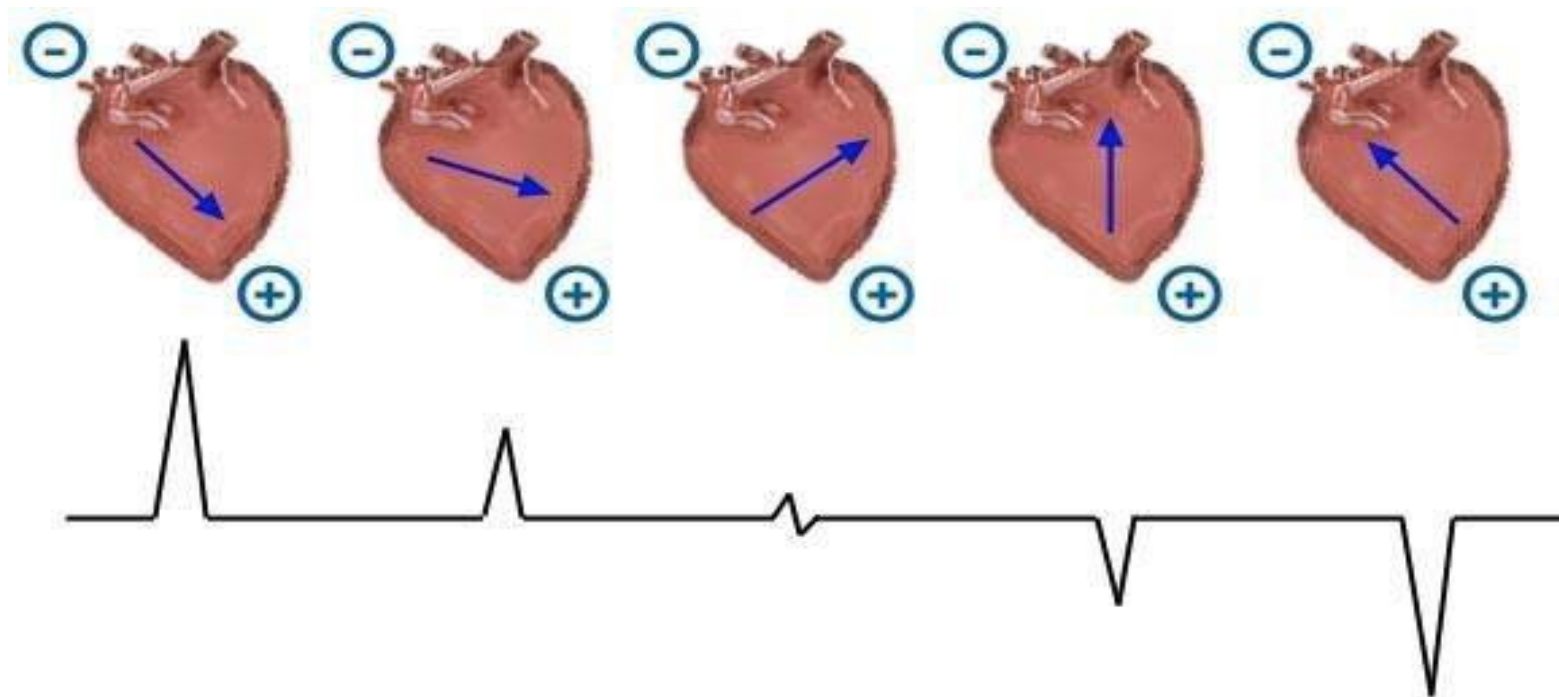
svalovina komor: 0,5 m/s

# *Dipól*



# Projevy depolarizace a repolarizace na EKG

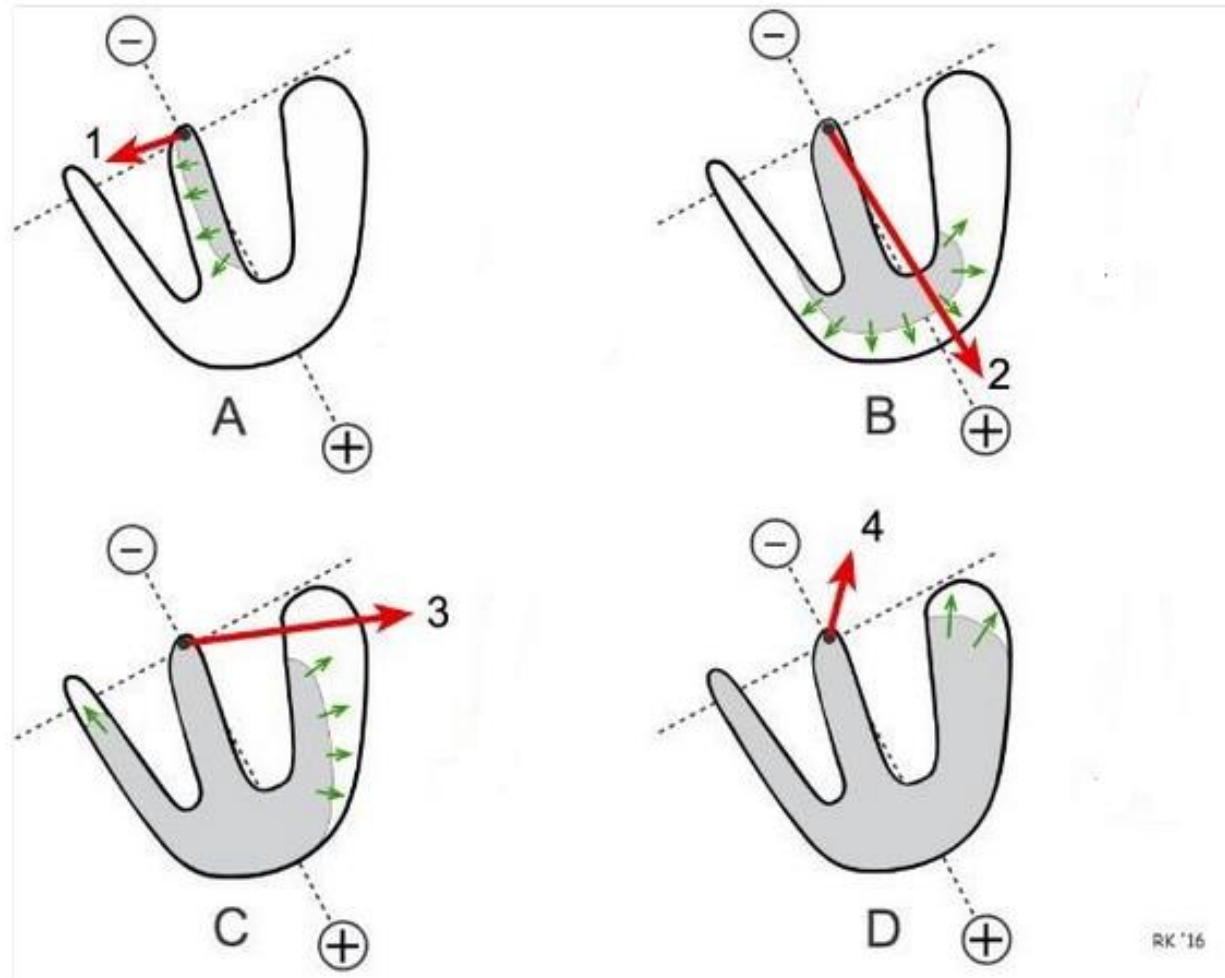




### Důležité:

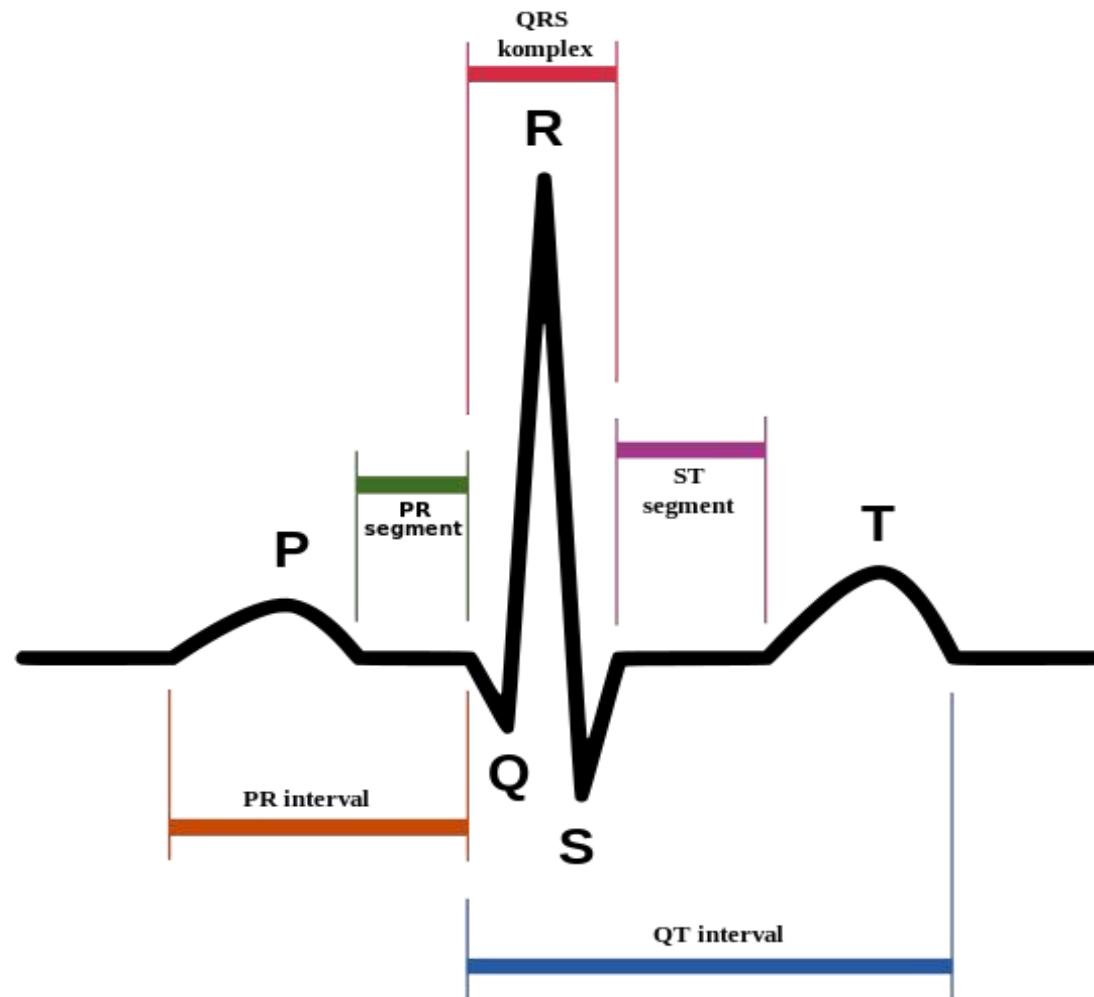
- zvody EKG sú jako „kamery“
- blíží-li se vzruch k elektrodě, výchylka se zvyšuje
- směruje-li k pozitivní elektrodě, výchylka je pozitivní, když k negativní elektrodě, pak je negativní
- šíří-li se vzruch kolmo na svod, výchylka je stejně pozitivní aj negativní (*svod je izoelektrický*)

# Projevy depolarizace a repolarizace na EKG



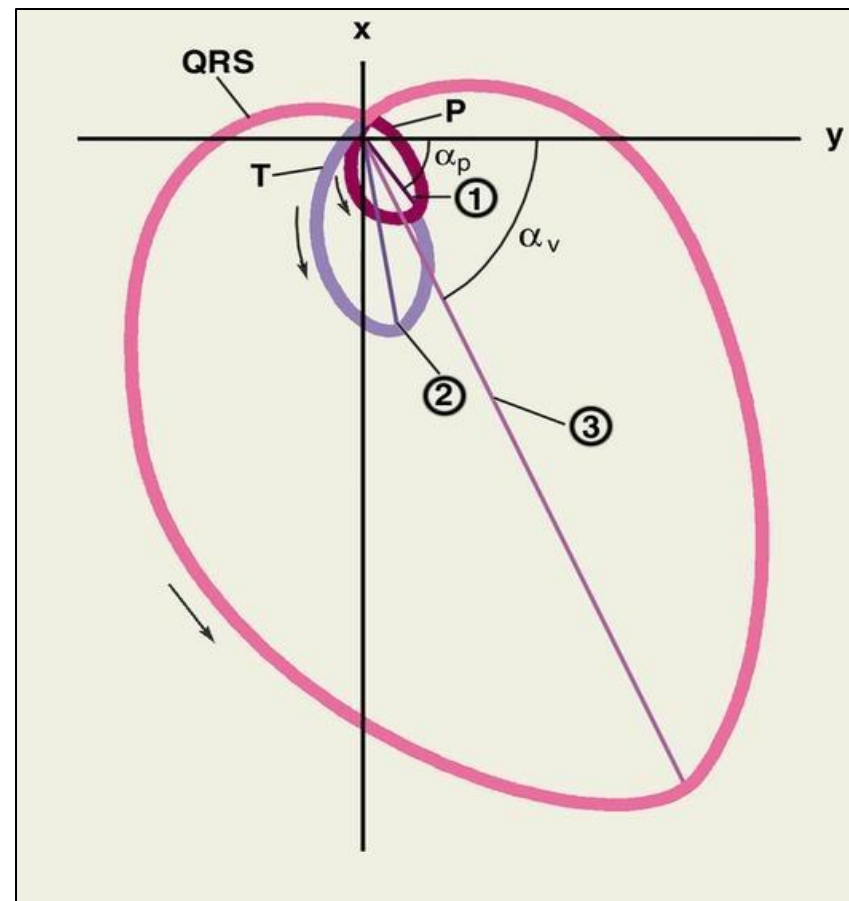
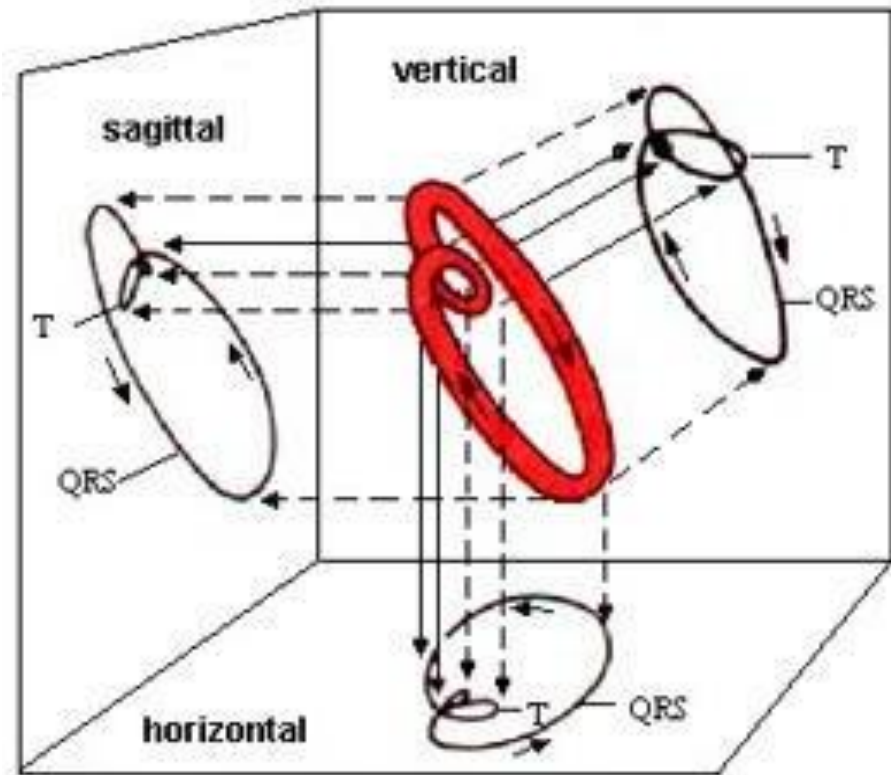
RK '16

# Z čeho se EKG křivka skládá?





# Vektorkardiografie



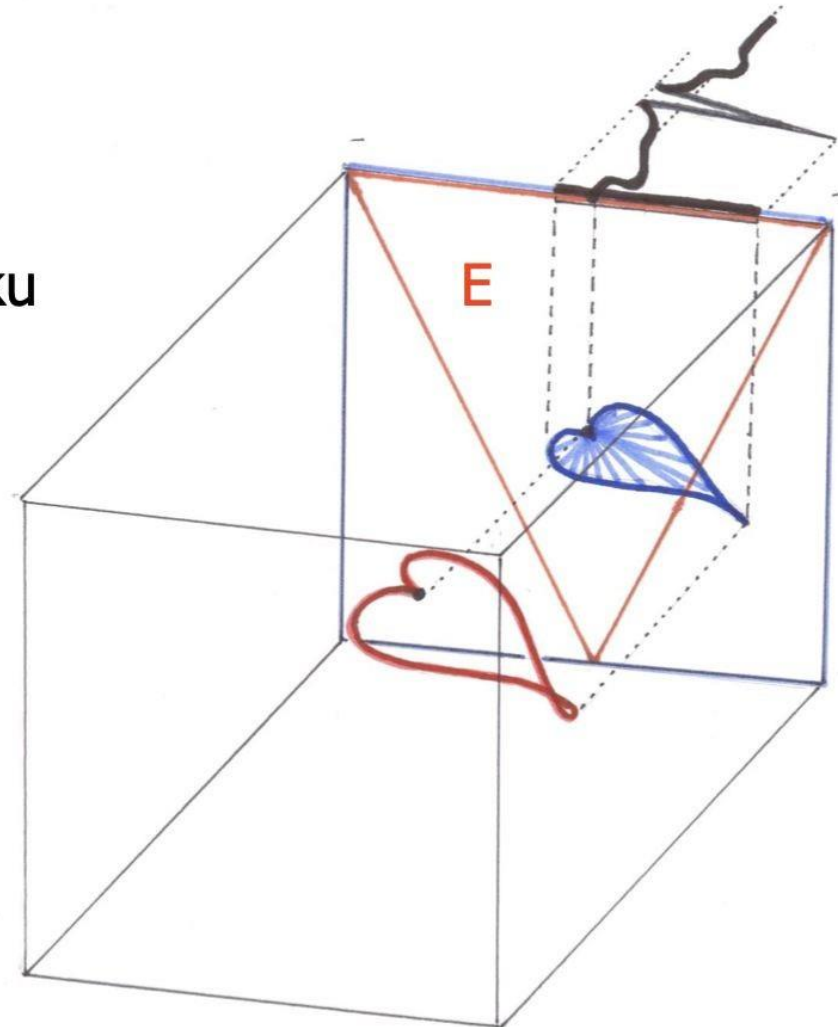
# 1D PROJEKCE HLAVNÍHO SRDEČNÍHO VEKTORU

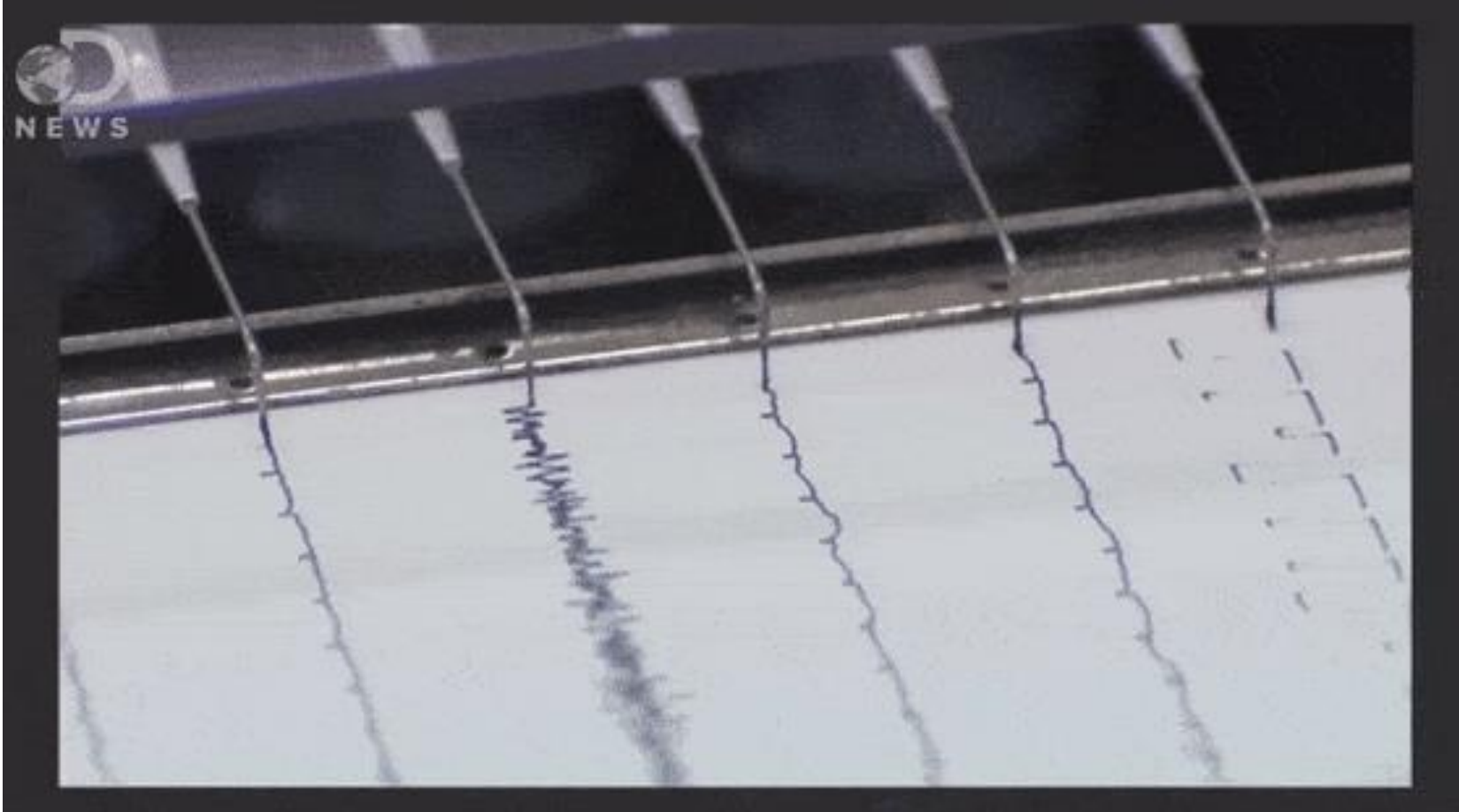
Projekce na povrch hrudníku  
do frontální roviny (2D)

a její projekce na přímku  
(1D), osu I. EKG svodu

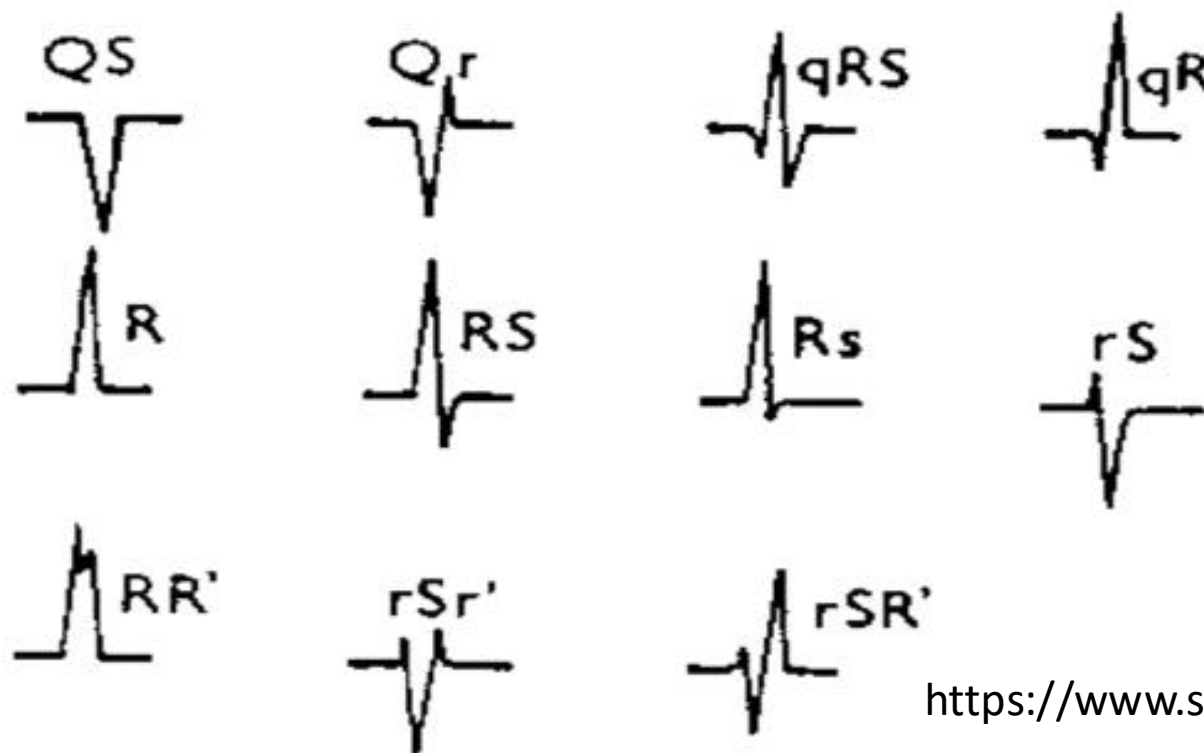
**rozepsaná v čase**

E – Einthovenův trojúhelník





1. Větší výchylky popisujeme velkými písmeny, malé výchylky můžeme označit malými písmeny
2. Je-li v komplexu jako první negativní kmit, popíšeme jej jako Q (q). V komplexu QRS je vždy jen jedno Q (q).
3. Pozitivní kmit je vždy popisován jako R (r)
4. Negativní kmit za pozitivním kmitem se označuje jako S (s)
5. Je-li přítomno více pozitivních kmitů (rozeklané QRS komplexy), pak první označíme jako R (r) a další jako R'(r'), R''(r'') atd. To samé platí pro negativní kmity následujícími za pozitivními kmity, to jest S (s), dále S' (s'), poté S''(s'') atd



*Elektroda vs. svod?*

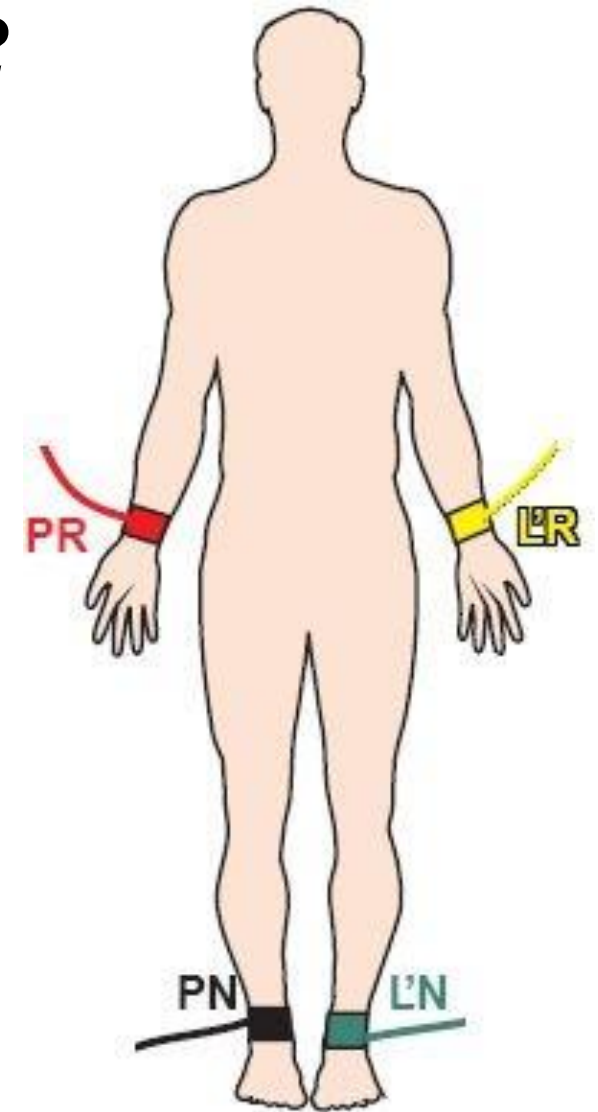
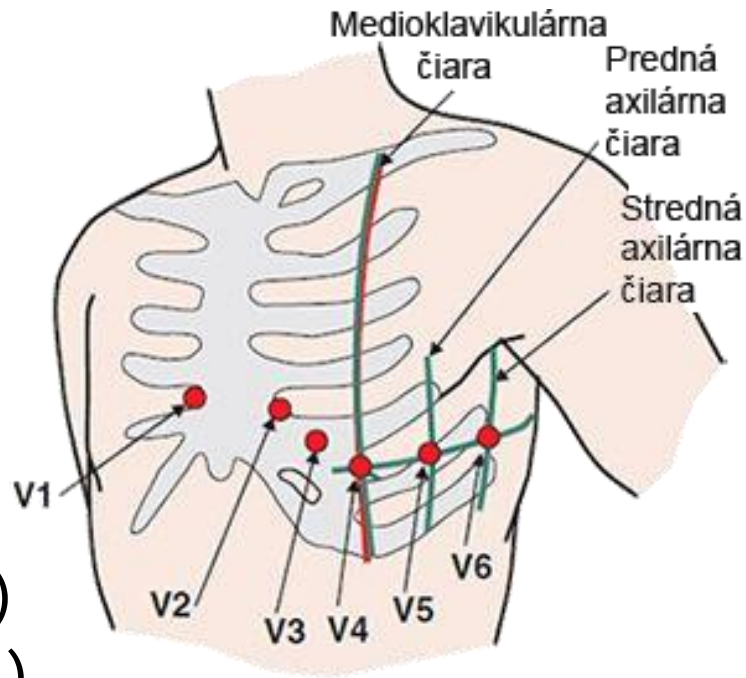
# Umístění elektrod na těle

## KONČETINOVÉ

- pravá ruka
- levá ruka
- levá noha
- pravá noha

## HRUDNÍ V<sub>1</sub>-V<sub>6</sub>

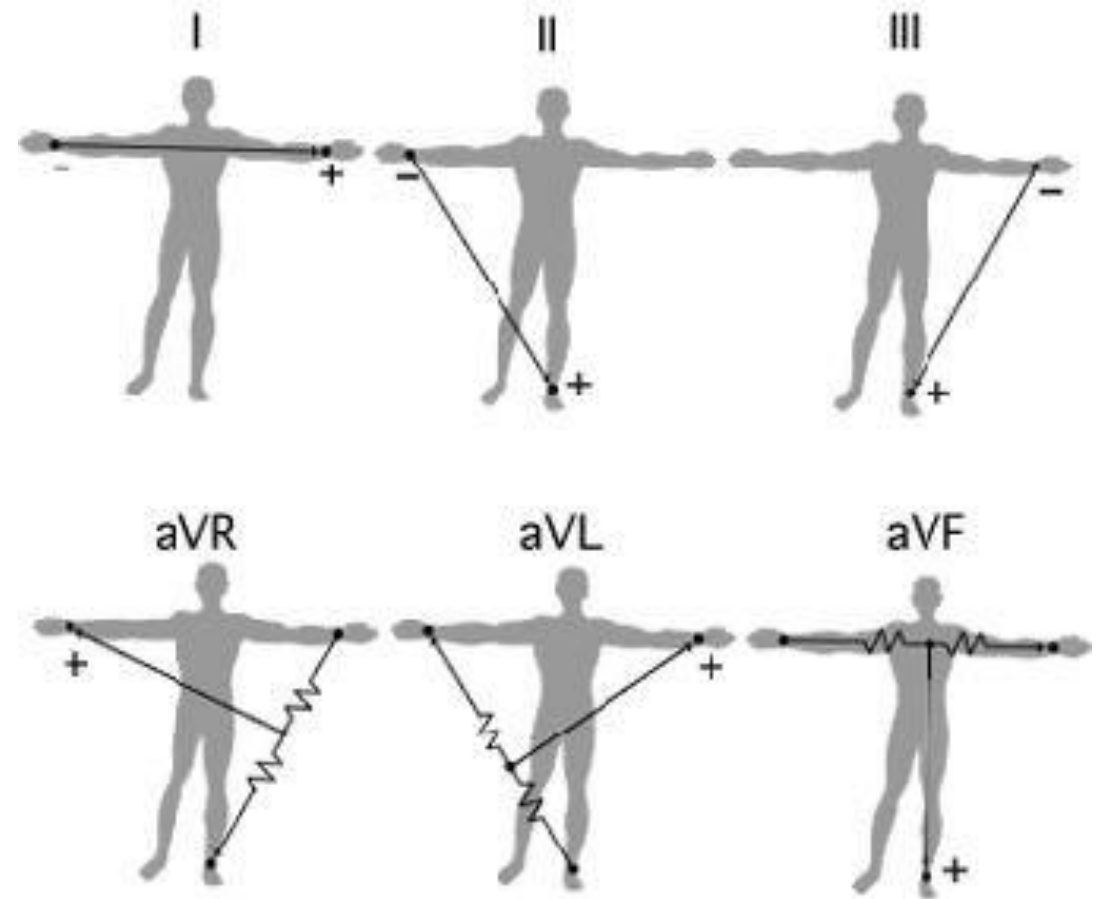
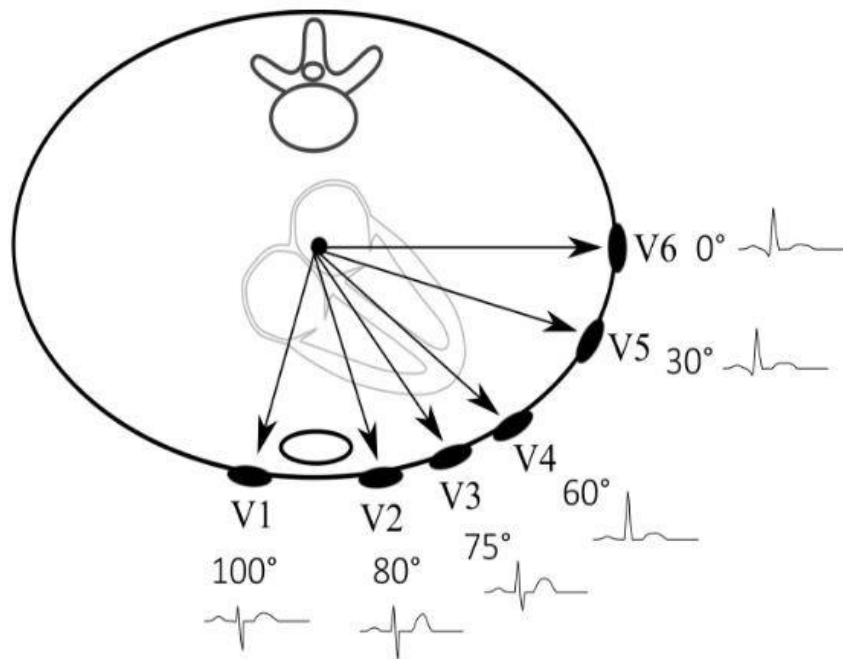
- 4 interkost. dx. od sterna (V<sub>1</sub>)
- 4 interkost. sin. od sterna (V<sub>2</sub>)
- 5 interkost. ve střední axilární čáře (V<sub>4</sub>-V<sub>6</sub>)



# Standardní EKG záznam

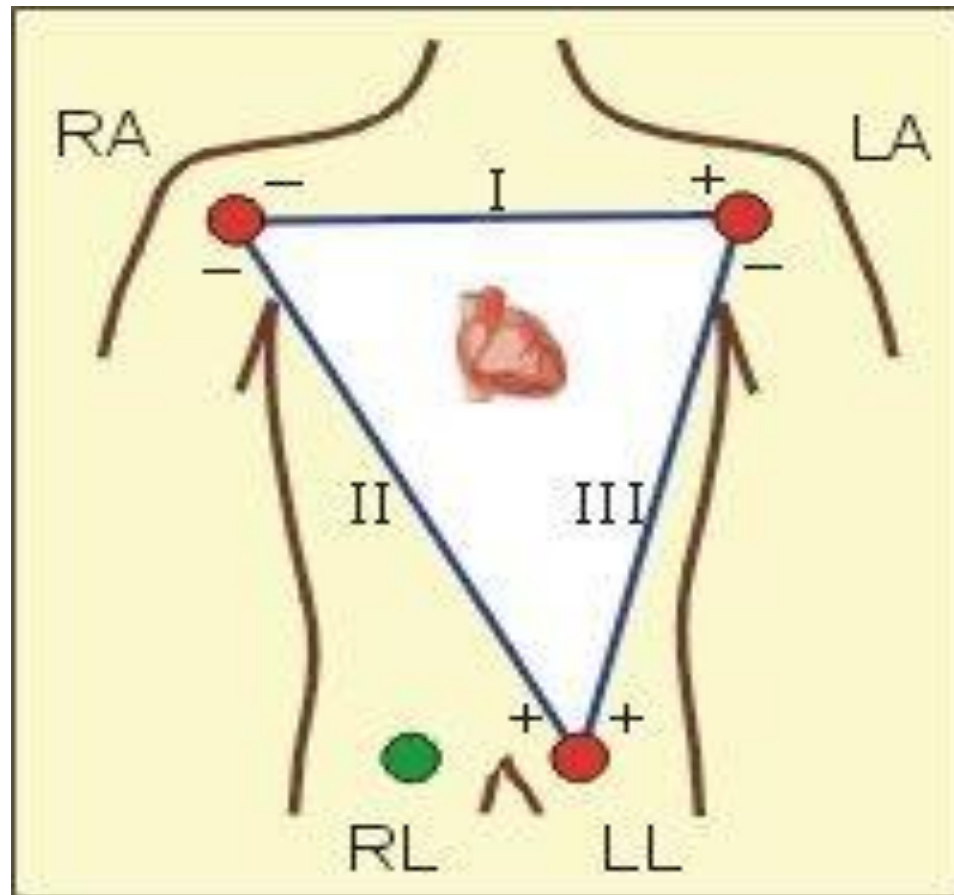
## 12 svodové EKG

- 3 bipolární končetinové I, II a III
- 3 unipolární zesílené končetinové aVL, aVR, aVF
- 6 unipolárních hrudních V<sub>1</sub> – V<sub>6</sub>



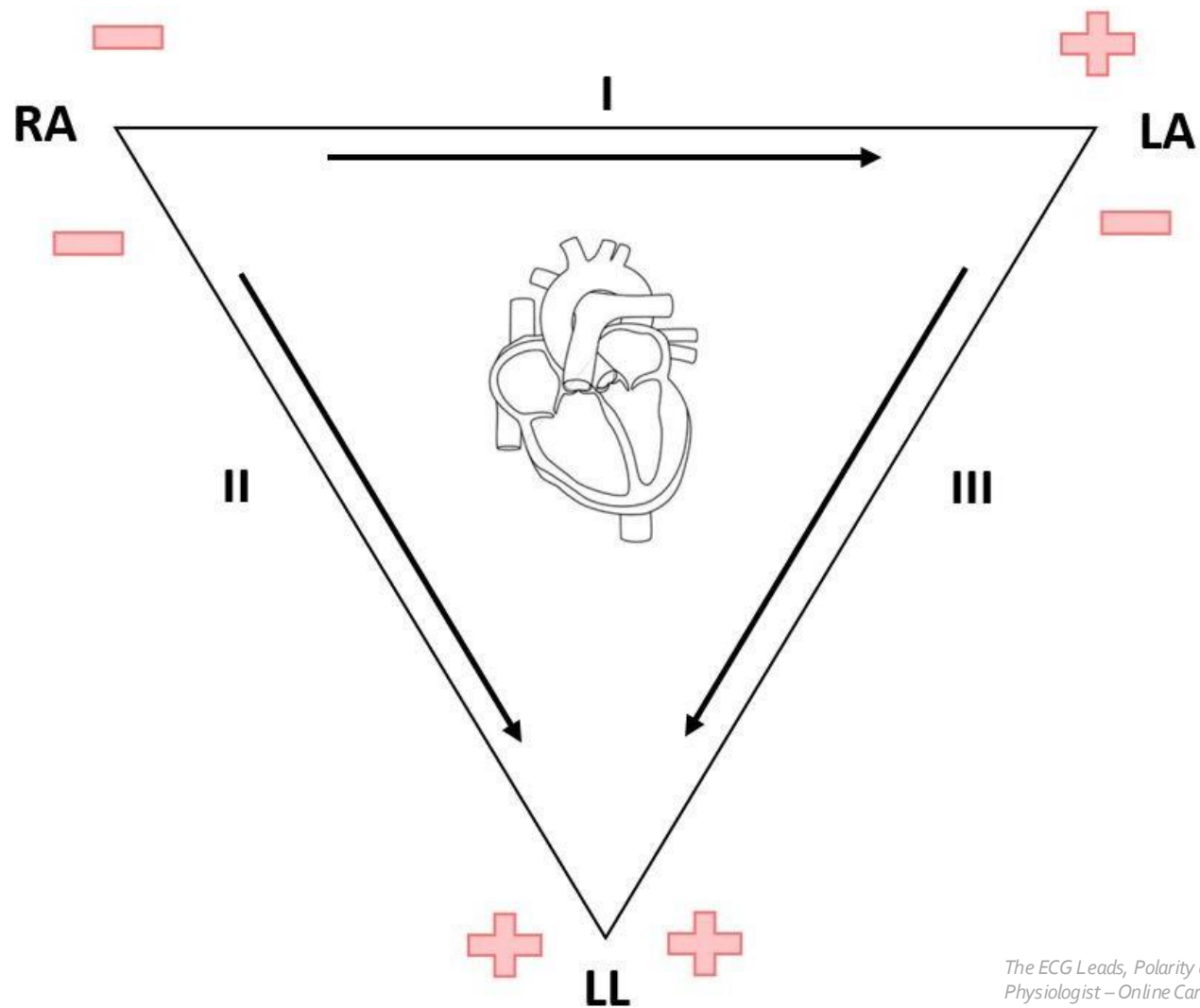
[https://encrypted-tbno.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRZA7TefMVgq77\\_OcoTyANIY6vx6Fnz1QowFVeABEHmLlU8ka&8](https://encrypted-tbno.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRZA7TefMVgq77_OcoTyANIY6vx6Fnz1QowFVeABEHmLlU8ka&8)

# Standardní končetinové svody



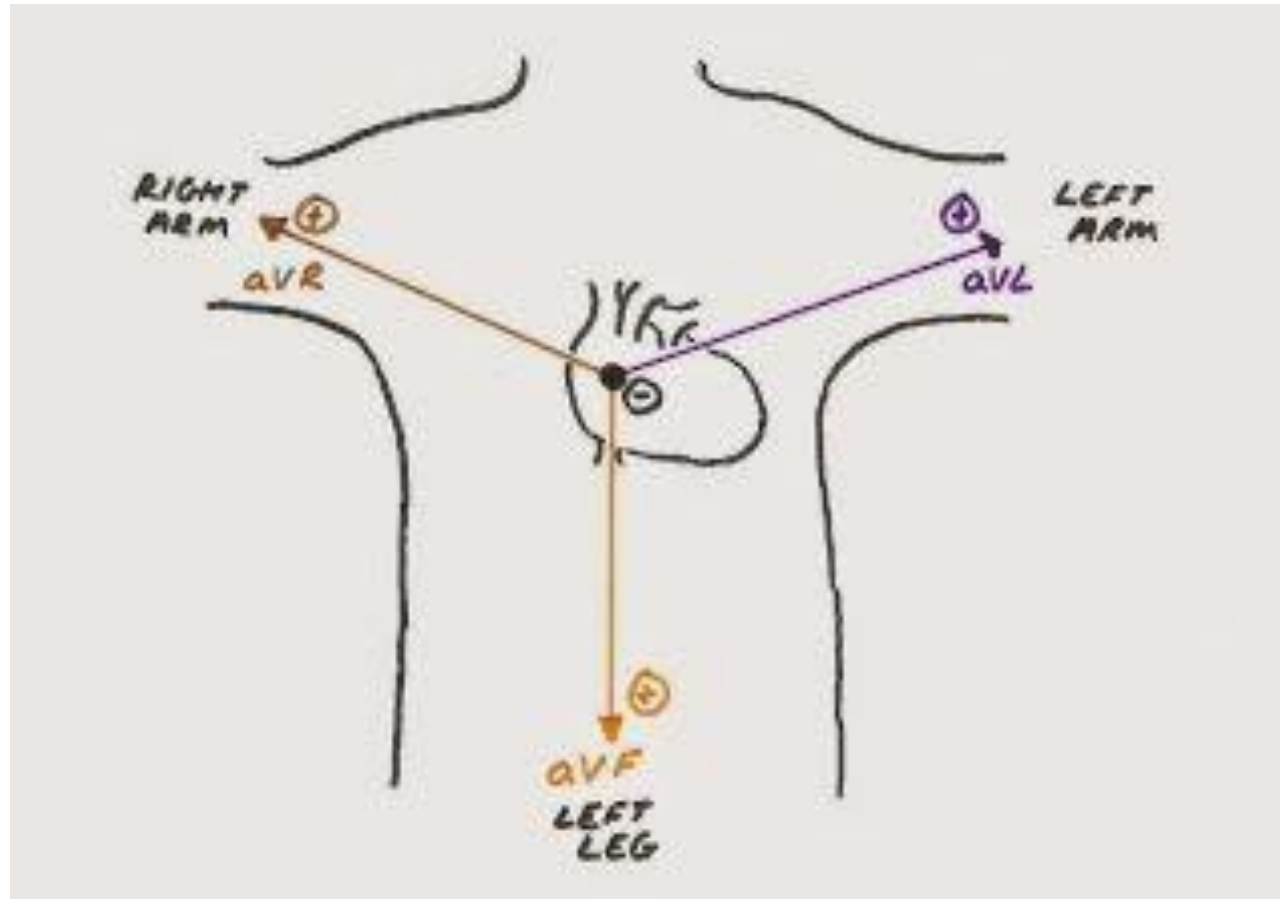


# Einthovenův trojúhelník

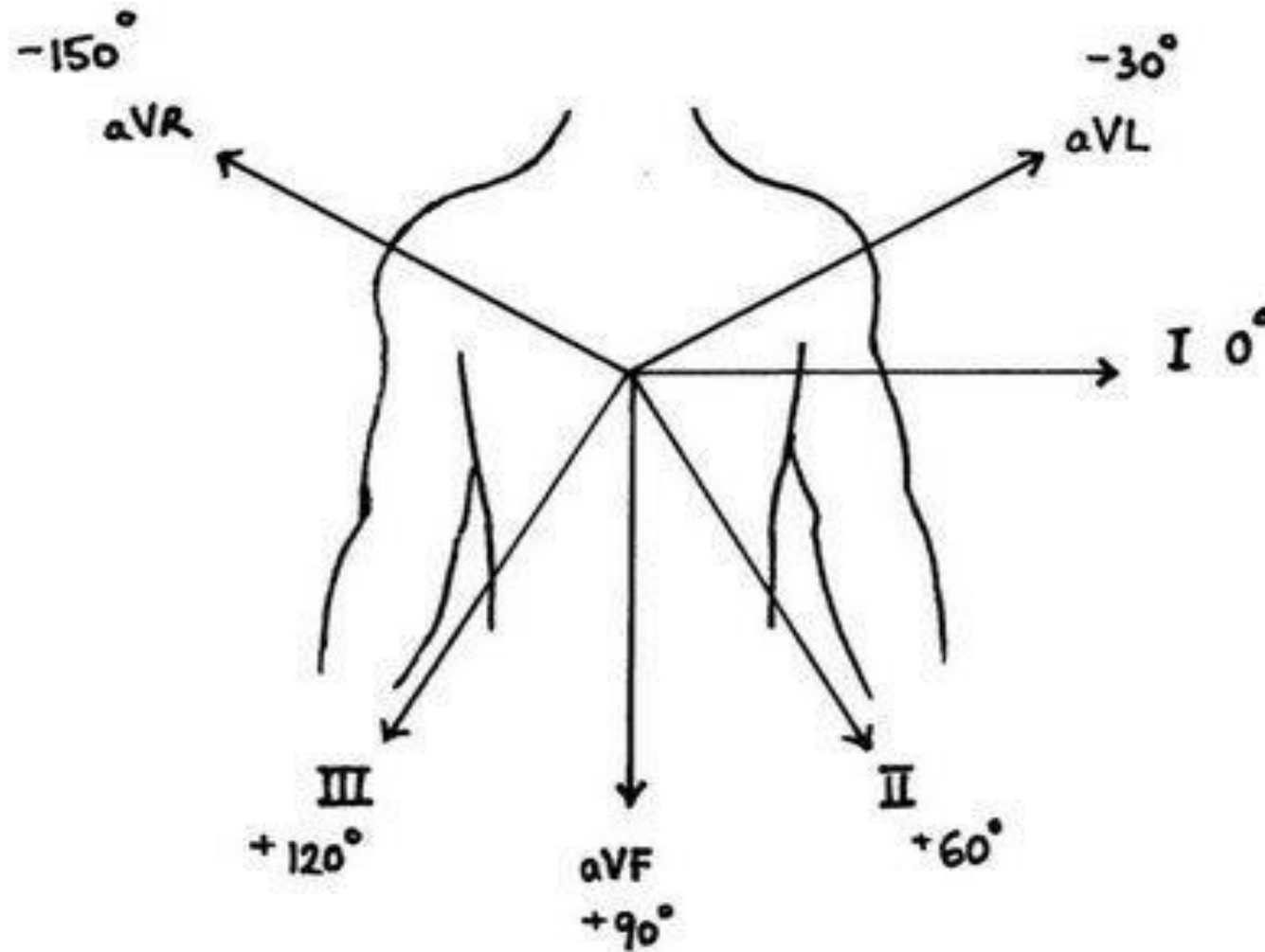


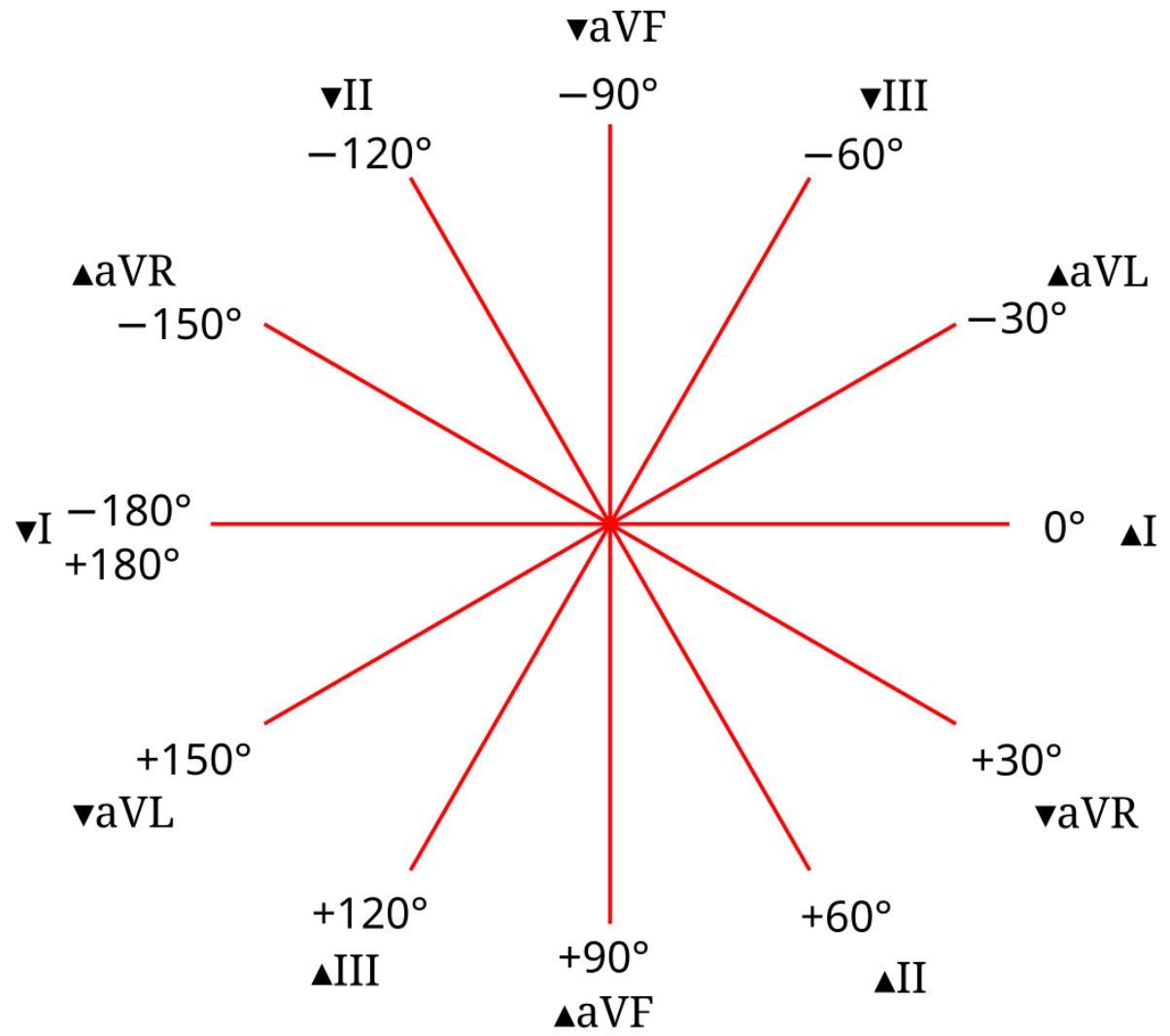
# Zesílené (augmentované, Goldmannovy) svody

střed srdce – Wilsonova svorka



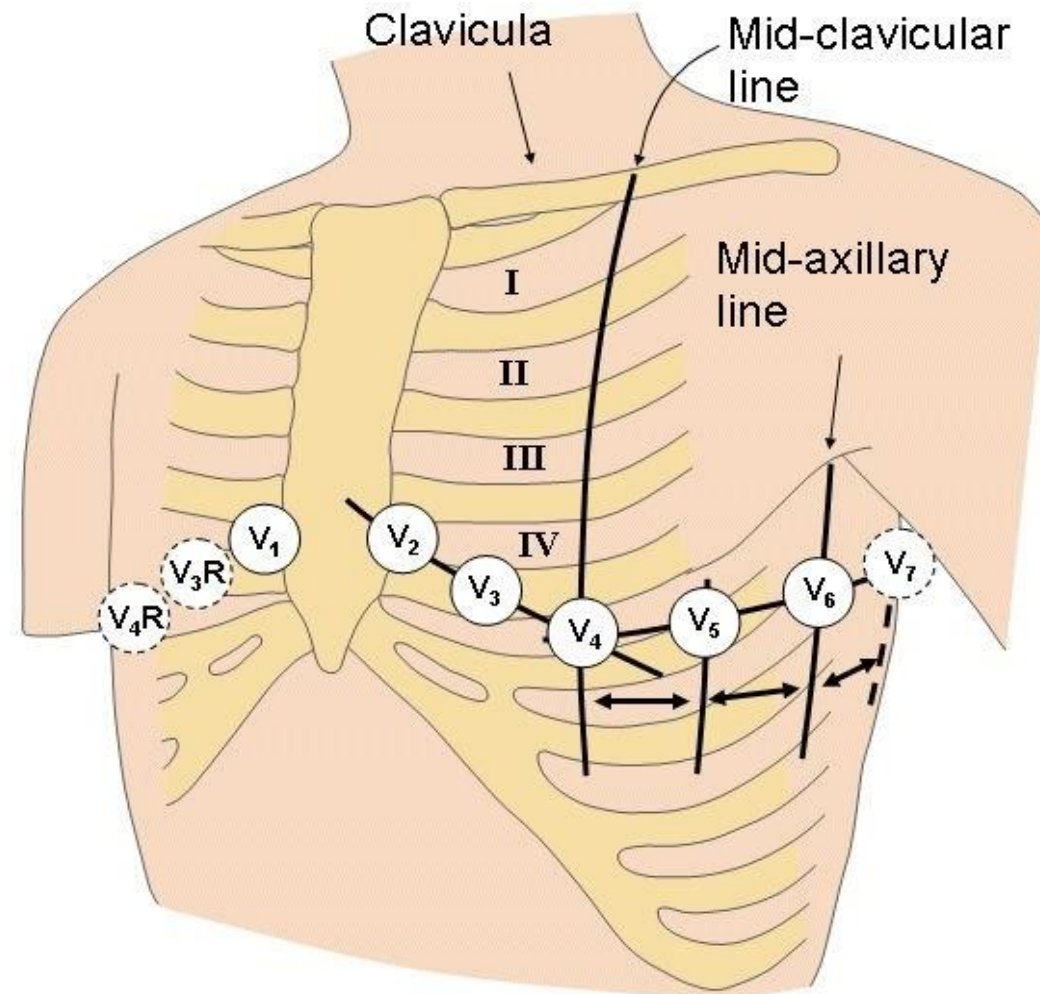
# Hexiální referenční (Cabrerův) systém



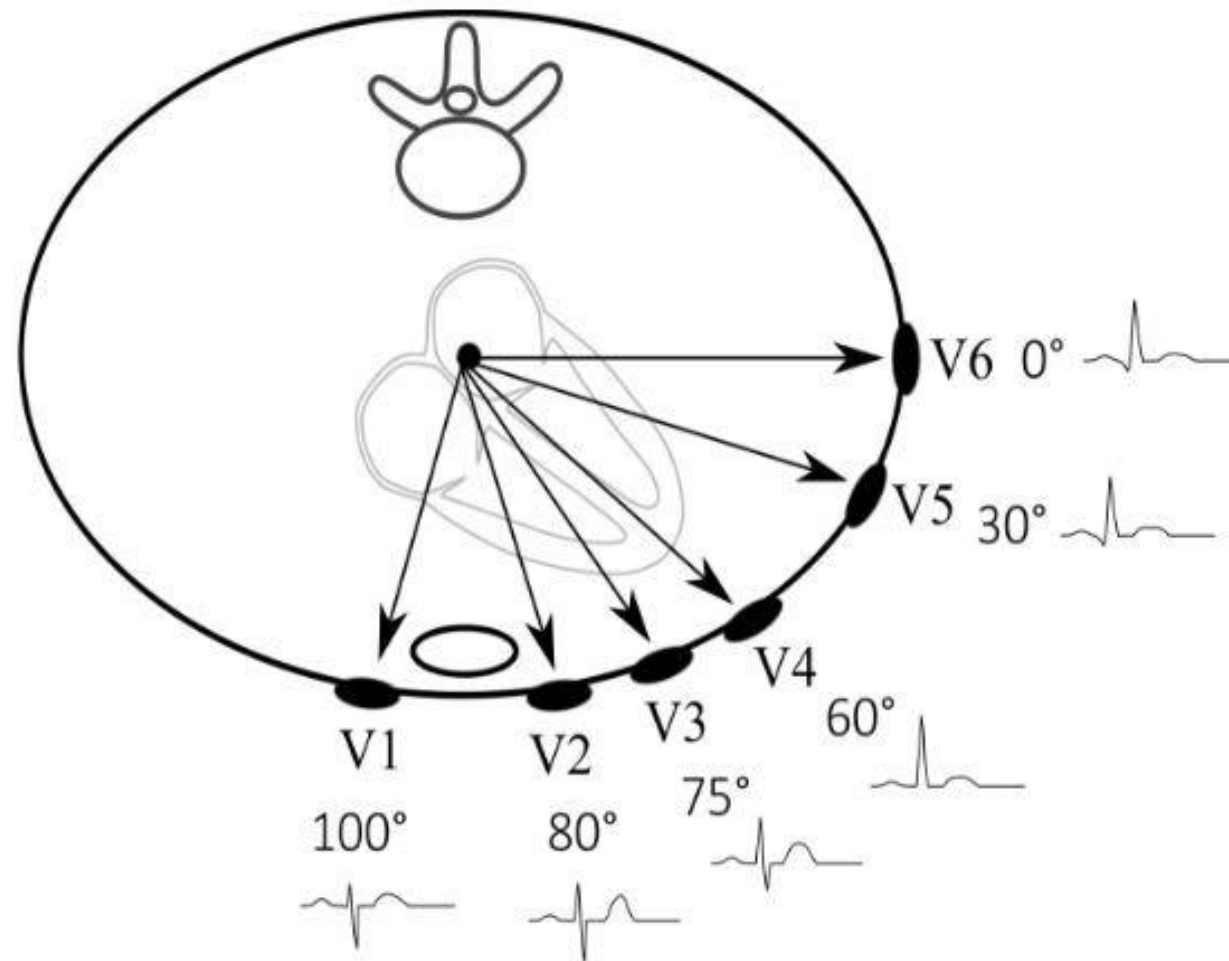


[https://en.wikipedia.org/wiki/Hexaxial\\_reference\\_system#/media/File:Hexaxial\\_reference\\_system.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Hexaxial_reference_system#/media/File:Hexaxial_reference_system.svg)

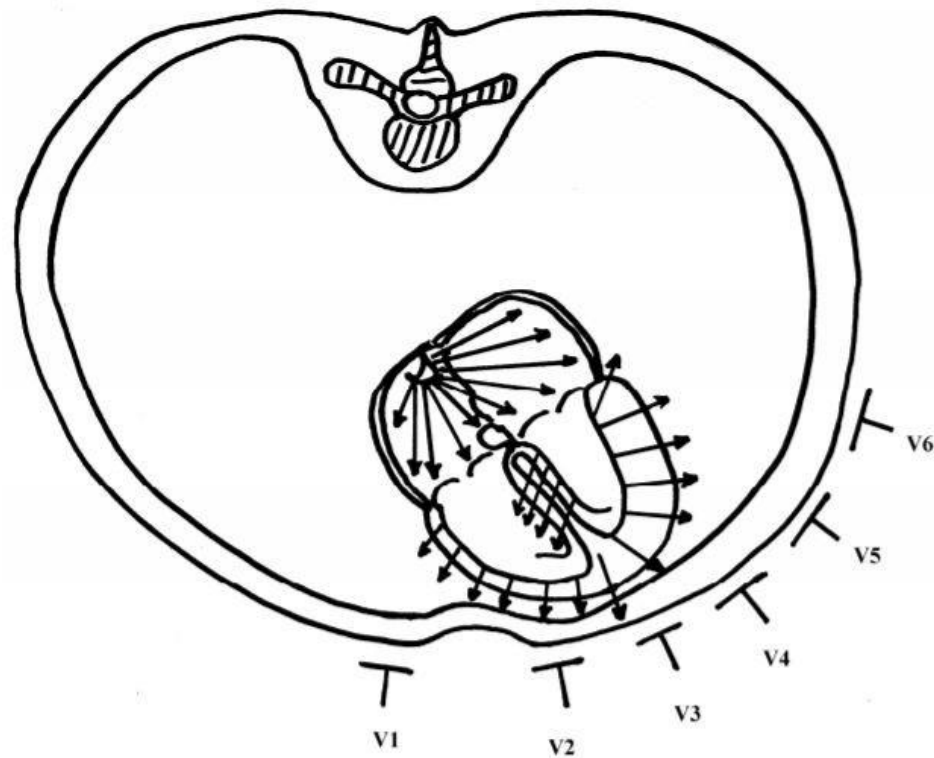
# Hrudní (prekordiální, Wallerovy) svody



# Hrudní (prekordiální, Wallerovy) svody

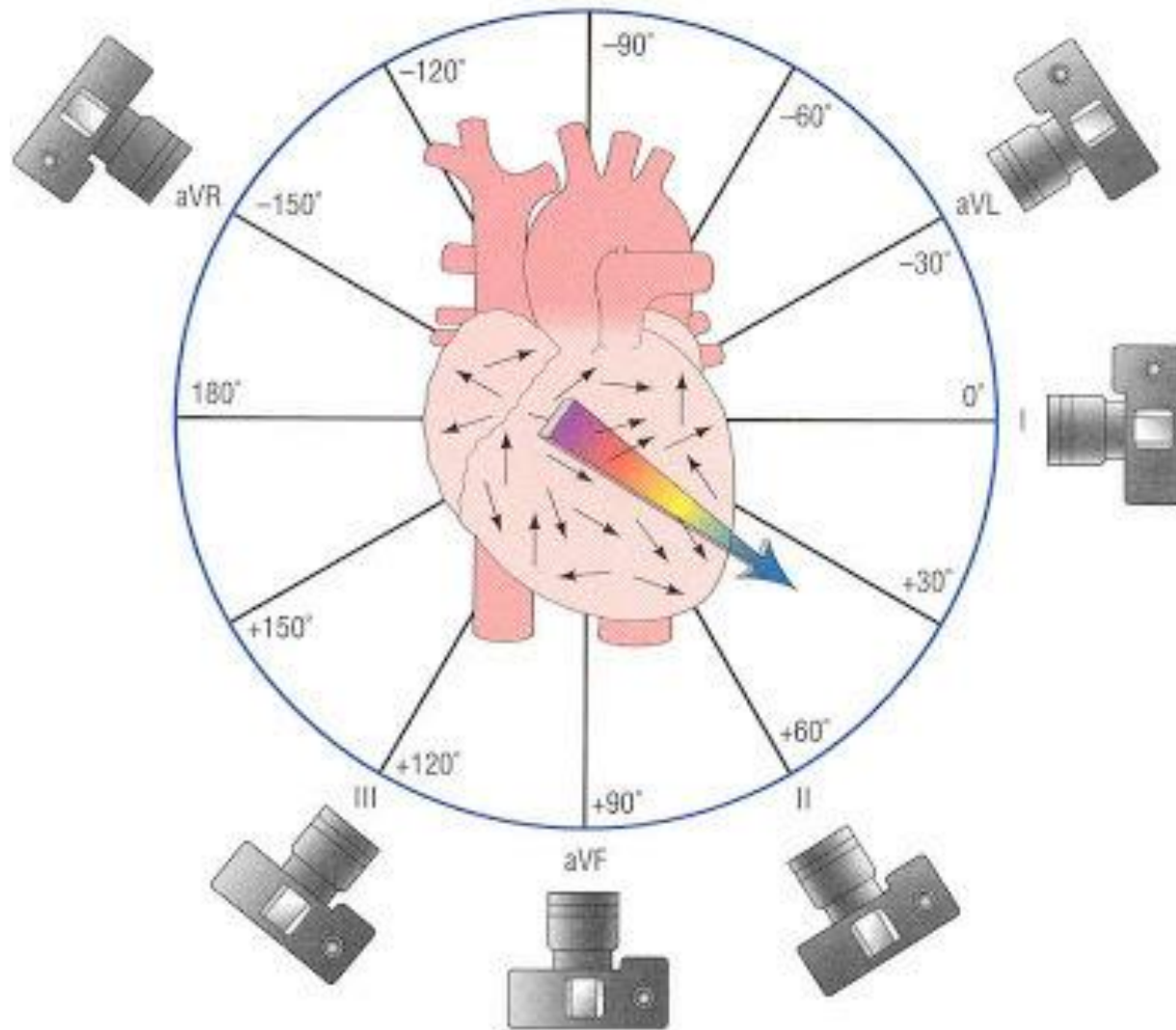


# Pohled svodů na srdce...



HRUDNÍ  
KONČETINOVÉ

- ❖ I, aVL = levý laterální povrch srdce
- ❖ II, III, aVF = spodní stěna
- ❖ aVR = pravá síň



<https://medictests.com/units/cardiology-and-ecg-quick-and-dirty-reference>



**1. Seřadte oddíly převodního systému srdečního tak, jak postupuje ve zdravém srdci elektrický vzruch.**

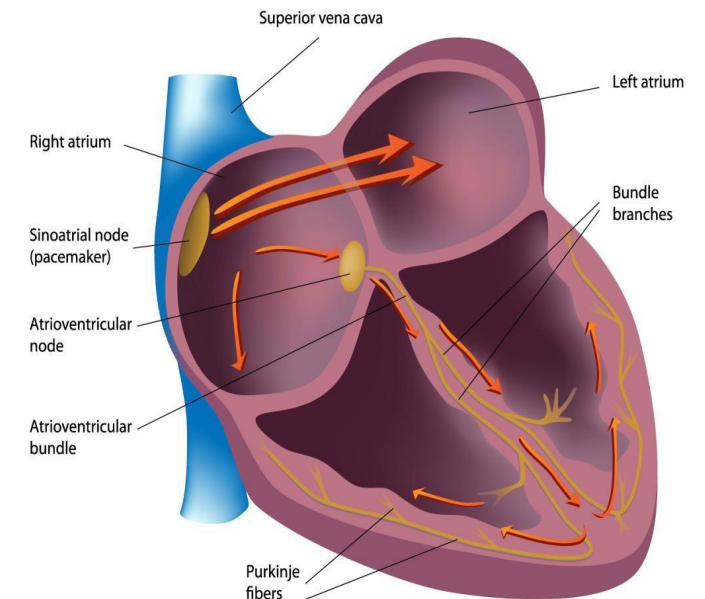
Atrioventrikulární uzel – Purkyňova vlákna – svazek Wenckebachův, Thorelův, Jamesův – Tawarova raménka – Hisův svazek – Sinoatriální uzel

**1. Seřadte oddíly převodního systému srdečního tak, jak postupuje ve zdravém srdci elektrický vzruch.**

Atrioventrikulární uzel – Purkyňova vlákna – svazek Wenckebachův, Thorelův, Jamesův –

Tawarova raménka – Hisův svazek – Sinoatriální uzel

1. SA uzel
2. Wenckebach, Thorel, Jamesův svazek
3. AV uzel
4. Hisův svazek
5. Tawarova raménka
6. Purkyňova vlákna



**2. Která možnost představuje správně uspořádané části převodního systému od nejrychlejšího přenosu po nejpomalejší?**

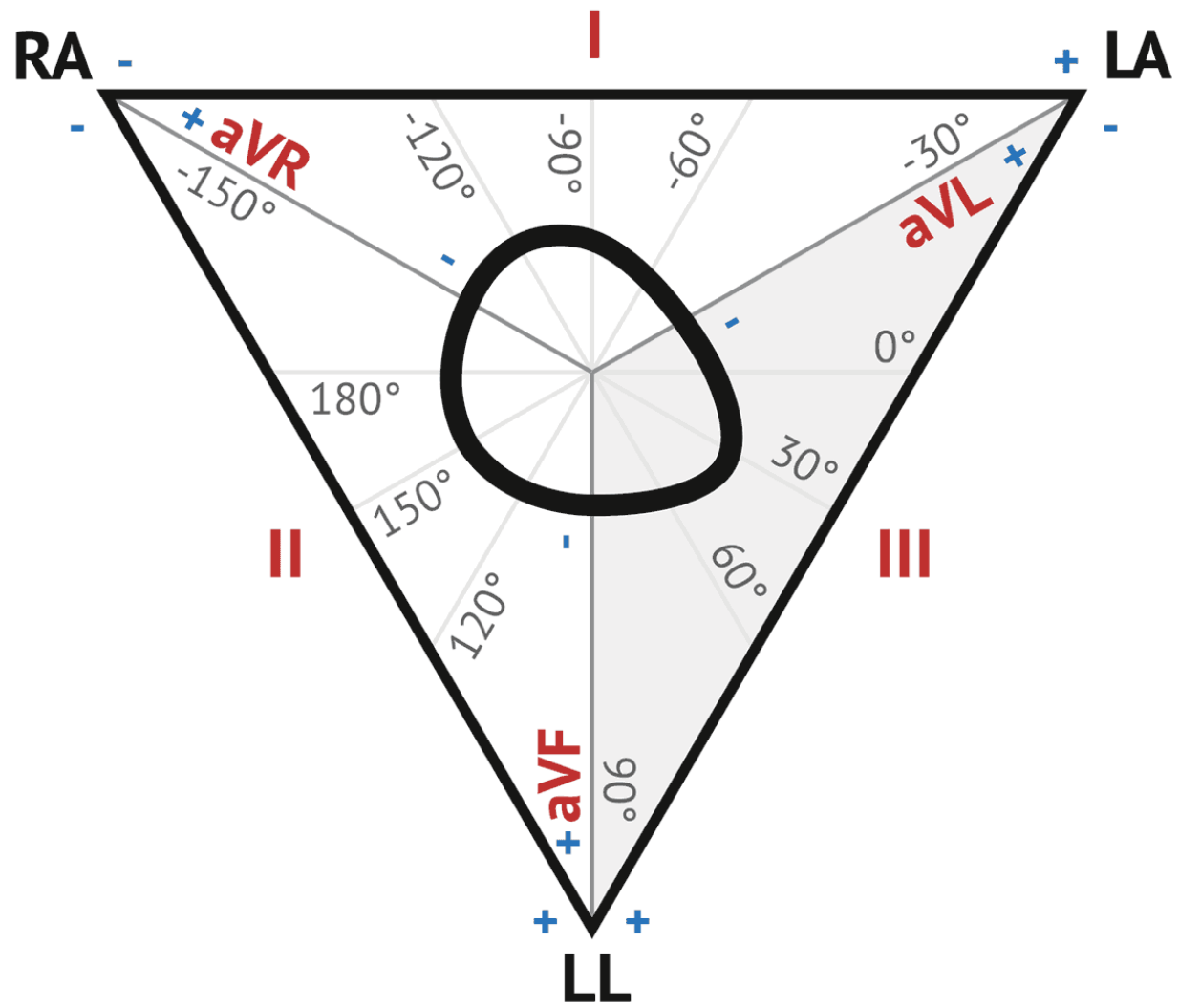
A) Tawarova raménka+Hisův svazek > AV uzel > Purkyňova vlákna > Svazky pro atriální přenos

B) Purkyňova vlákna > Tawarova raménka+Hisův svazek > AV uzel > Svazky pro atriální přenos

C) Purkyňova vlákna > Svazky pro atriální přenos > Tawarova raménka+Hisův svazek > AV uzel

D) Purkyňova vlákna > Tawarova raménka+Hisův svazek > Svazky pro atriální přenos > AV uzel

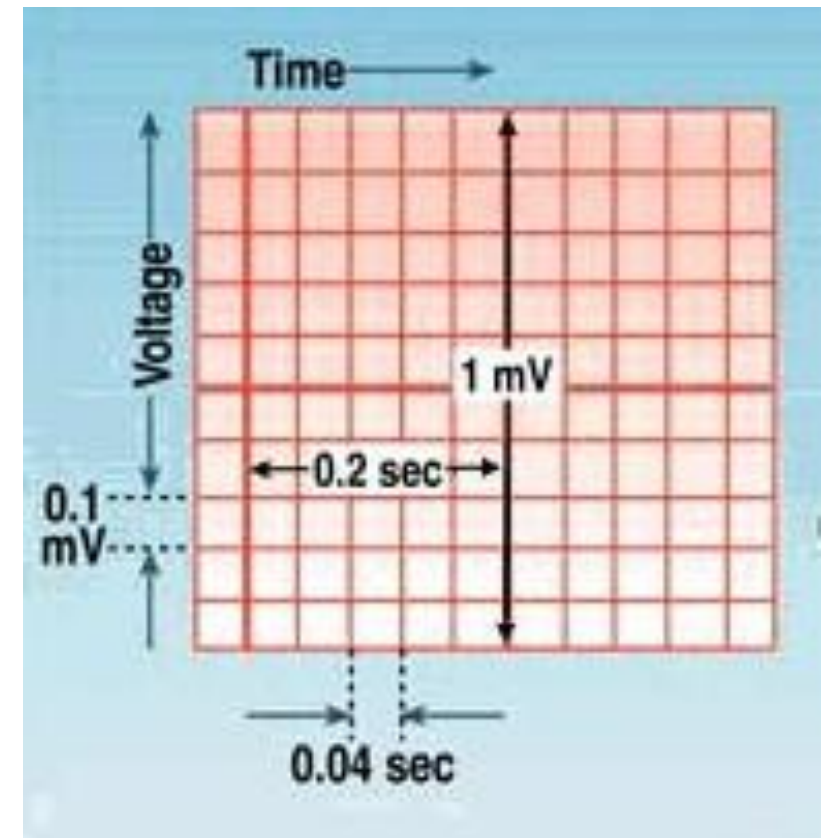
**3. Nakreslete Einthovenův trojúhelník se všemi 6 frontálními svody, označte - a + terminál každého svodu a úhel, který svírá.**

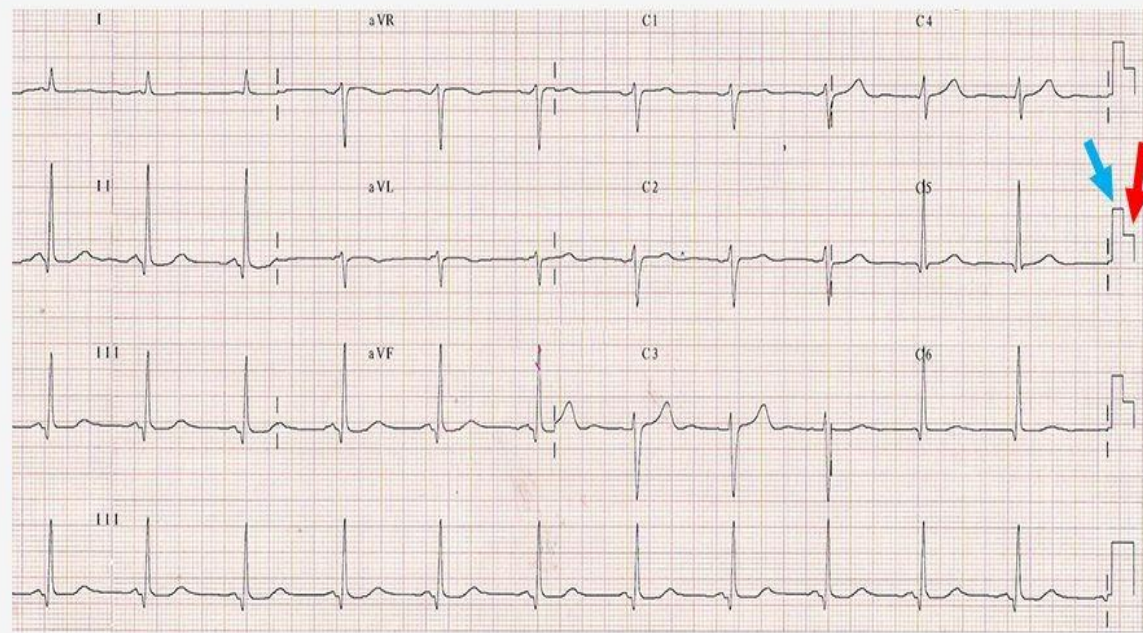
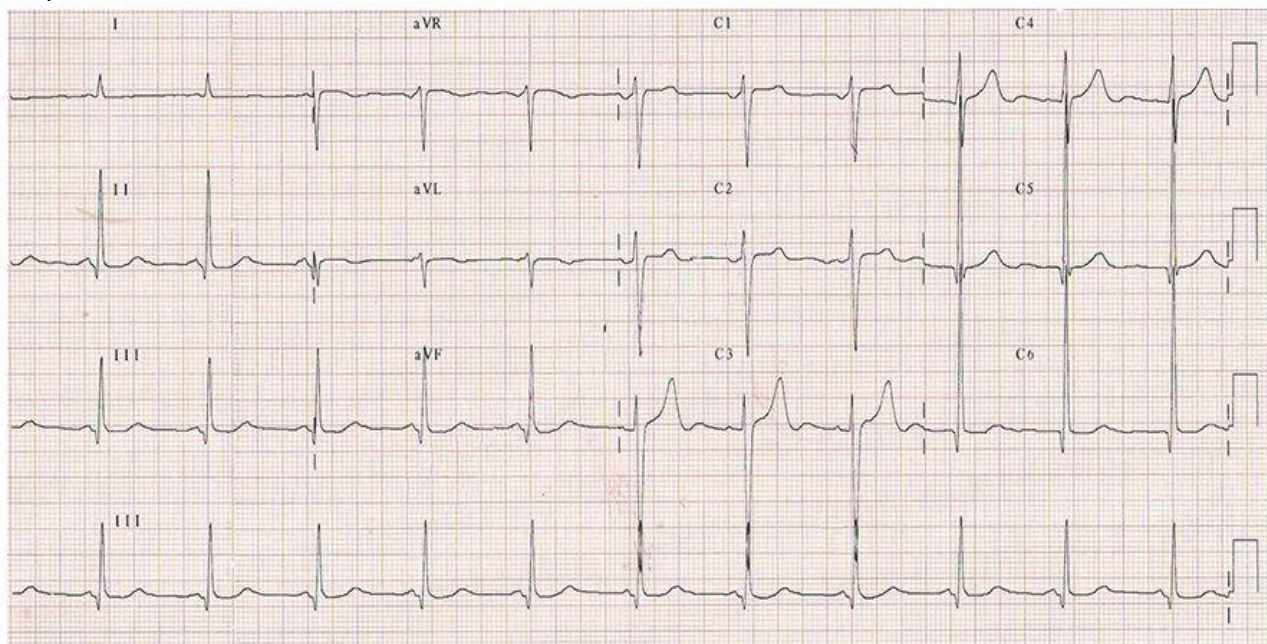
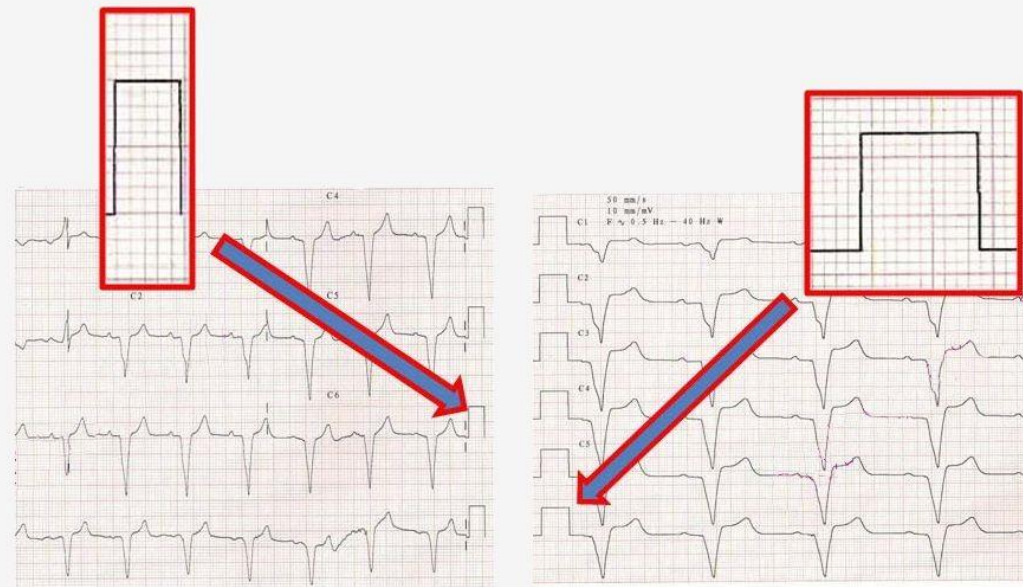


*Jak hodnotit EKG?*

# *Před samotným hodnocením zkontrolujeme*

- Posun papíru (standardně **25 mm/s**)
- Cejch (standardně **10 mm = 1 mV**)





Dostupné z: <https://www.techmed.sk/kalibracia-ekg/>



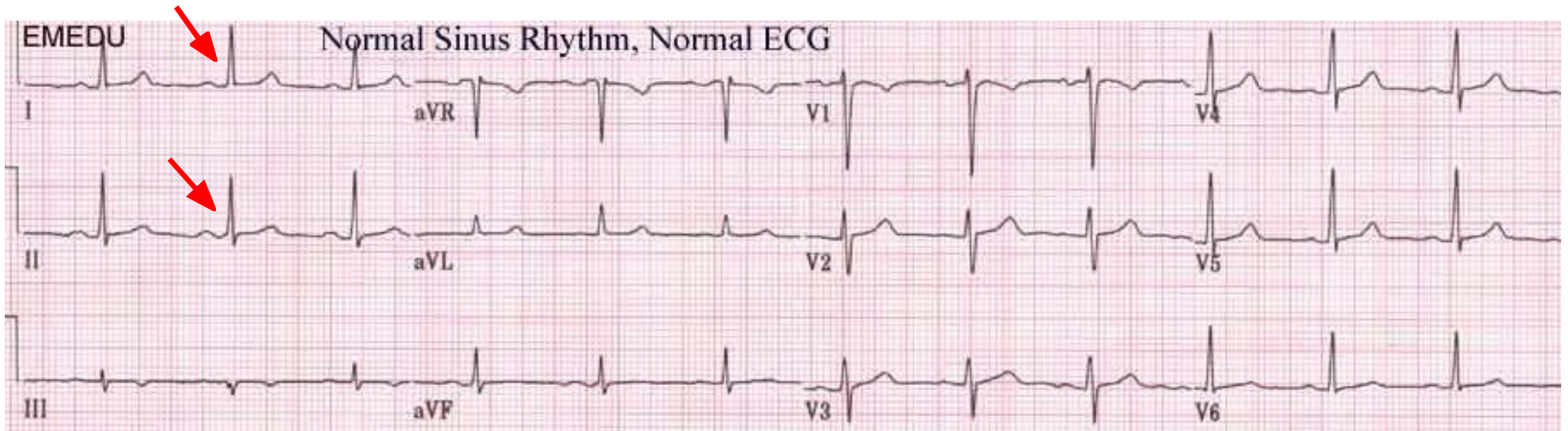
# ***EKG desatero***

- Rytmus
  - Akce
  - Frekvence
  - Elektrická osa srdeční
  - Analýza jednotlivých vln
    - Vlna P
    - Interval PQ (PR)
    - QRS komplex
    - ST denivelace
      - Vlna T
    - Interval QT
- (+Zóna prechodu)



# Rytmus

Fyziologicky: **sinusový**



Jiný:

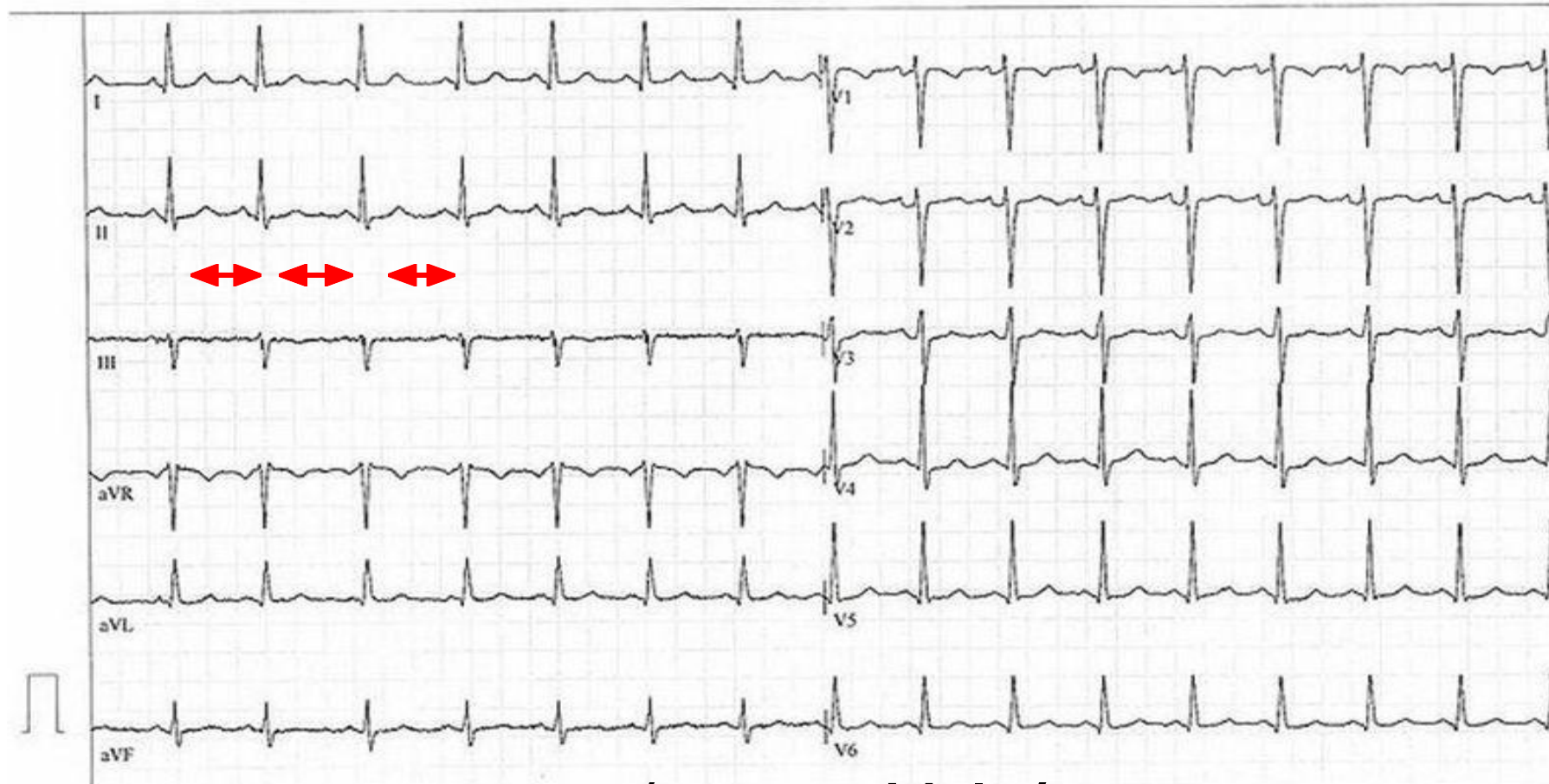
**Junkční (40-60/min)**

**Idioventrikulární (30-40/min)**

Poznáme podle:  
**Vlna P PŘED QRS**

# Akce

## Fyziologicky pravidelná



**Jiná: nepravidelná**

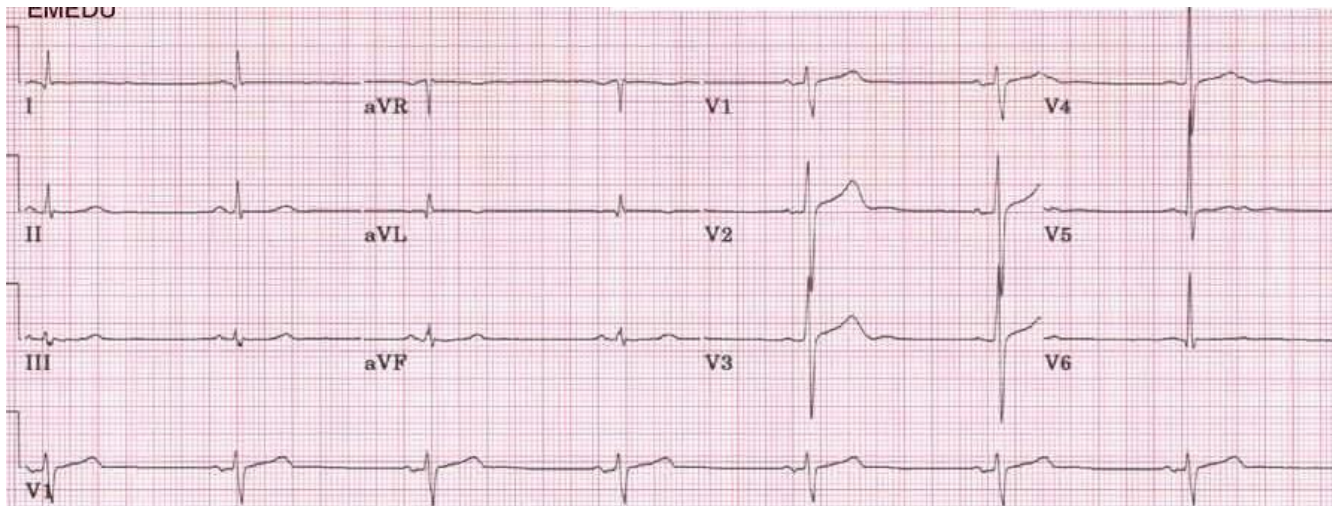
# Frekvence

Fyziologicky 60–90/min

Jiná:

**Tachykardie** >90/min →

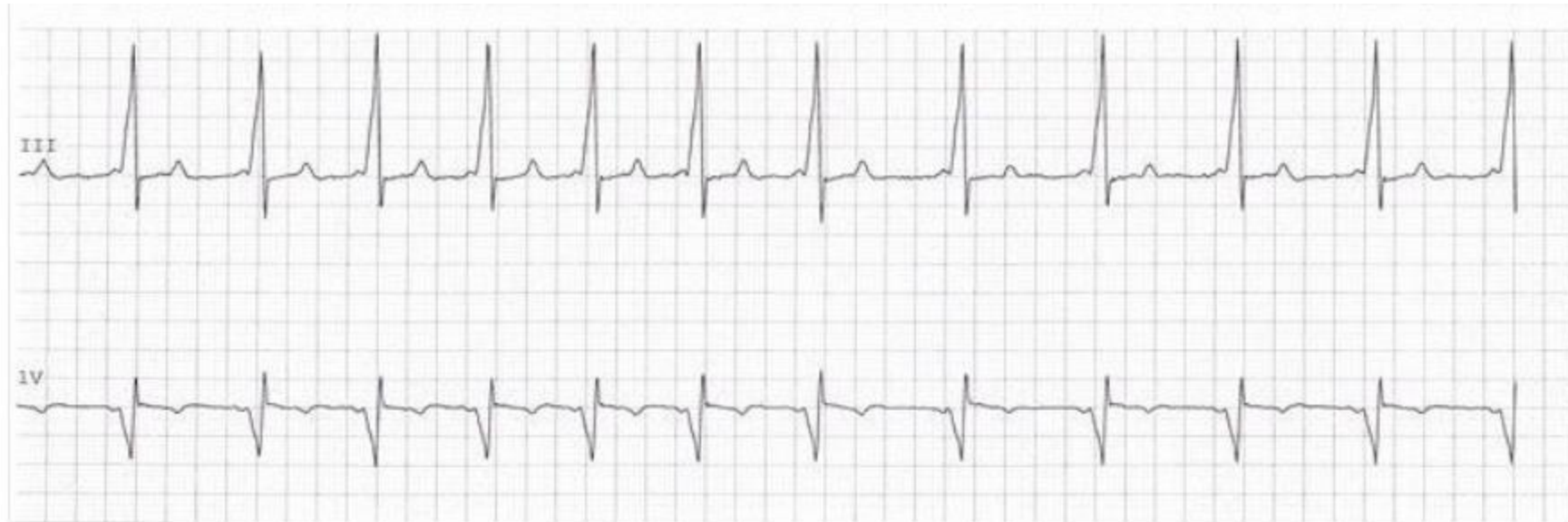
**Bradykardie** <60/min ↓



*Jak zjistíme?*

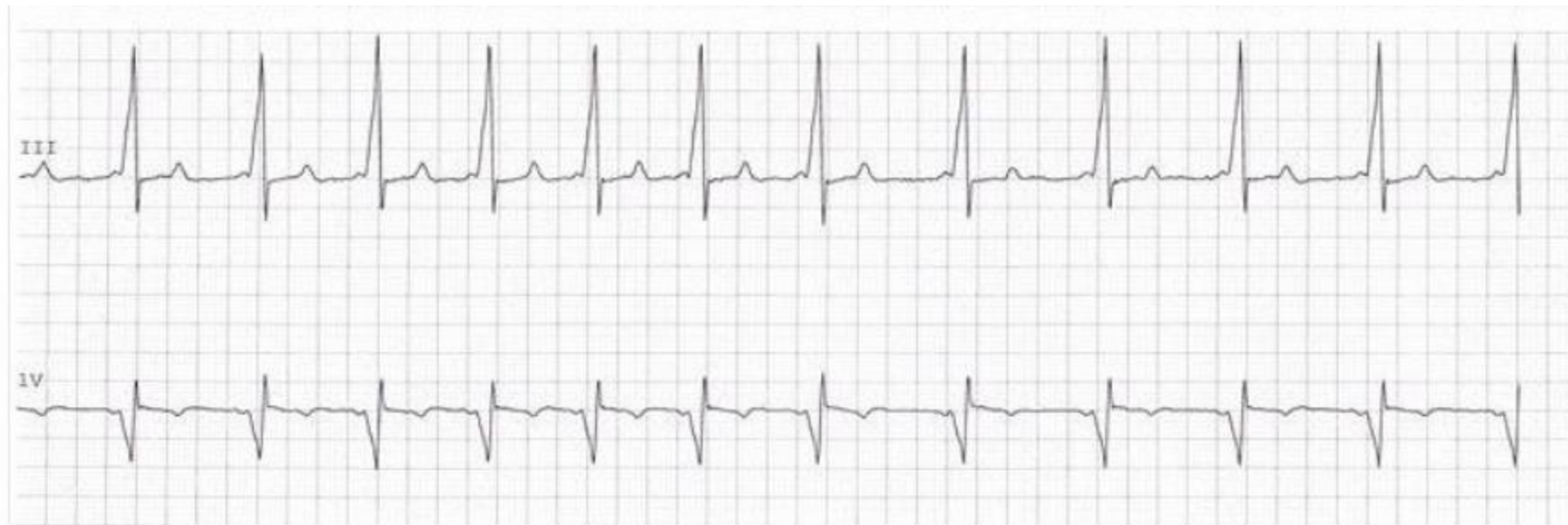
- 300/velké čtverečky v 1RR
- EKG pravitko
- přístroj

# Jaká je frekvence?



EKG z praxe 36 | Medicína, nemoci, studium na 1. LFUK. Úvod | Medicína, nemoci, studium na 1. LFUK [online]. Copyright © 2011 MUDr. Jiř [cit. 17.05.2017]. Dostupné z: <http://www.stefajir.cz/?q=ekg-z-praxe-36>

EKG z praxe 36 | Medicína, nemoci, studium na 1. LFUK. Úvod | Medicína, nemoci, studium na 1. LFUK [online]. Copyright © 2011 MUDr. Jiř [cit. 17.05.2017]. Dostupné z: <http://www.stefajir.cz/?q=ekg-z-praxe-36>



EKG z praxe 36 | *Medicína, nemoci, studium na 1. LFUK. Úvod | Medicína, nemoci, studium na 1. LFUK [online]. Copyright © 2011 MUDr. Jiří [cit. 17.05.2017]. Dostupné z: <http://www.stefajir.cz/?a=ekg-z-praxe-36>*

$$300/4 = 75 / \text{min}$$

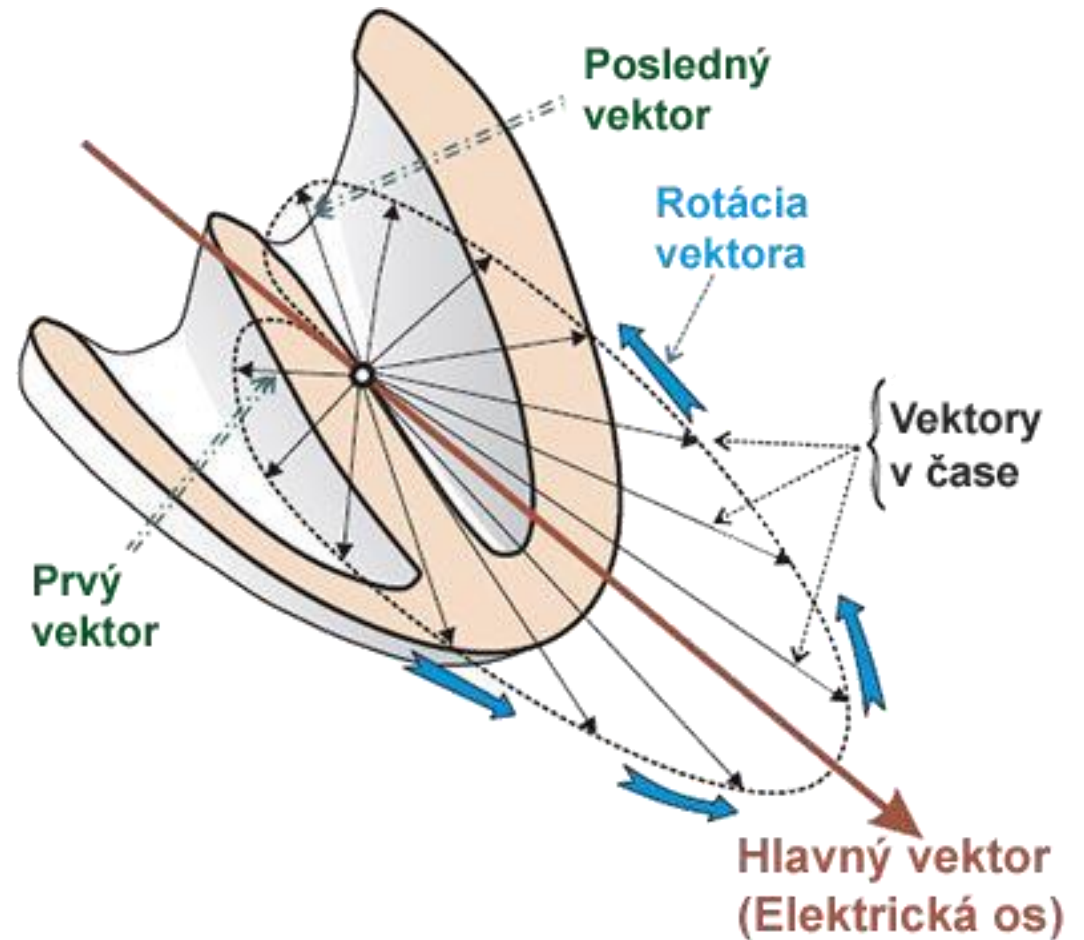
# Elektrická osa srdeční

= hlavní směr aktivace komor

Fyziologicky:  $-30^{\circ}$  až  $+110^{\circ}$

O čem nás informuje?

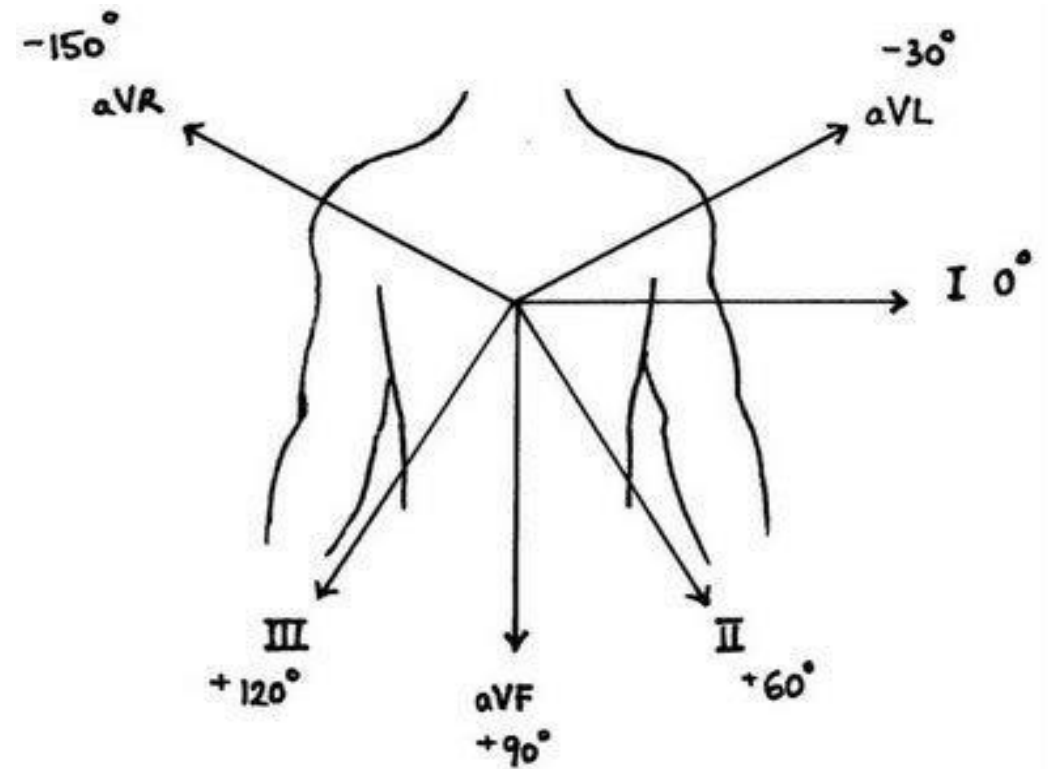
- změna masы myokardu (hypertrofie komor)
- změna šíření vzruchu (blok Tawarova raménka)



# Pravidla pro určení osy:

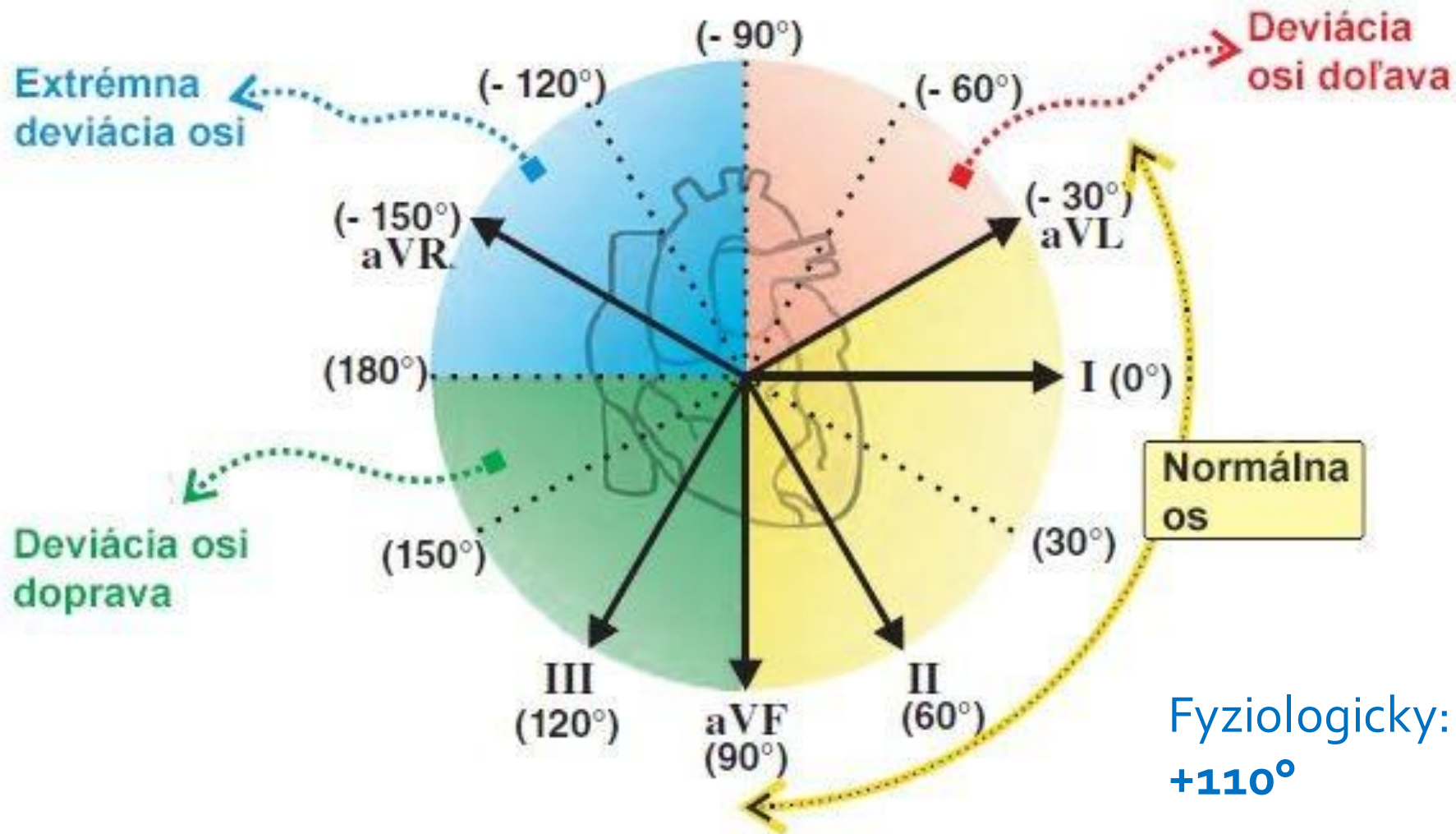
Pracujeme se svodmi **ve frontální rovině**  
(I, II, III, aVR, aVL, aVF)

1. Najdeme izoelektrický svod  
→ elektrická osa je na něj kolmá
2. Najdeme svod s největší pozitivní výchylkou

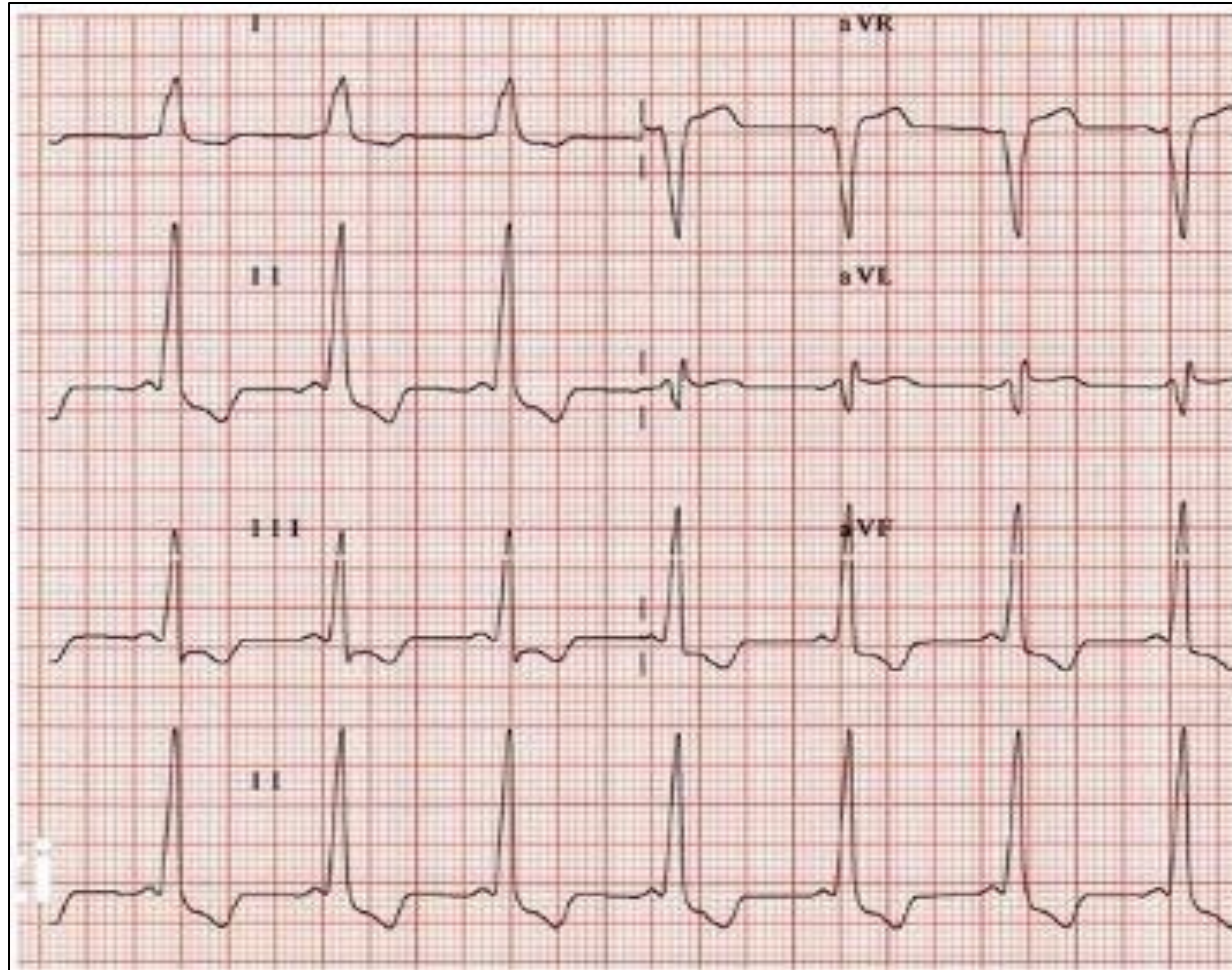




# Elektrická osa srdeční



5. Přibližně určete elektrickou osu srdeční z následujících záznamů.

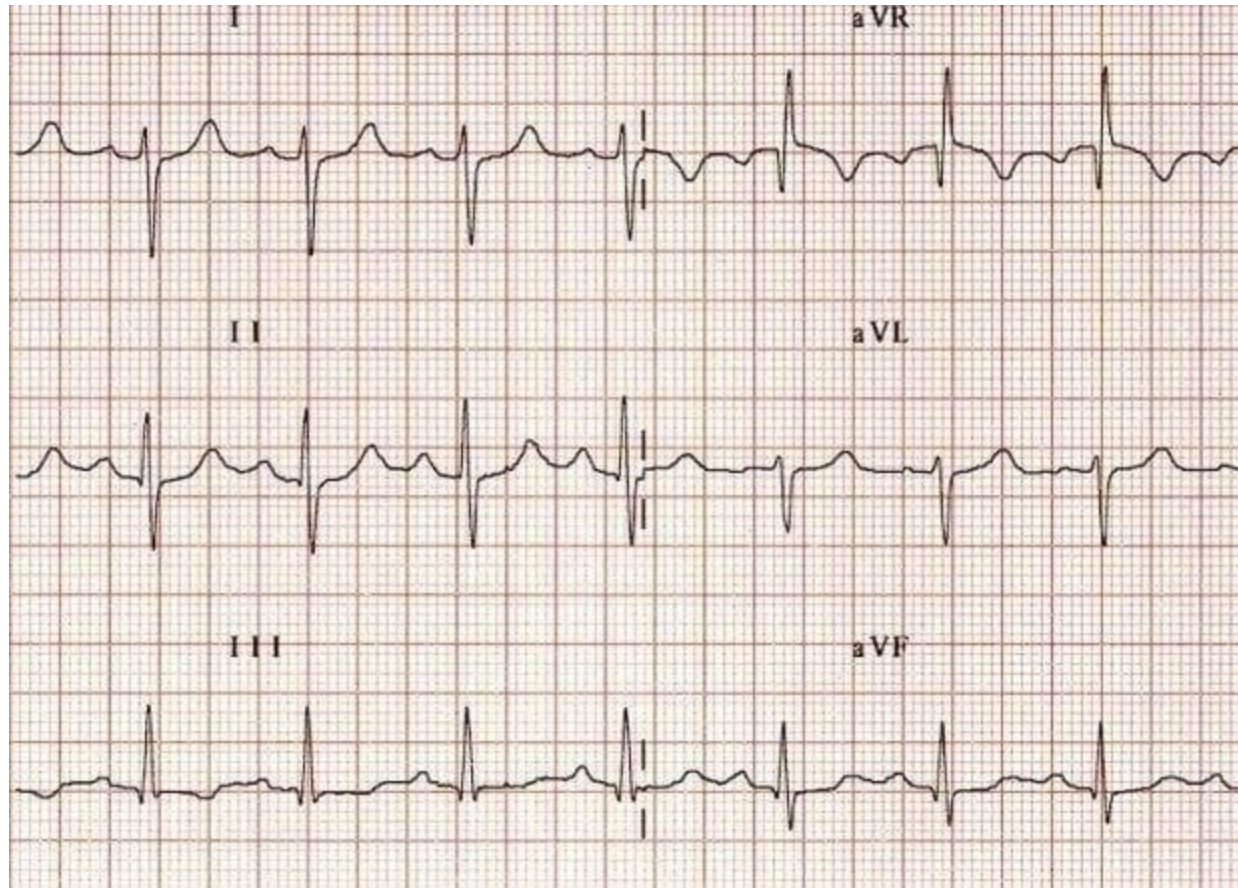


A) 110

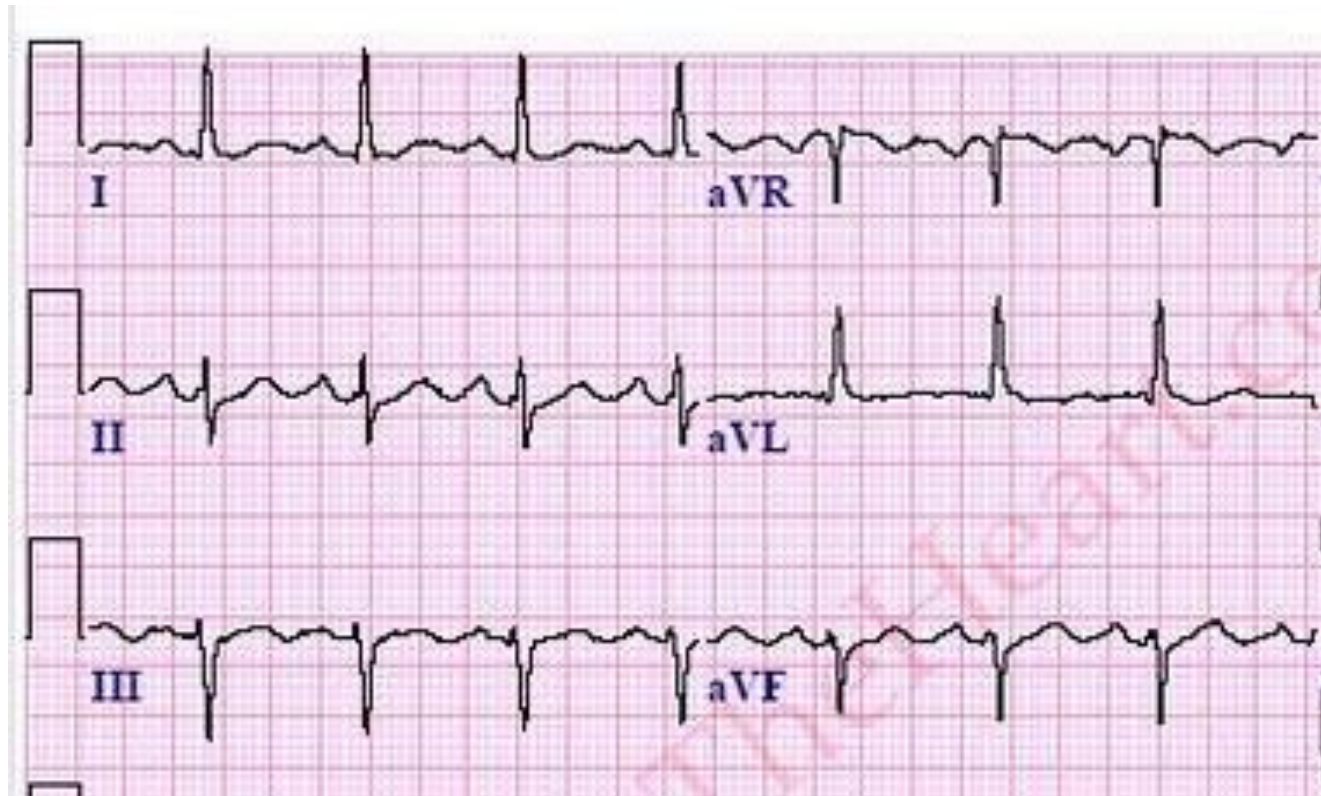
B) -10

C) 70

D) 30



- A) 70    B) 150    C) -30    D) 0

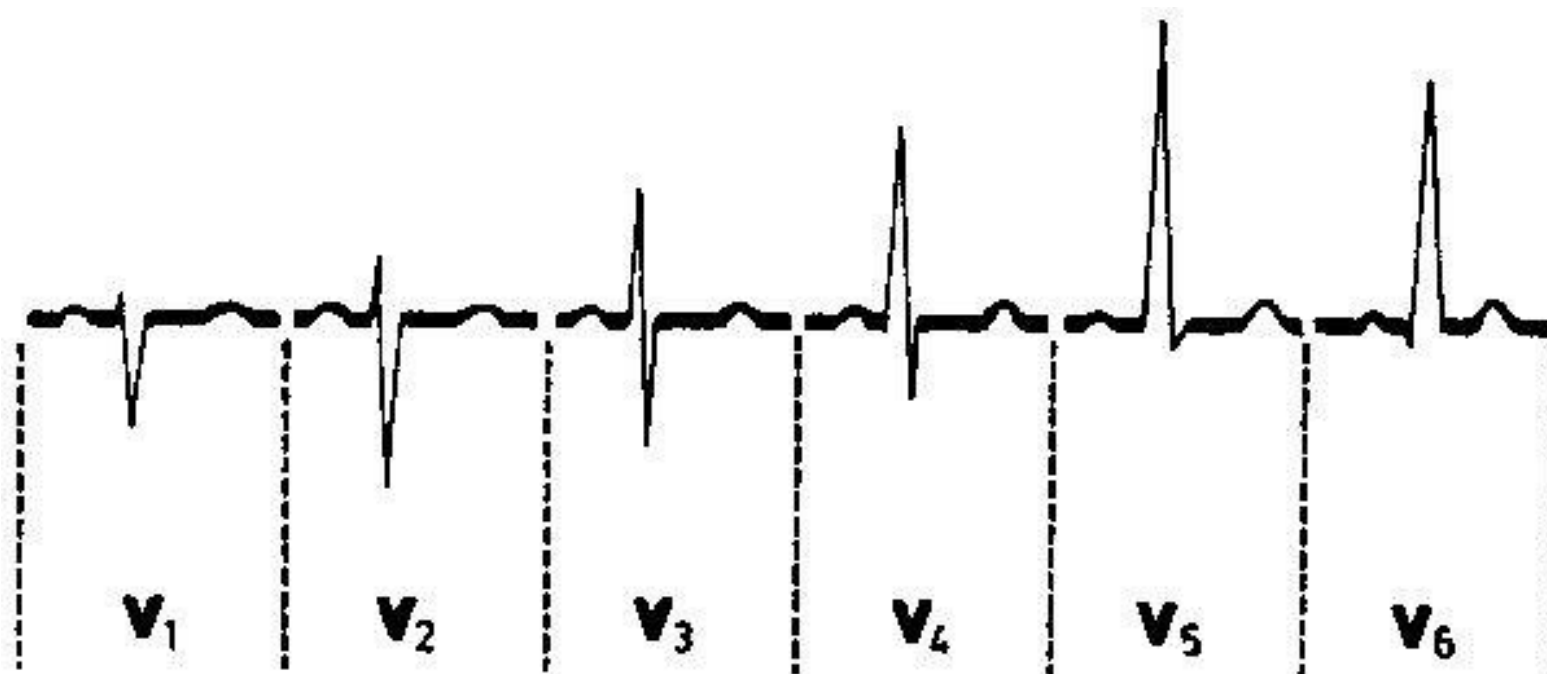


A) 90    B) -80    C) -30    D) 60

<https://www.healio.com/cardiology/learn-the-heart/ecg-review/ecg-topic-reviews-and-criteria/left-axis-deviation-example>

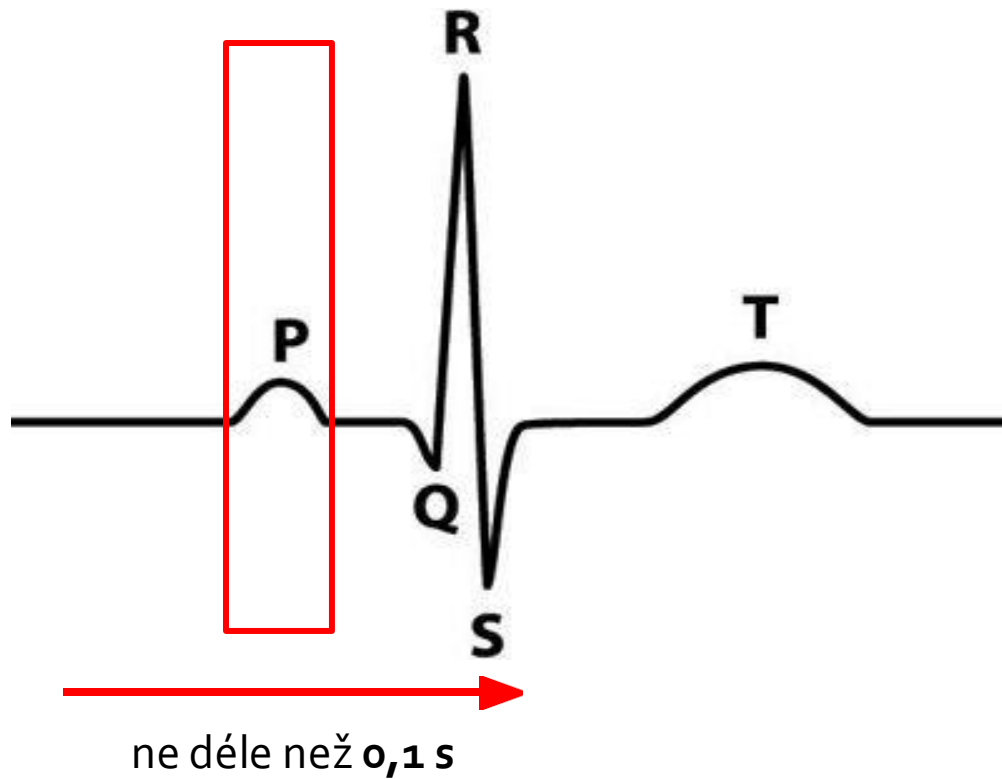
# Zóna přechodu

Normálně V<sub>3</sub>-V<sub>4</sub>



# Vlna P

## Depolarizace síní

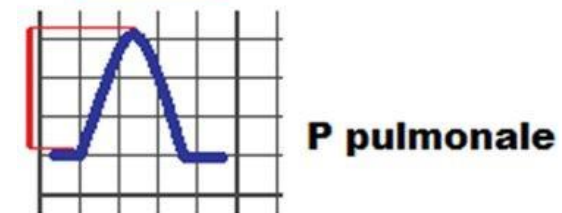
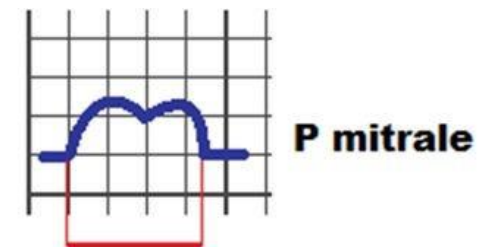


P chybí u

fibrilace a flutteru síní a komor, SA bloku,  
junkčního rytmu

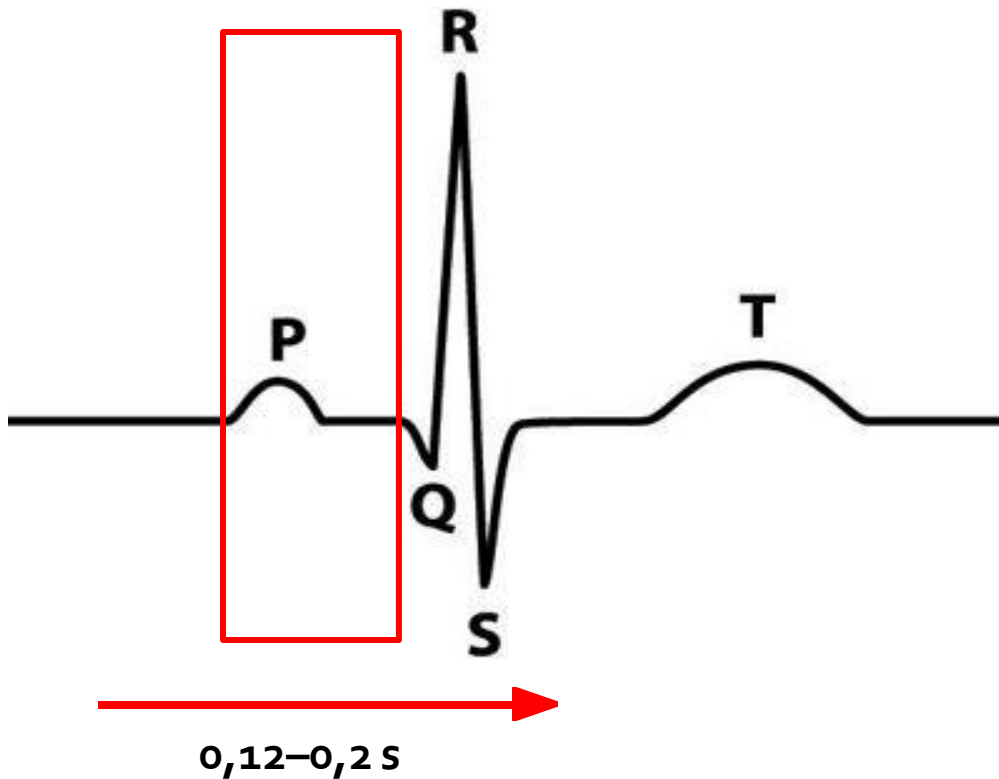
**P mitrale** – hypertrofie levé síně

**P pulmonale** – hypertrofie pravé síně



# Interval PQ (PR)

## Převod AV uzlem



Fyziologicky **izoelektrický**

- prodloužení PQ
  - **AV bloky**, vagotonie, digitalis, betablokátory, myokarditida
- zkrácení PQ
  - preexitace, tachykardie

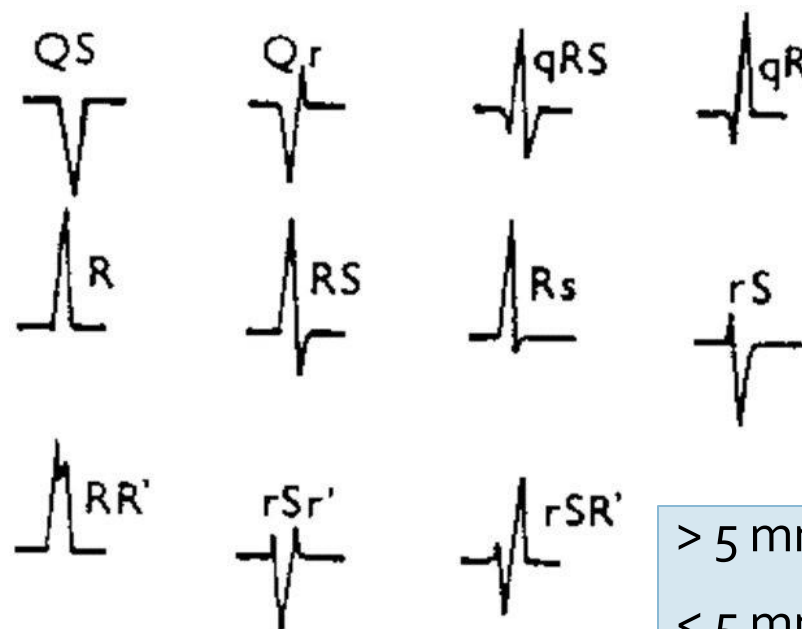
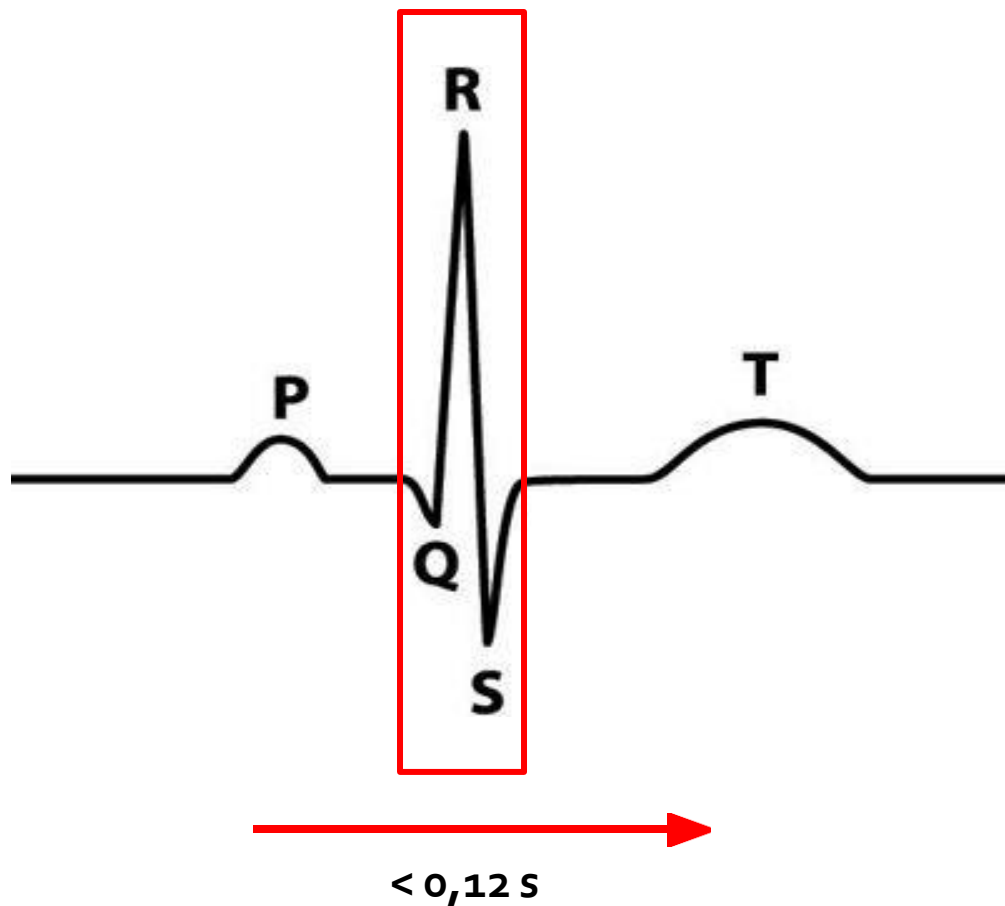
# QRS komplex

## Depolarizace komor

*Kmit Q = prvý negativní*

*Kmit R = prvý pozitivní*

*Kmit S = negativní kmit po pozitivním*



$> 5 \text{ mm} \sim \mathbf{Q, R, S}$

$< 5 \text{ mm} \sim \mathbf{q, r, s}$



# Úsek ST

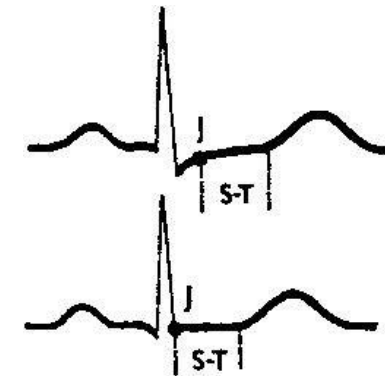
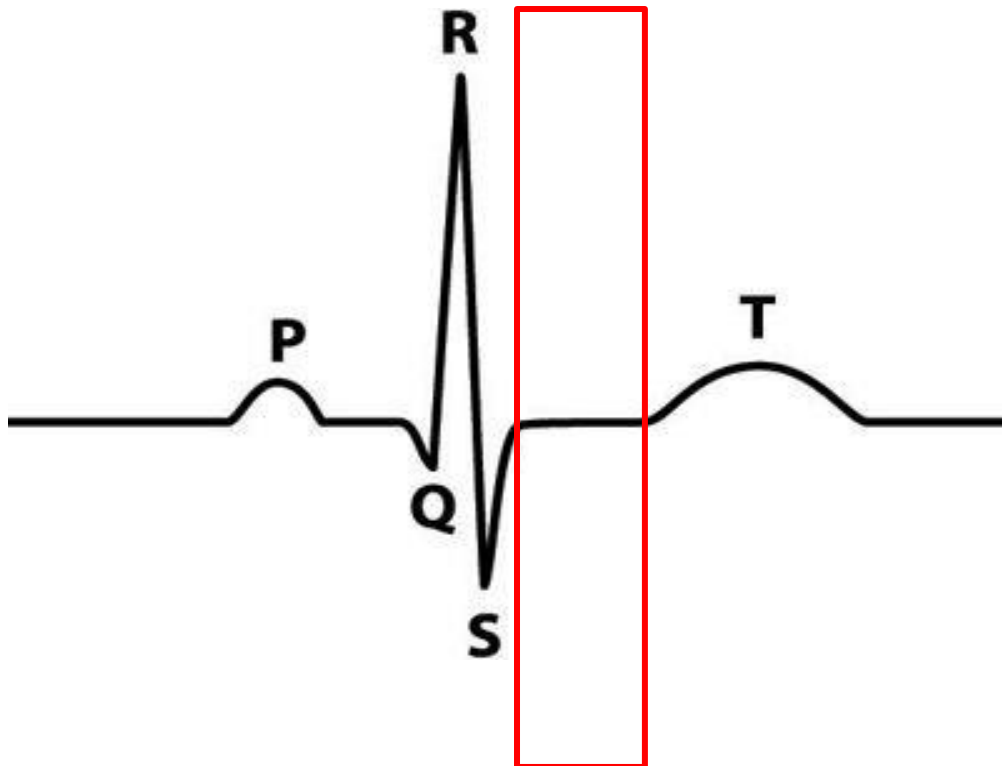
Fyziologicky **izoelektrický**

**Repolarizace komor**

V hrudních svodech může směřovat mírně vzhůru  
→ tolerance elevace  $\leq 2$  mm

**Junkční bod (J)**

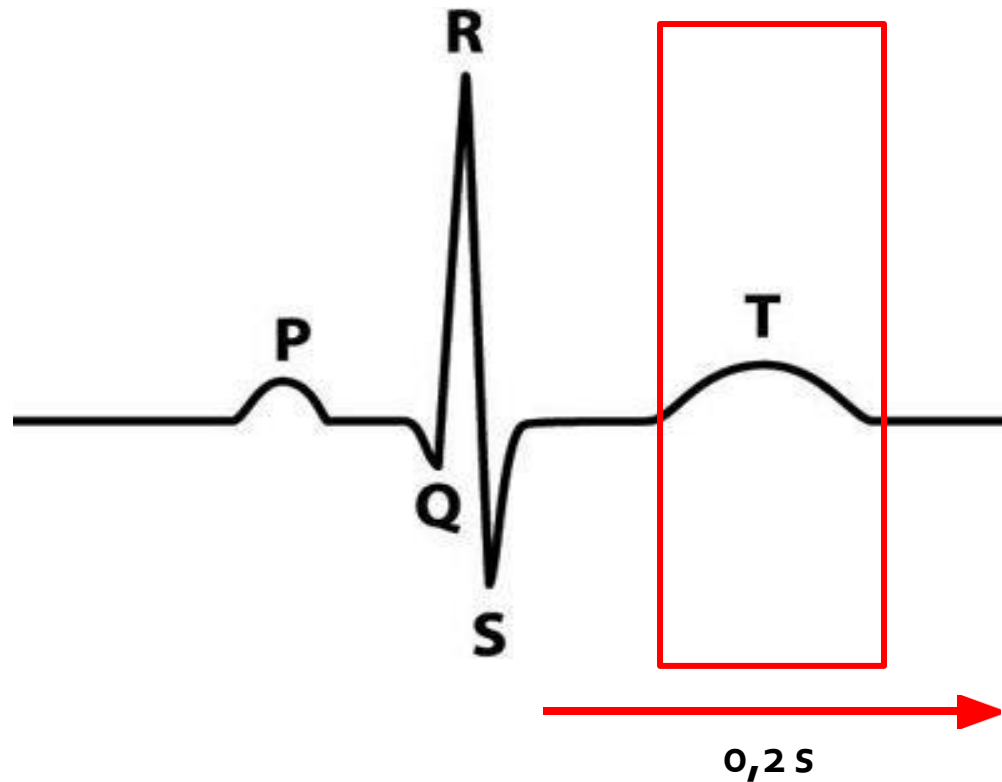
80-120 ms



**Změny ST úseku jsou nespecifické!!!**

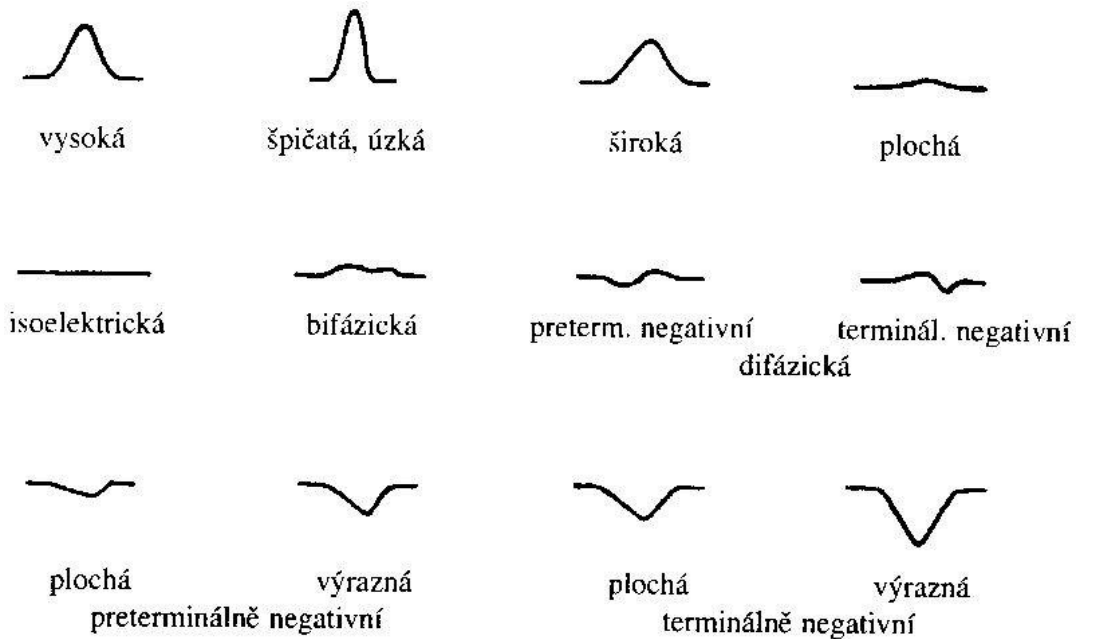
# Vlna T

## Repolarizace komor



Může být negativní v III, V<sub>1</sub>

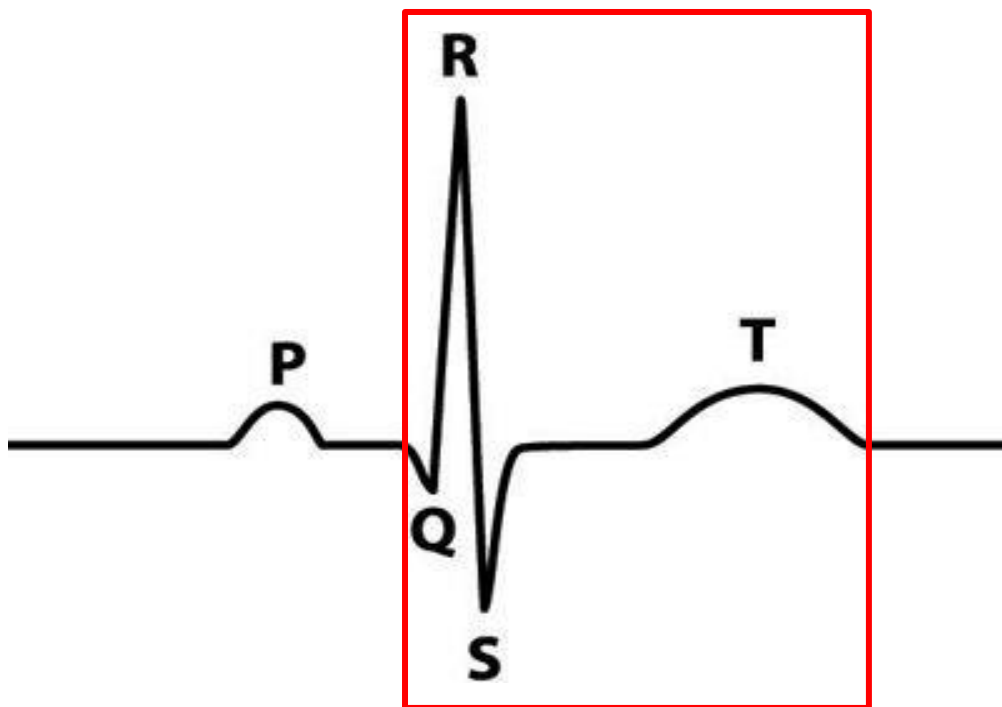
Vždy negativní v aVR



# *Úsek ST & vlna T*

- **nejvariabilnější** části křivky
- změny jsou **nespecifické**
- nutná korelace s **anamnézou a fyzikálním vyšetřením!**

# Interval QT



Zahrnuje elektrické procesy v komorách

Užívá se QTc (korekce na **frekvenci**)

$$QTc = 0,34 - 0,42$$

~ **pohlaví** (ženy)

~ **věk** (↑)

**6. Napíšte, čo všetko určujeme v rámci EKG desatora.**

# ***EKG desatero***

- Rytmus
  - Akce
  - Frekvence
  - Elektrická osa srdeční
  - Analýza jednotlivých vln
    - Vlna P
    - Interval PQ (PR)
    - QRS komplex
    - ST denivelace
      - Vlna T
    - Interval QT
- (+Zóna prechodu)



**7. Zaznamenejte fyziologické délky trvání P vlny, PR intervalu, QRS komplexu a QT intervalu**

<b>Název</b>	<b>Norma</b>
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

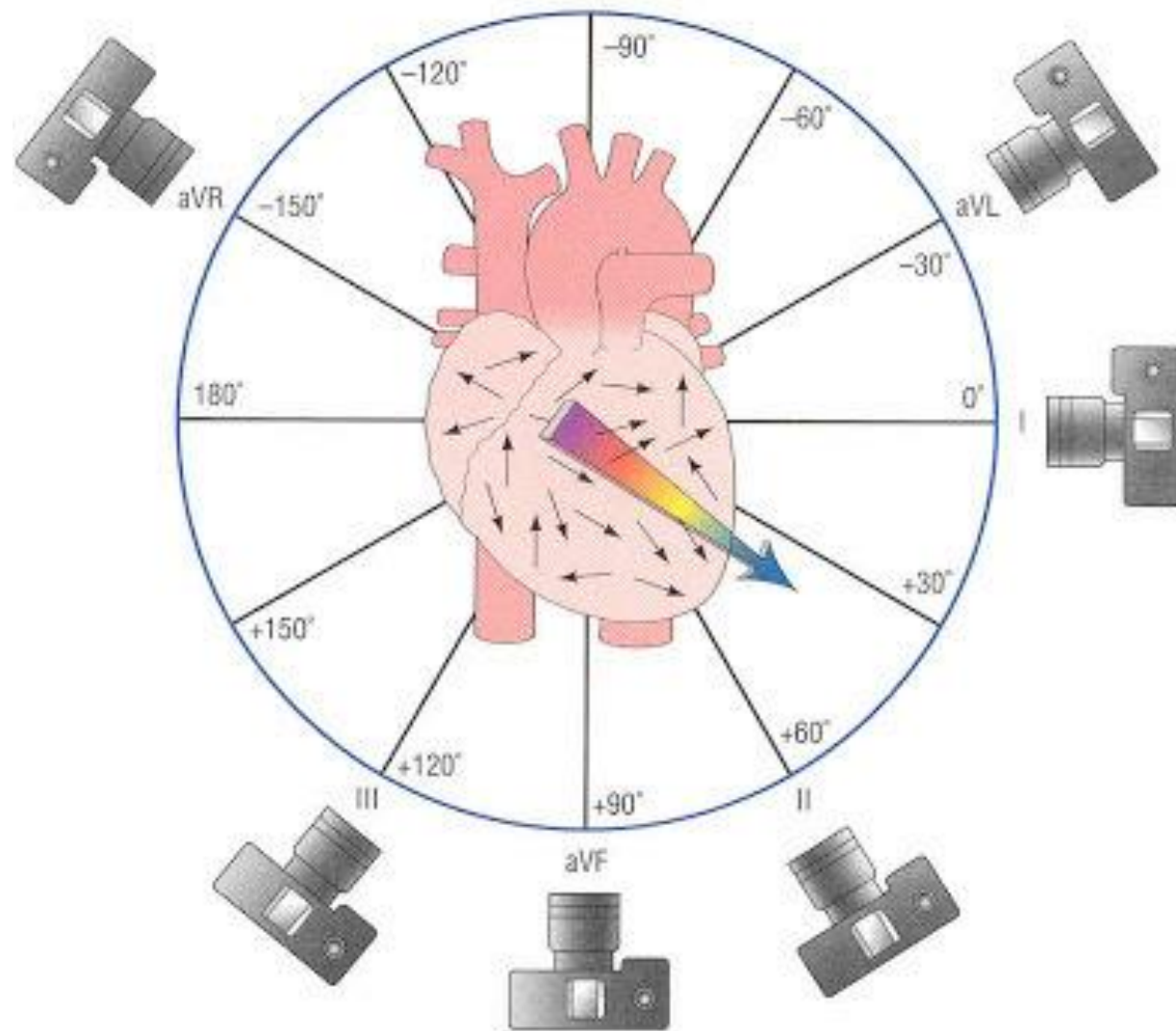


## **8.Svody snímající**

**-levý laterální povrch srdce (2) =**

**-spodní stěna (3) =**

**-pravá síň (1) =**



<https://medictests.com/units/cardiology-and-ecg-quick-and-dirty-reference>



# *Variabilita EKG*

*Aneb co je ještě fyziologické?*

# Změny u *sportovců*

**Sinusová bradykardie**

**Významná sinusová arytmie**

**Vysoké vlny P**

**Vysoké kmity R a hluboké kmity S**

**Mírná elevace ST úseků**

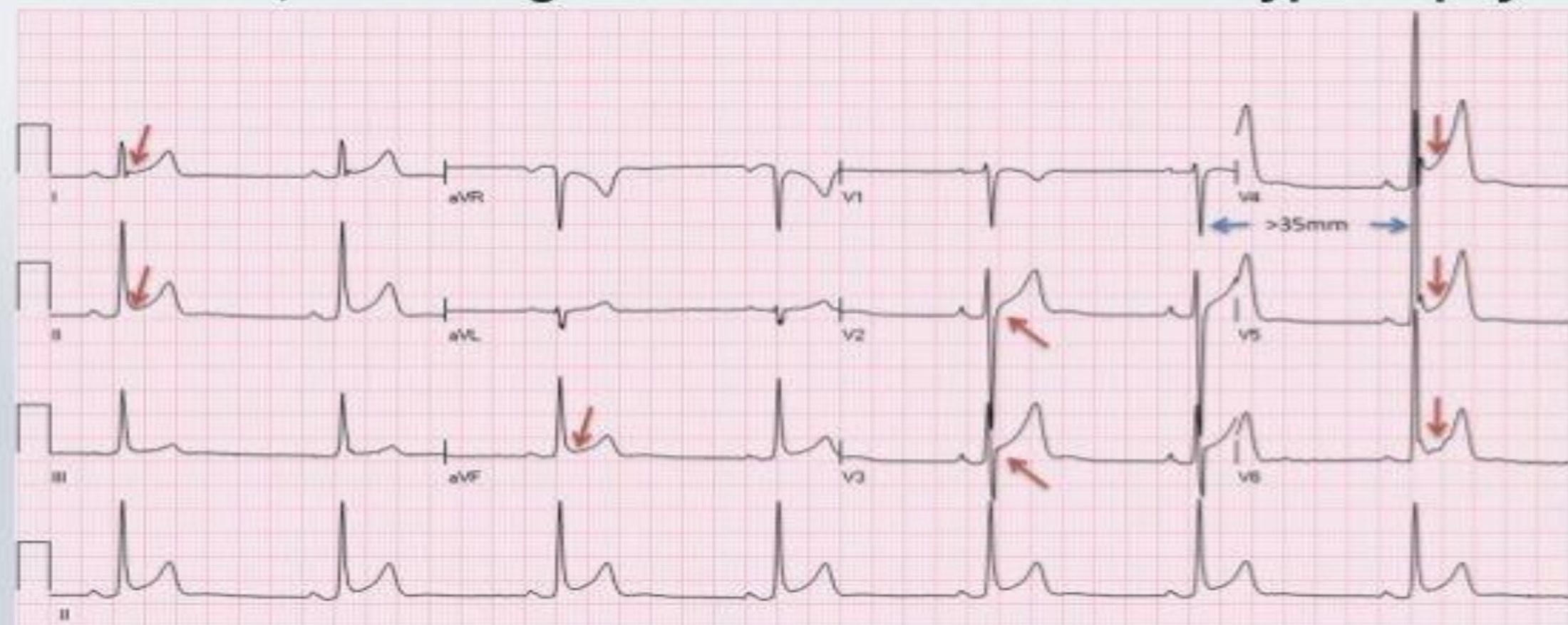
**Vysoké symetrické vlny T**

**Vlny U**

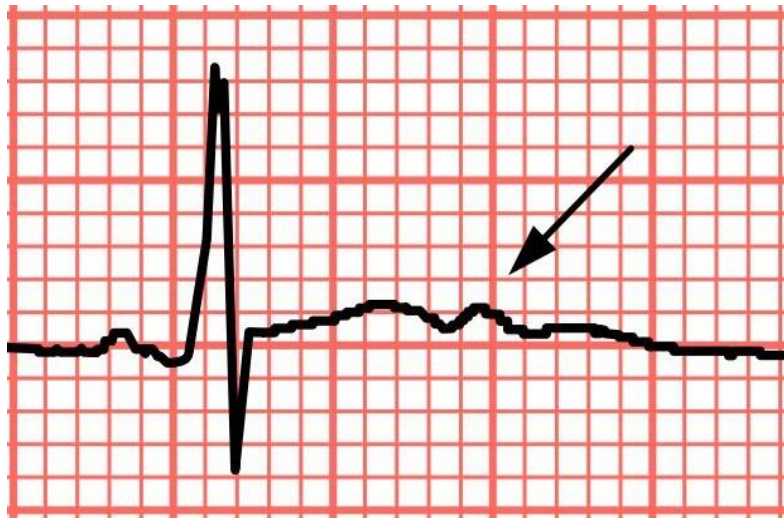




**ECG of a 29-year-old asymptomatic soccer player demonstrating sinus bradycardia, early repolarisation with ST elevation (arrows) and peaked T waves, and voltage criteria for left ventricular hypertrophy.**



# Vlna U



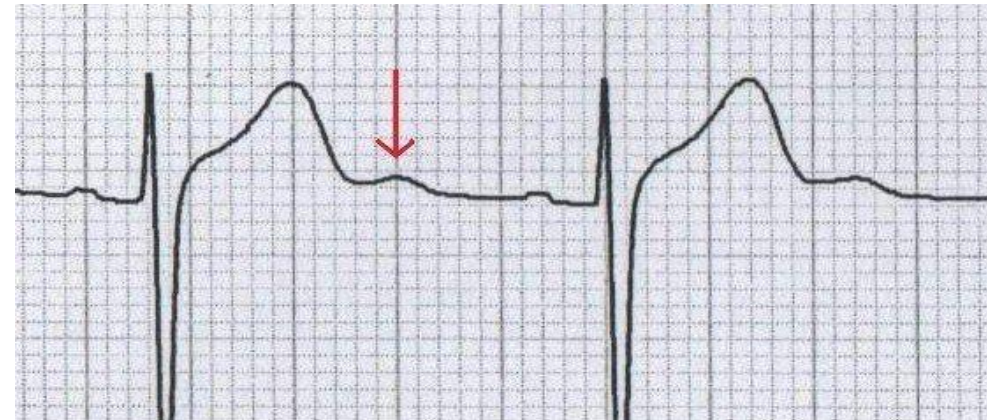
Svody II, aVL, V2-4  
< 1 mm  
Ploše pozitivní

## Nejasná příčina

*Opožděná repolarizace septa? Purkyňových vláken?*

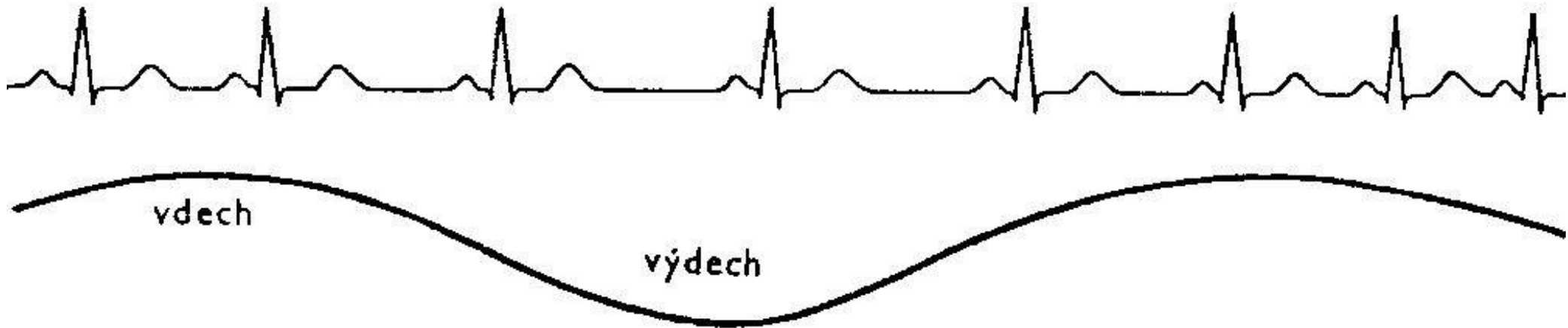
fyziologická – mladí lidé, sportovci

patologická – hypokalémie, digitális,  
chinidin, sympatikomimetika



# *Respirační sinusová arytmie*

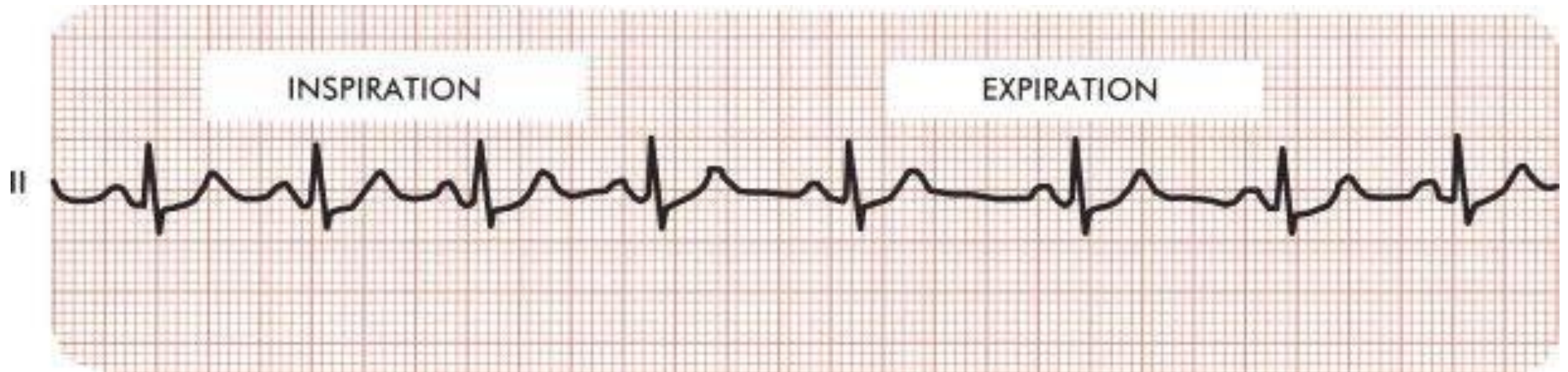
**Variabilita délky RR intervalu**



# *Respirační sinusová arytmie*

**Baroreflex (vagus)**

Mladí, vegetativně labilní (neurotici)





# *Sinusová tachykardie/bradykardie*

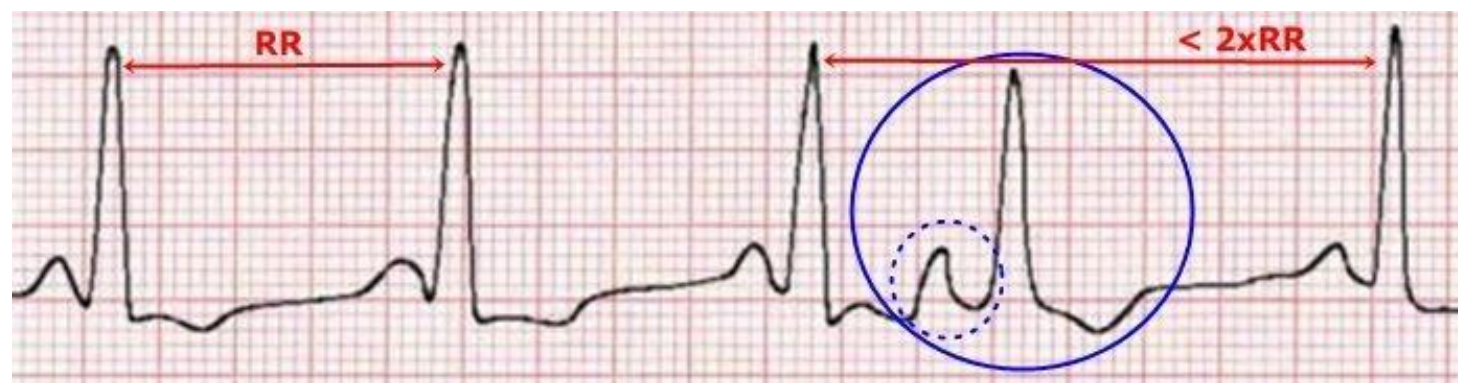


# Supraventrikulární extrasystoly



Neúplná kompenzační  
pauza

Káva, kouření,  
rozčilení...



# *EKG u dětí*

Vyšší frekvence (v prvním roce **140–160/min**)

Výrazná **sinusová arytmie**

Znaky **hypertrofie P komory** (ta je po narození stejně silná jako L)

**V<sub>1</sub>-V<sub>3</sub>**: negativní „**juvenilní**“ vlny T  
– také u těhotných

**V<sub>1</sub>**: dominantní R

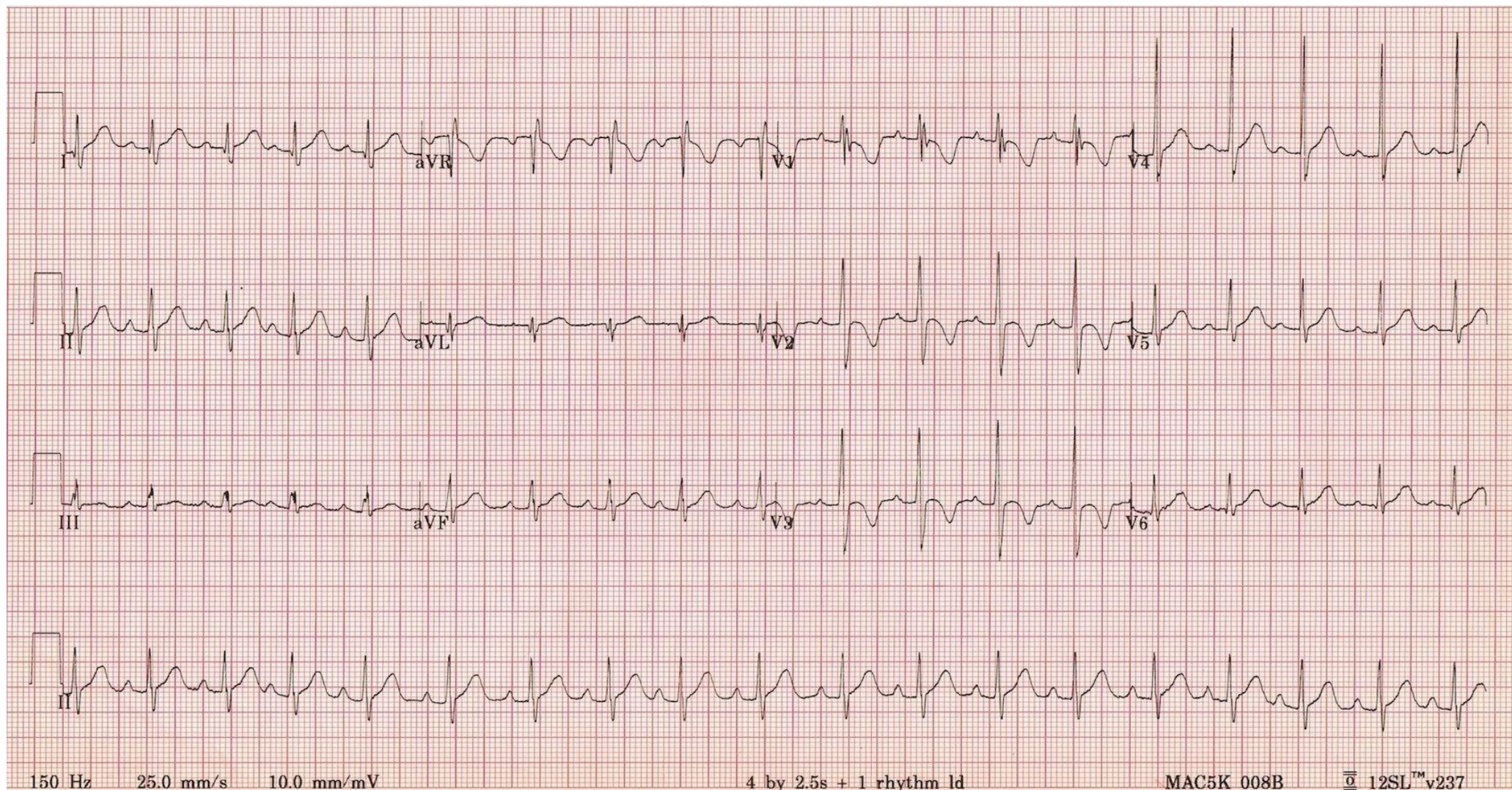
Sklon srdeční osy **doprava**

**V<sub>1</sub>**: **RSR'** komplex (parciální RBBB)



<https://www.childrencolorado.org/4adc71g/globalassets/departments/heart/heart-test-ekg.jpg>

# EKG 2-ročného chlapce - fyziologické



# Zdroje

- [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: [http://adst.mp.pl/img/articles/kardiologia.mp.pl/ekg/podstawy/EKG07\\_02\\_640.jpg](http://adst.mp.pl/img/articles/kardiologia.mp.pl/ekg/podstawy/EKG07_02_640.jpg)
- [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <https://lifeinthefastlane.com/wp-content/uploads/2012/01/Normal-paeds-ECG-2-year-old-boy.jpg>
- HAMPTON, John R. *EKG stručně, jasně, přehledně*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4246-5.
- *Elektrokardiografia: Základné mechanizmy porúch elektrickej funkcie srdca a ich manifestácia na Ekg krivke* [online]. Ústav patologickej fyziológie JLF UK v Martine, 2009 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: [https://www.jfmed.uniba.sk/fileadmin/jlf/Pracoviska/ustav-patologickej-fyziologie/07Pregradualne\\_studium/01Vseobecne\\_lekars tvo/04Handouty\\_a\\_prednasky/01Handouty/01Elektrokardiografi1-jun10.pdf](https://www.jfmed.uniba.sk/fileadmin/jlf/Pracoviska/ustav-patologickej-fyziologie/07Pregradualne_studium/01Vseobecne_lekars tvo/04Handouty_a_prednasky/01Handouty/01Elektrokardiografi1-jun10.pdf)
- [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://ekg.kvalitne.cz/>
- [online]. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: [https://kchemekg.files.wordpress.com/2011/01/ekg\\_31.jpg](https://kchemekg.files.wordpress.com/2011/01/ekg_31.jpg)
- HAMPTON, John R. *EKG v praxi: Překlad 4. vydání. 2. české vyd. Praha: Grada, 2007. 362 s.* ISBN 978-80-247-1448-6.
- [online]. [cit. 2020-08-23]. Dostupné z: <https://www.techmed.sk/ekg-a-arytmologia-kniha/>

*Děkujeme za pozornost!*