

Schémata a animace zpracovalo

**Servisní středisko pro e-learning na MU**

<http://is.muni.cz/stech/>

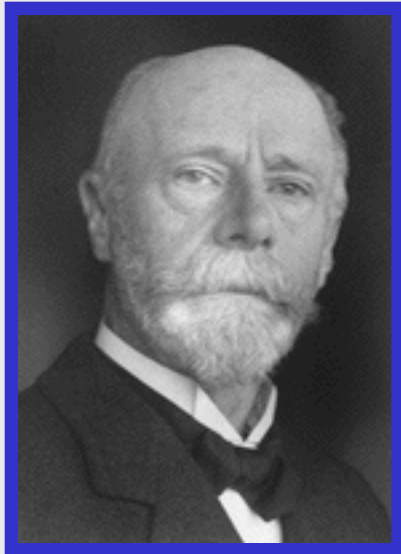
CZ.1.07/2.2.00/28.0041

Centrum interaktivních a multimediálních studijních opor pro inovaci výuky a efektivní učení



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# ELEKTROKARDIOGRAFIE



Willem Einthoven

1860 - 1927

- 1893 Einthoven zavádí termín „elektrokardiogram“
- 1895 Einthoven popisuje pět výchylek - P, Q, R, S a T
- 1902 Einthoven publikuje první elektrokardiogram
- 1905 Einthoven přenáší elektrokardiogramy z nemocnice do své laboratoře (1.5 km) přes telefonní kabel
- 1924 Einthoven získává Nobelovu cenu

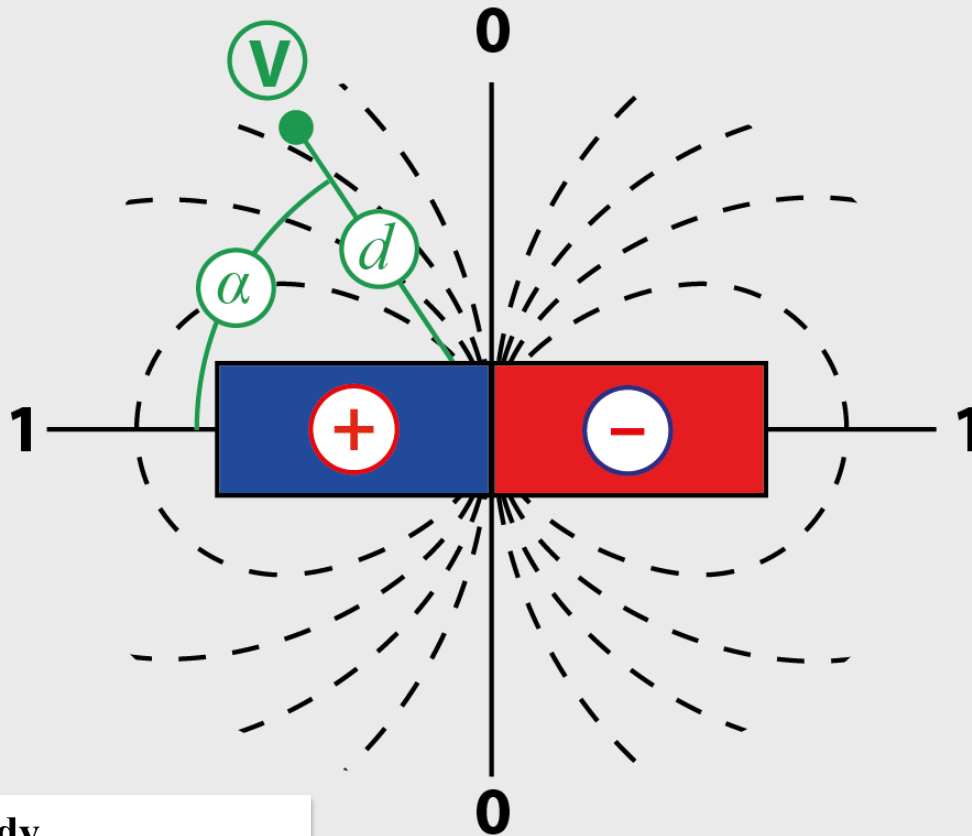
**ELEKTROKARDIOGRAFIE** = metoda umožňující registraci elektrických změn vznikajících činností srdce z povrchu těla.

## EKG – informace o:

- 1. Poruchy frekvence** (změny SF v SA uzlu, resp.arytmie, sick sinus syndrom)
- 2. Poruchy vedení** (blokády – SA, AV)
- 3. Poruchy rytmu** (ES – supraventrikulární, komorové)
- 4. Poruchy komorového gradientu** (vztahu mezi depolarizací a repolarizací:  
původ – metabolický, hemodynamický, anatomický, fyzikální...ischemie, hypertrofie,  
dilatace, kardiomyopatie, záněty, změny elektrolytů, léky...)

# ELEKTRICKÝ DIPÓL

Stacionární v homogenním vodivém prostředí



## Lokální proudy

- Maximální v ose dipólu (1)
- Nulový v rovině středu (0)

# ŠÍŘENÍ DEPOLARIZAČNÍ FRONTY

## ELEKTRICKÉ SRDEČNÍ

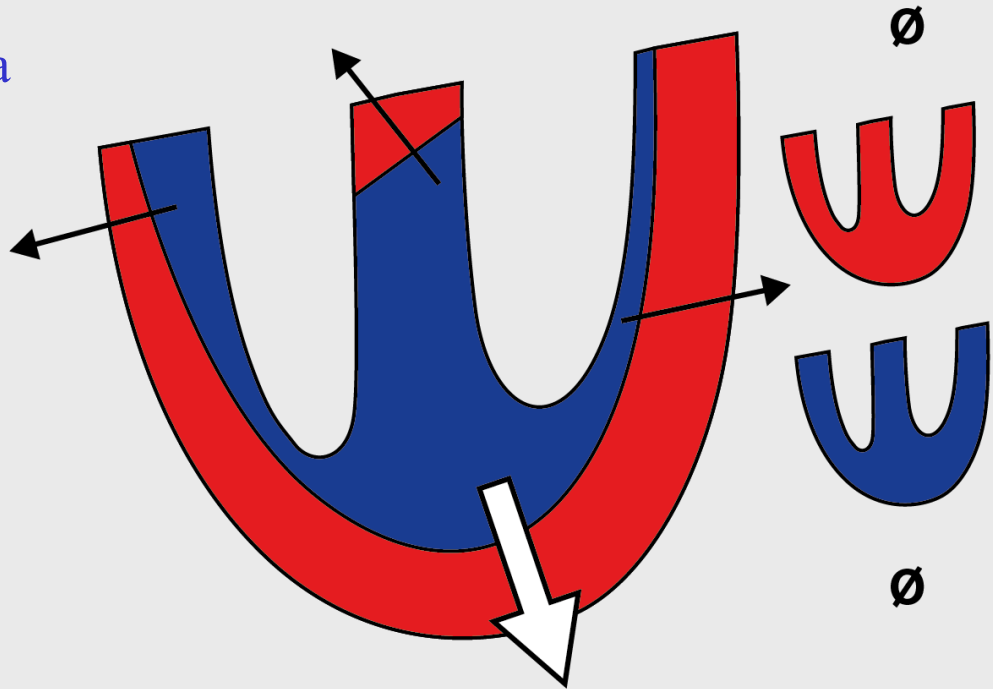
### POLE (vektor)

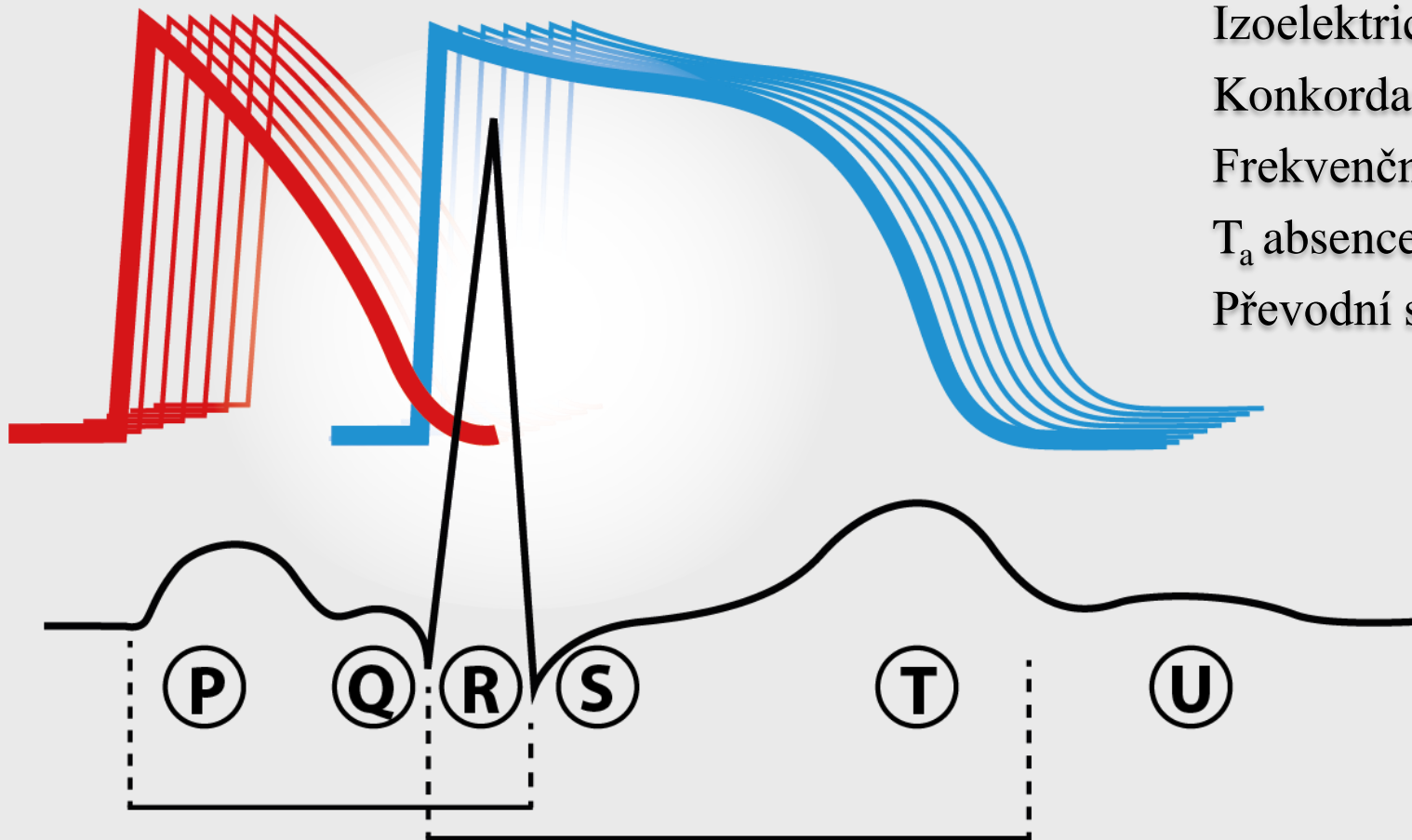
- je tvořeno součtem okamžitých dipólů na depolarizační frontě
- **velikost** je funkcí počtu dipólů a strmosti rozhraní
- **směr** od depolarizované (-) k (re)polarizované (+) oblasti
- **nestacionární**
- **mění intenzitu a směr**
- **deformováno vodivostí prostředí (Brodyho efekt)**

## REGIONÁLNÍ VEKTORY INTEGRÁLNÍ VEKTOR

během excitace se mění:

- velikost okamžitých dipólů
- jejich směr
- šíří se na povrch těla - **ELEKTROKARDIOGRAFIE**





Izoelektrické linie  
 Konkordance T vlny  
 Frekvenční závislost  
 T<sub>a</sub> absence  
 Převodní systém

PQ interval  
0,16

QRS  
 0,1

QT  
0,3

**závislost na SF**

Síňová  
 depolarizace

Komorový komplex  
 (depolarizace) (repolarizace)

# 3D SMYČKY SRDEČNÍHO VEKTORU

**F** – frontální rovina hrudníku

**S** – sagitální rovina hrudníku

**H** – horizontální rovina hrudníku

0 – elektrický střed srdce

P – síňová depolarizace

QRS – komorová depolarizace

T – komorová repolarizace



# 2D PROJEKCE HLAVNÍHO SRDEČNÍHO VEKTORU

**F** – frontální rovina hrudníku

**S** – sagitální rovina hrudníku

**H** – horizontální rovina hrudníku



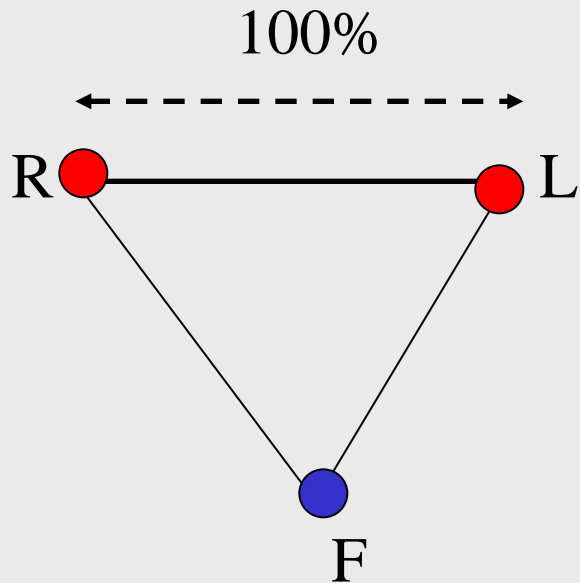
# 1D PROJEKCE HLAVNÍHO SRDEČNÍHO VEKTORU

rozepsaná v čase

Projekce na povrch hrudníku  
do frontální roviny (2D)

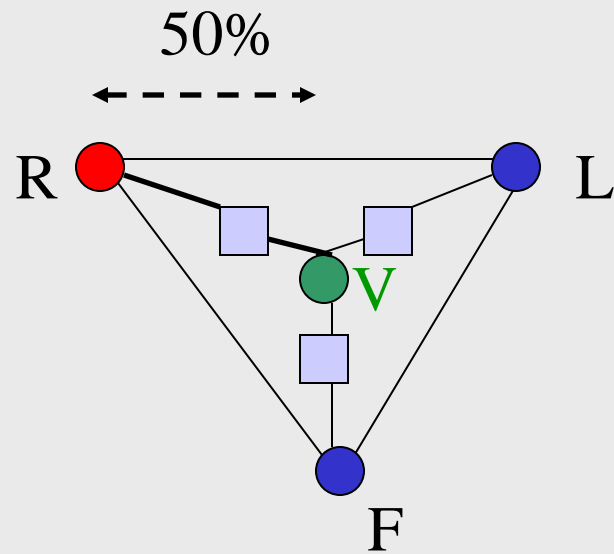
a její projekce na přímku  
(1D), osu I. EKG svodu

E – Einthovenův trojúhelník

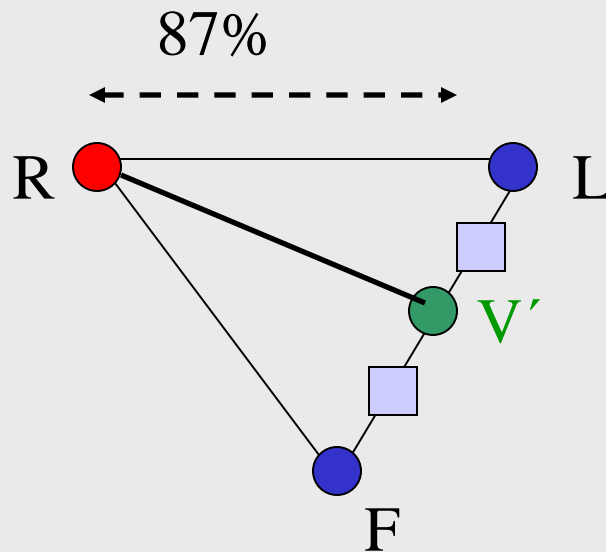


Einthoven, 1913

I, II, III

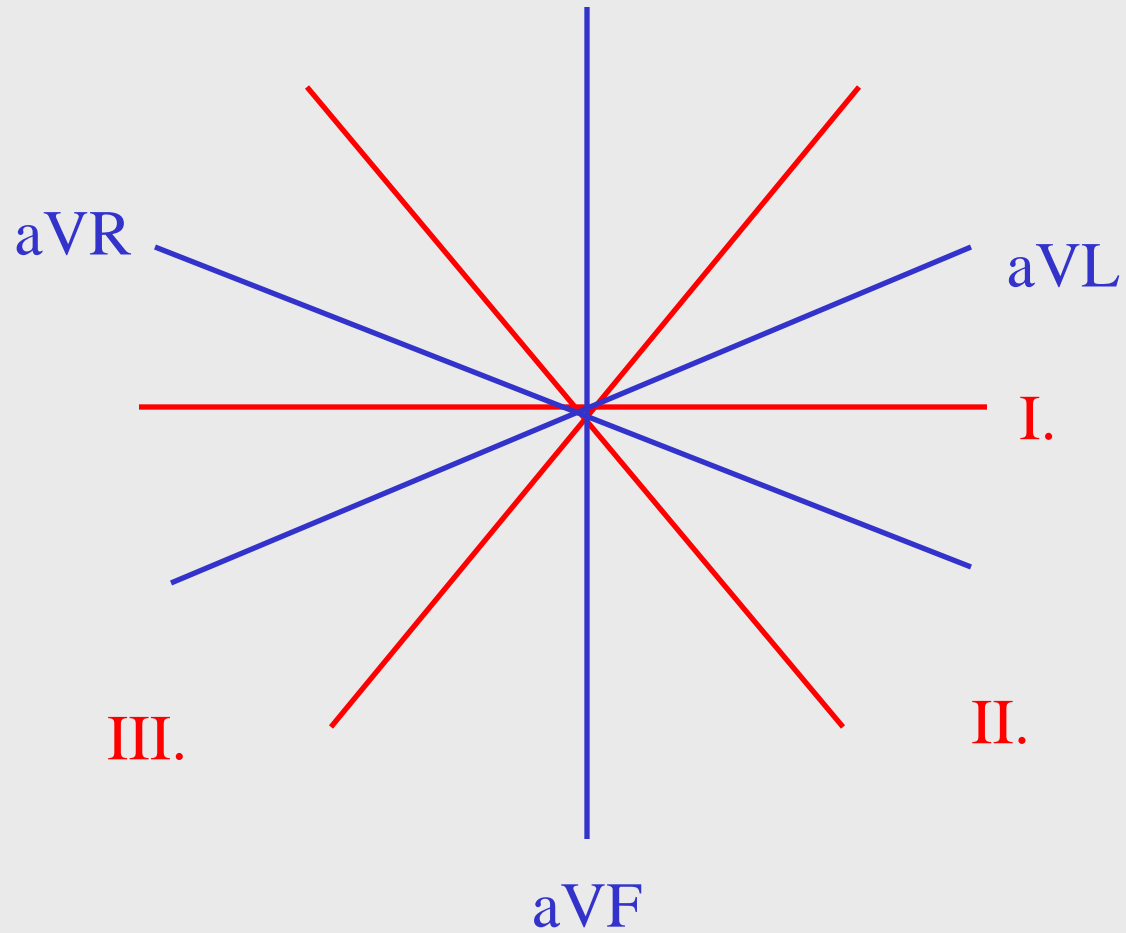


Wilson, 1934, VR, VL, VF

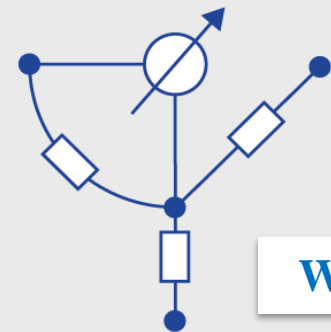
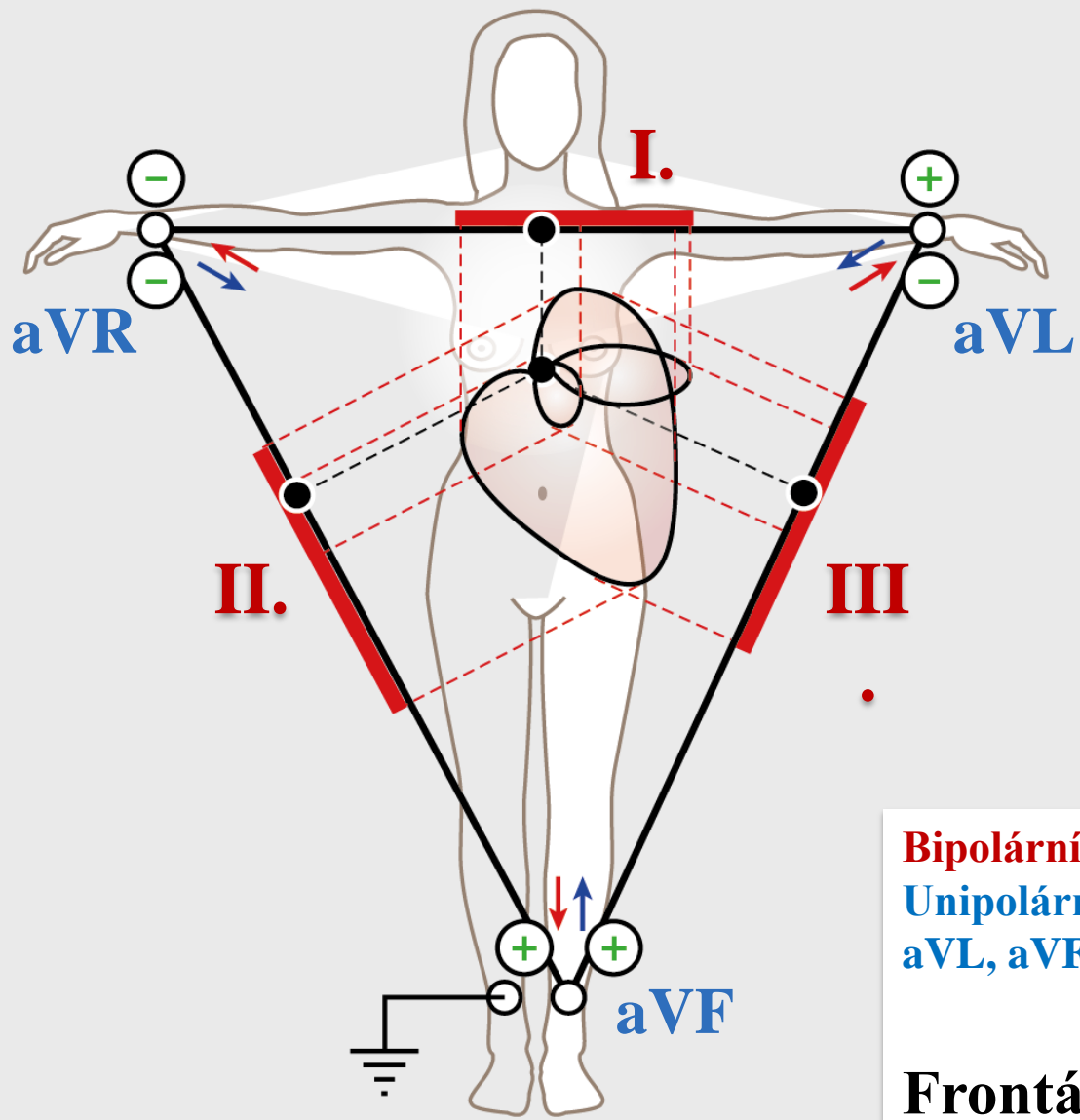


Goldberger, 1947, aVR, aVL, aVF

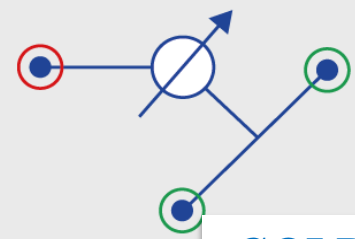
# HEXAAXIÁLNÍ SYSTÉM (RŮŽICE)



# KONČETINOVÉ SVODY



WILSON

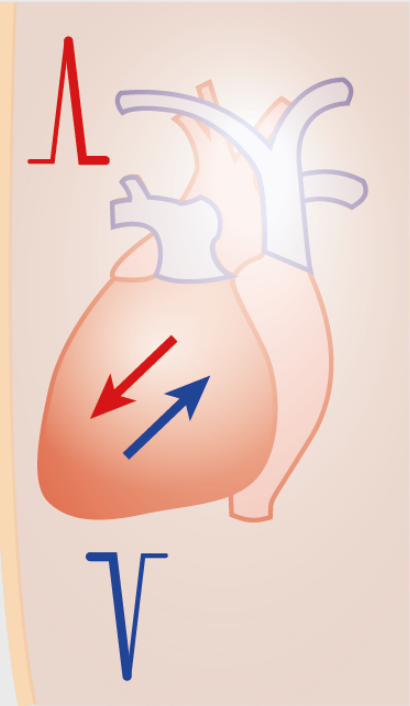
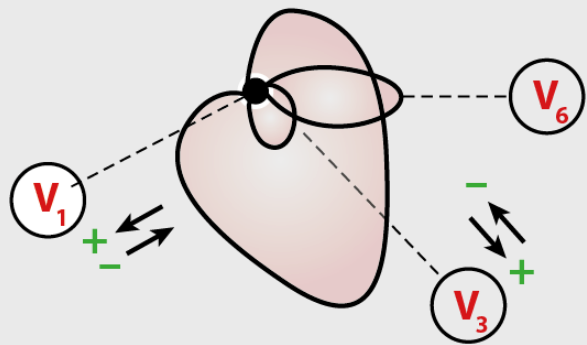


GOLDBERGER  
zvětšené

**Bipolární (I, II, III)**  
**Unipolární (augmentované) aVR, aVL, aVF**

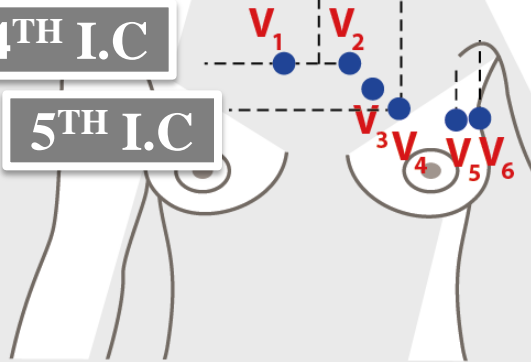
**Frontální projekce vektoru!**

# HRUDNÍ SVODY



4<sup>TH</sup> I.C

5<sup>TH</sup> I.C



**Horizontální  
projekce  
vektoru!**

# PROJEKČNÍ ROVINY HLAVNÍHO SRDEČNÍHO VEKTORU A EKG SVODY

## Frontální rovina

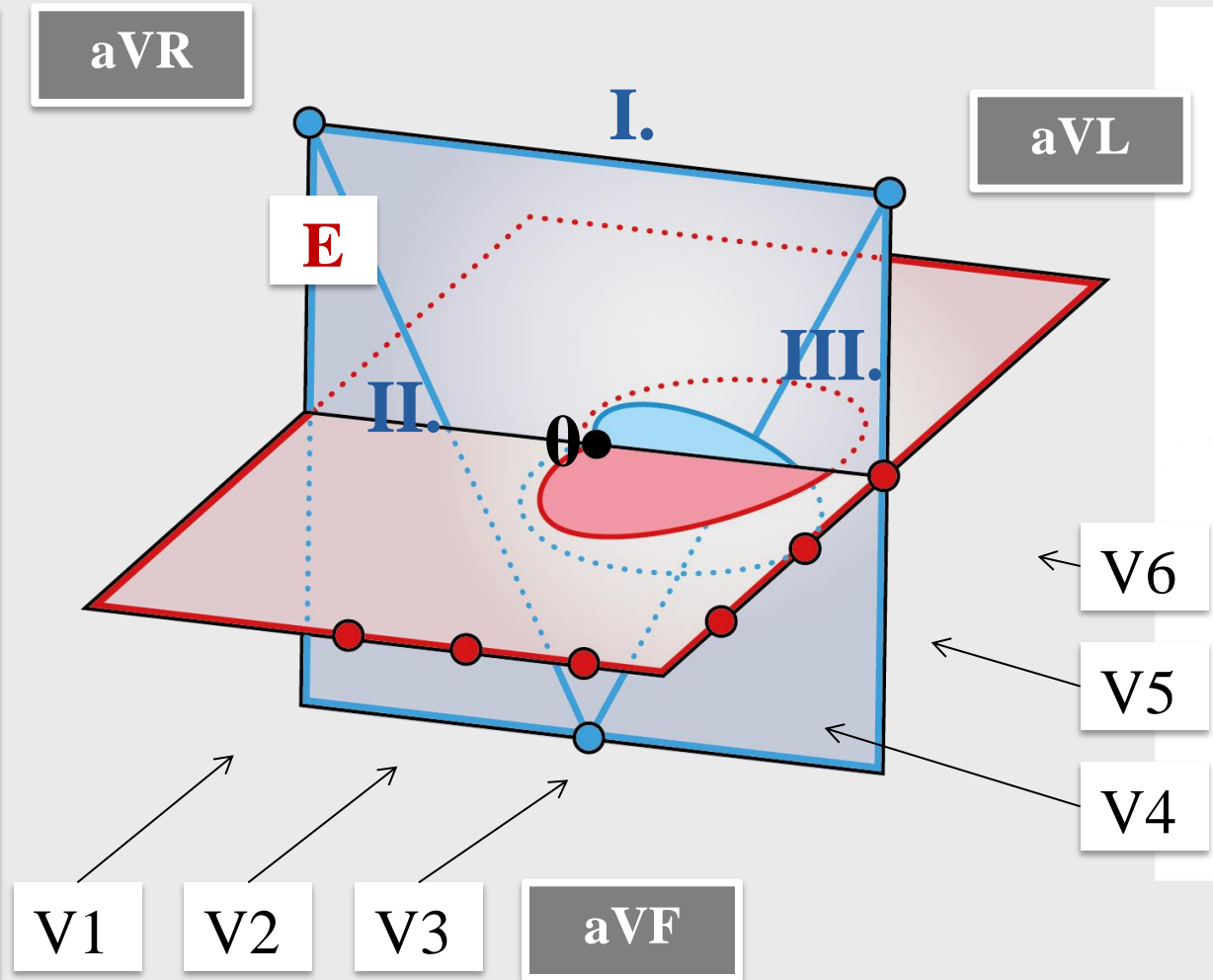
končetinové svody  
I., II., III., aVR, aVL,  
aVF

## Horizontální rovina

V1 – V6

Obě roviny jsou  
posunuty do úrovně  
elektrického středu  
srdce (0)

**E – Einthovenův  
trojúhelník**

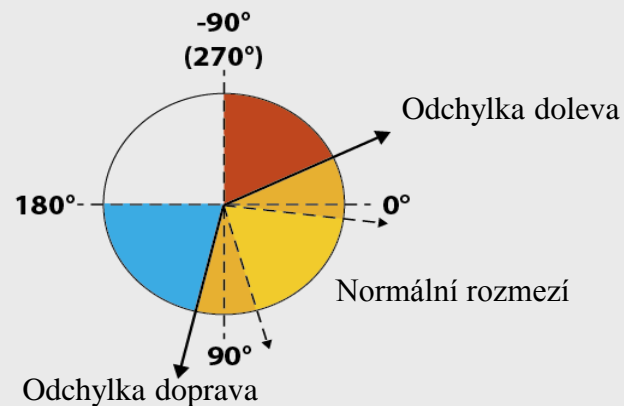
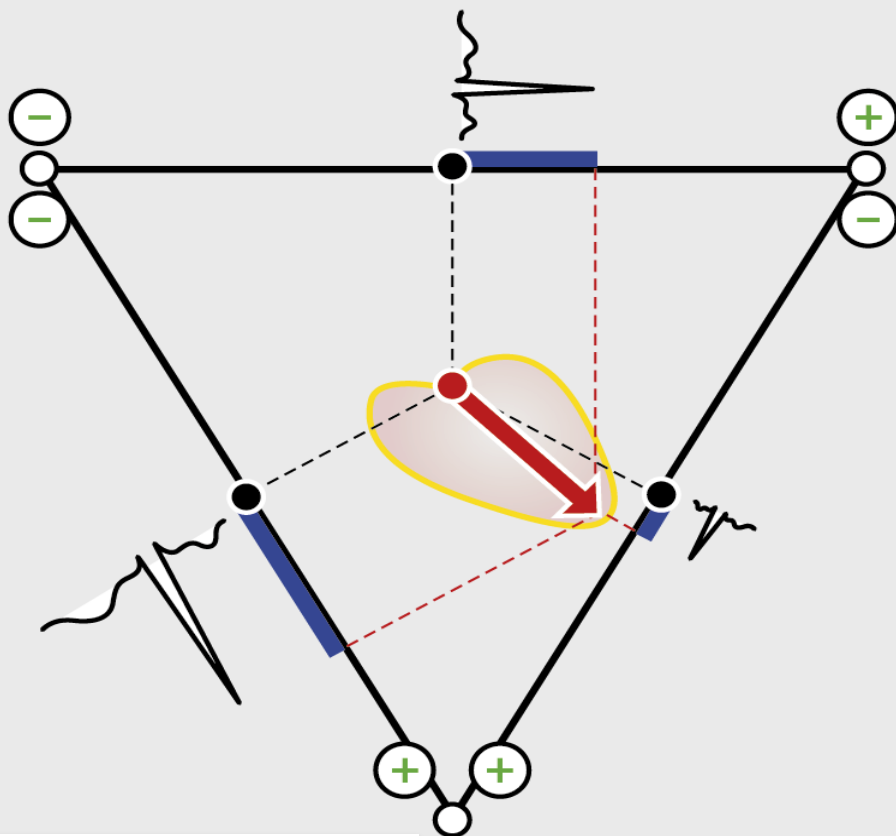


## ELEKTRICKÁ OSA SRDEČNÍ

Součet všech okamžitých vektorů, které tvoří depolarizační komorovou smyčku. Vyjadřuje směr postupující komorové aktivace. Odráží asymetrii v tloušťce stěn komor a srdeční polohu.

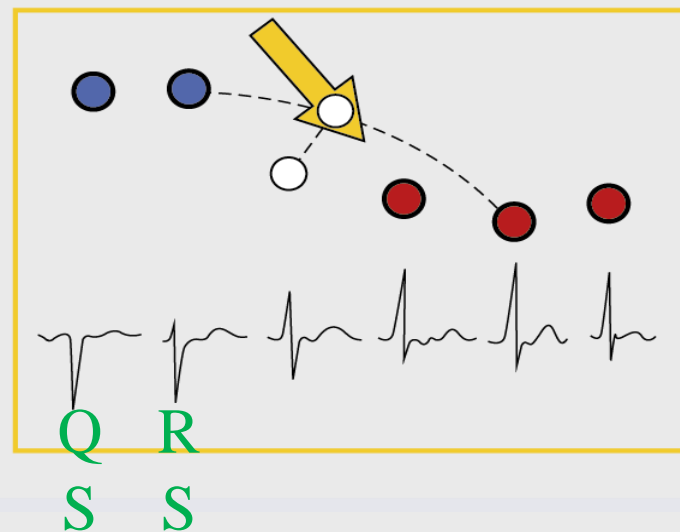
# ELEKTRICKÁ OSA SRDEČNÍ – ve frontální rovině

(R–Q–S) ve svodech I, II, III.



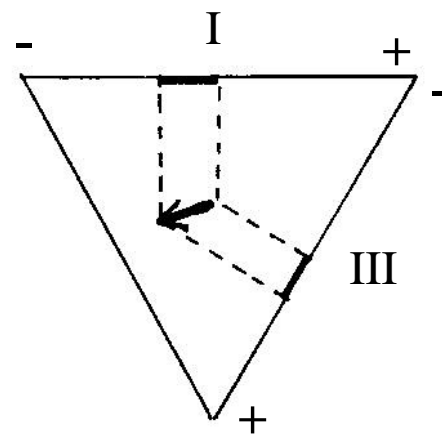
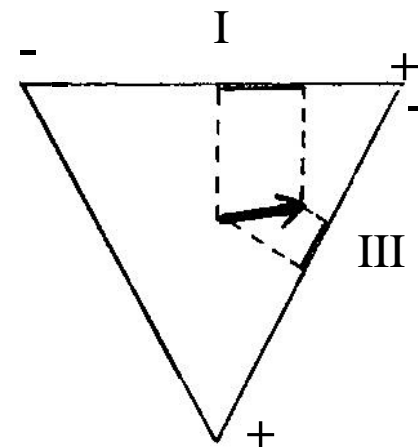
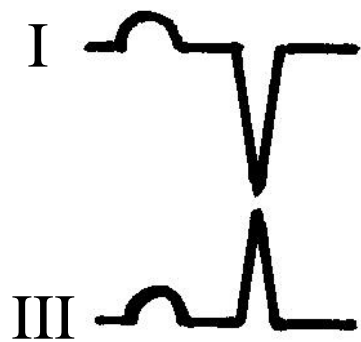
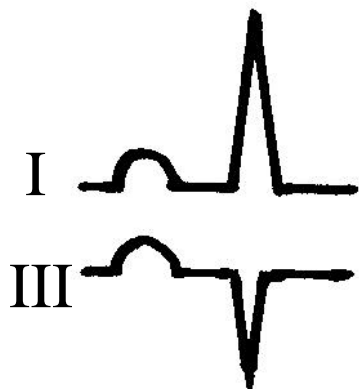
• **rovnostranný**  
Einthovenův  
trojúhelník

Terminologie

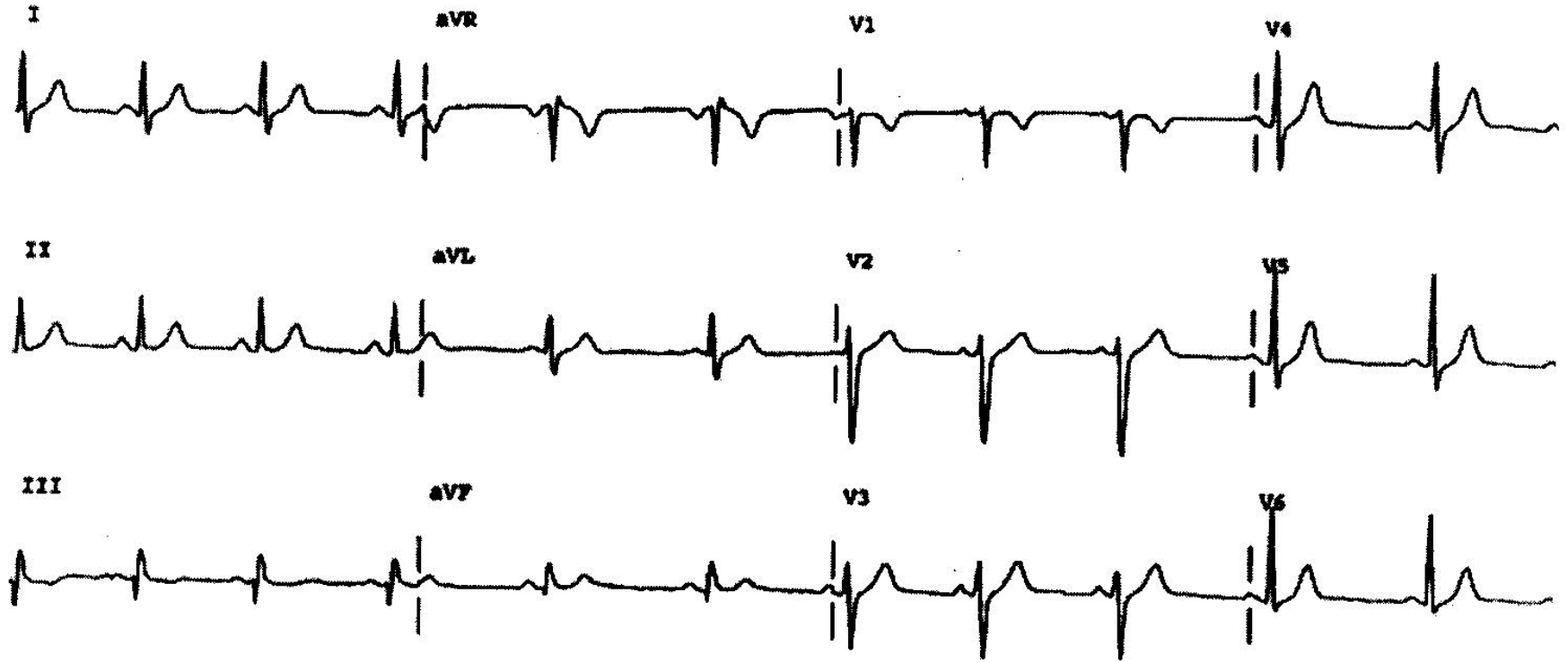




# LEVOTYP, PRAVOTYP

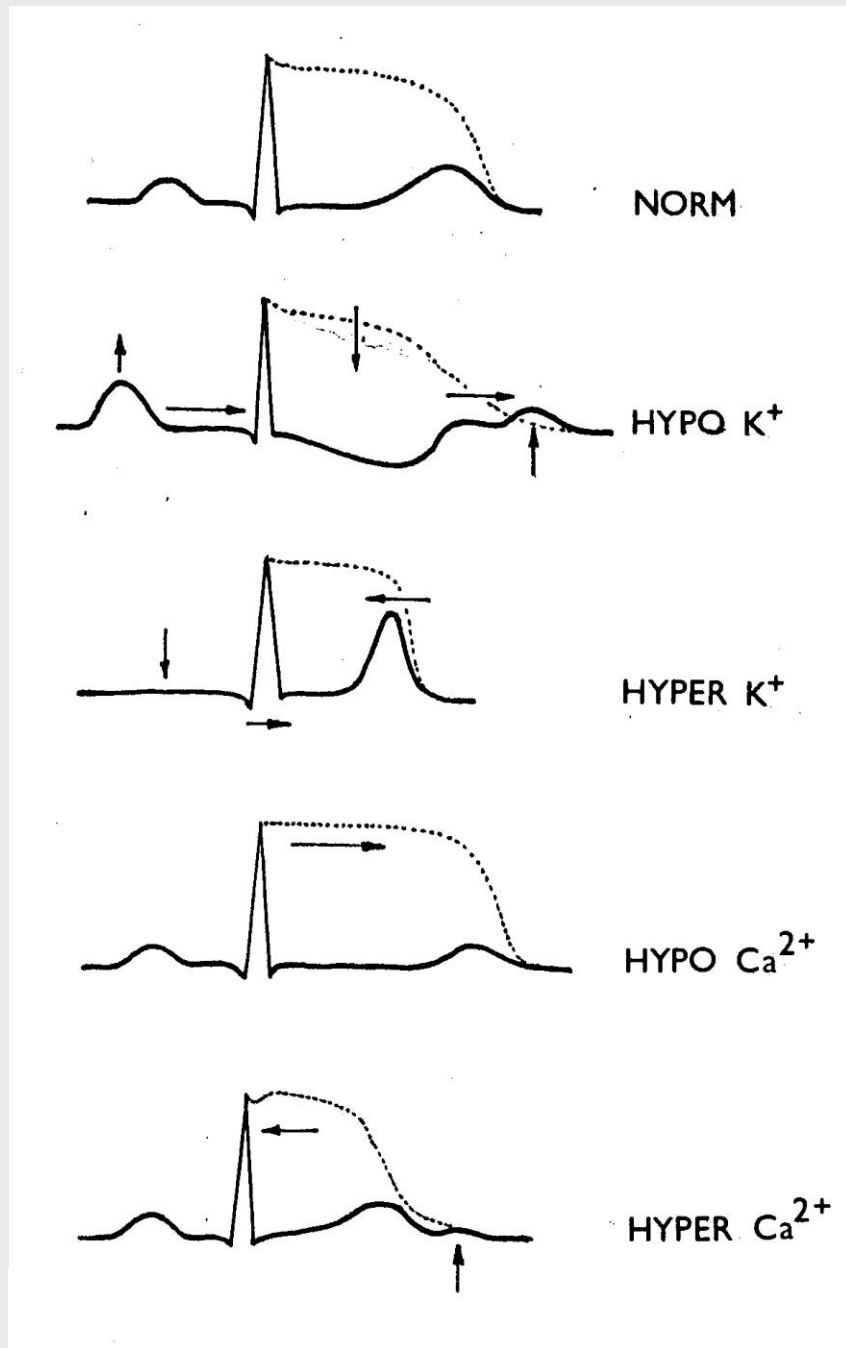
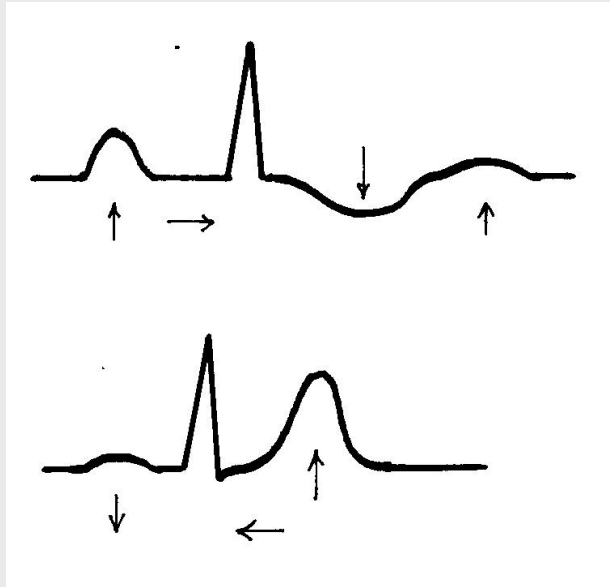


## Normální 12-svodový elektrokardiogram

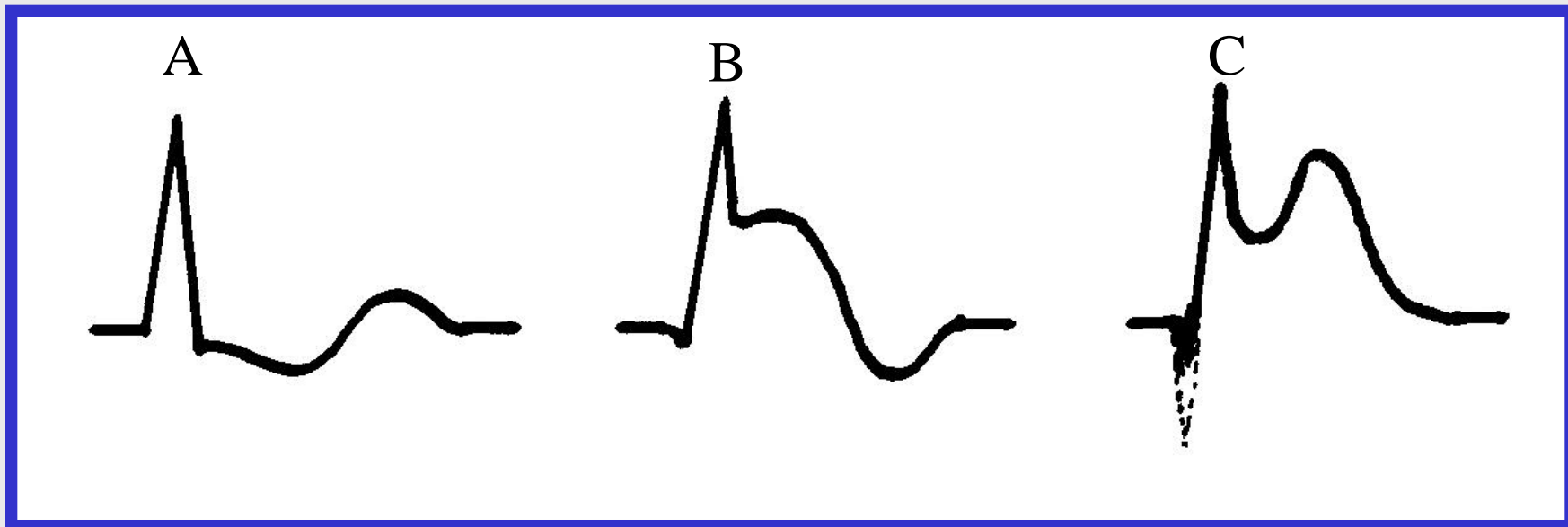


## EKG – informace o:

1. Velikosti a pozici srdce (elektrická osa)
2. Místě původu elektrického impulsu (P, QRS)
3. Vedení (P-Q, QRS)
4. Ústupu podráždění (T)
5. Rytmu (P-P, R-R)
6. Alteracích akčního potenciálu (ST, T)



## OBRAZ SRDEČNÍ ISCHEMIE



A: námahová angina pectoris

B: akutní non-Q infarkt myokardu

C: akutní Q infarkt myokardu

## PORUCHY TVORBY NEBO VEDENÍ VZRUCHU

### RYTMUS:

- Pravidelný: (72/min; 60 – 100/min; **vliv věku**)  
tachykardie (>100/min; **nenámahová**)  
bradykardie (< 60/min; **atletické srdce**)  
náhradní rytmy (junktční < 40/min; komorový ~20/min)
- Nepravidelný:  
sinusová respirační arytmie (**fyziologická**)  
sick sinus syndrom  
extrasystoly (ES) jednotlivé, vázané (bigeminie, trigeminie)  
sinusové, síňové, junktční, komorové

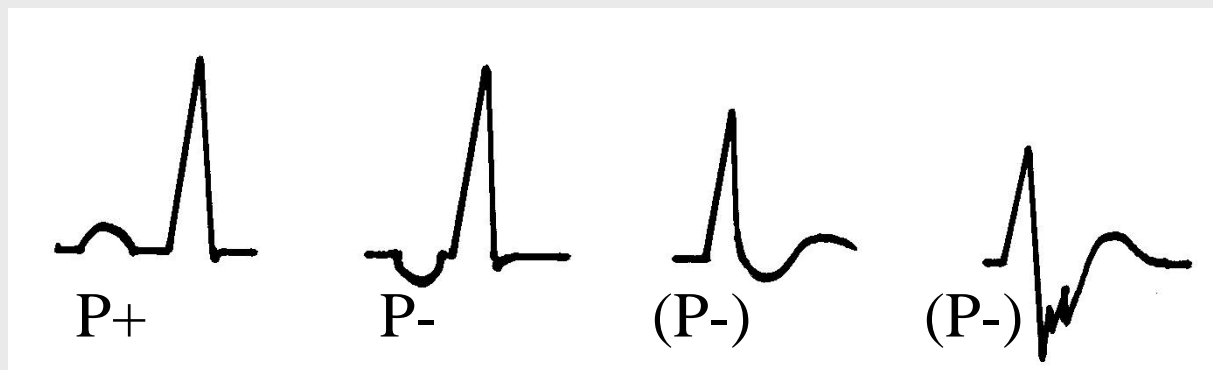
## MÍSTO PŮVODU VZRUCHU

SINUS

SÍNĚ

JUNKCE

KOMORY



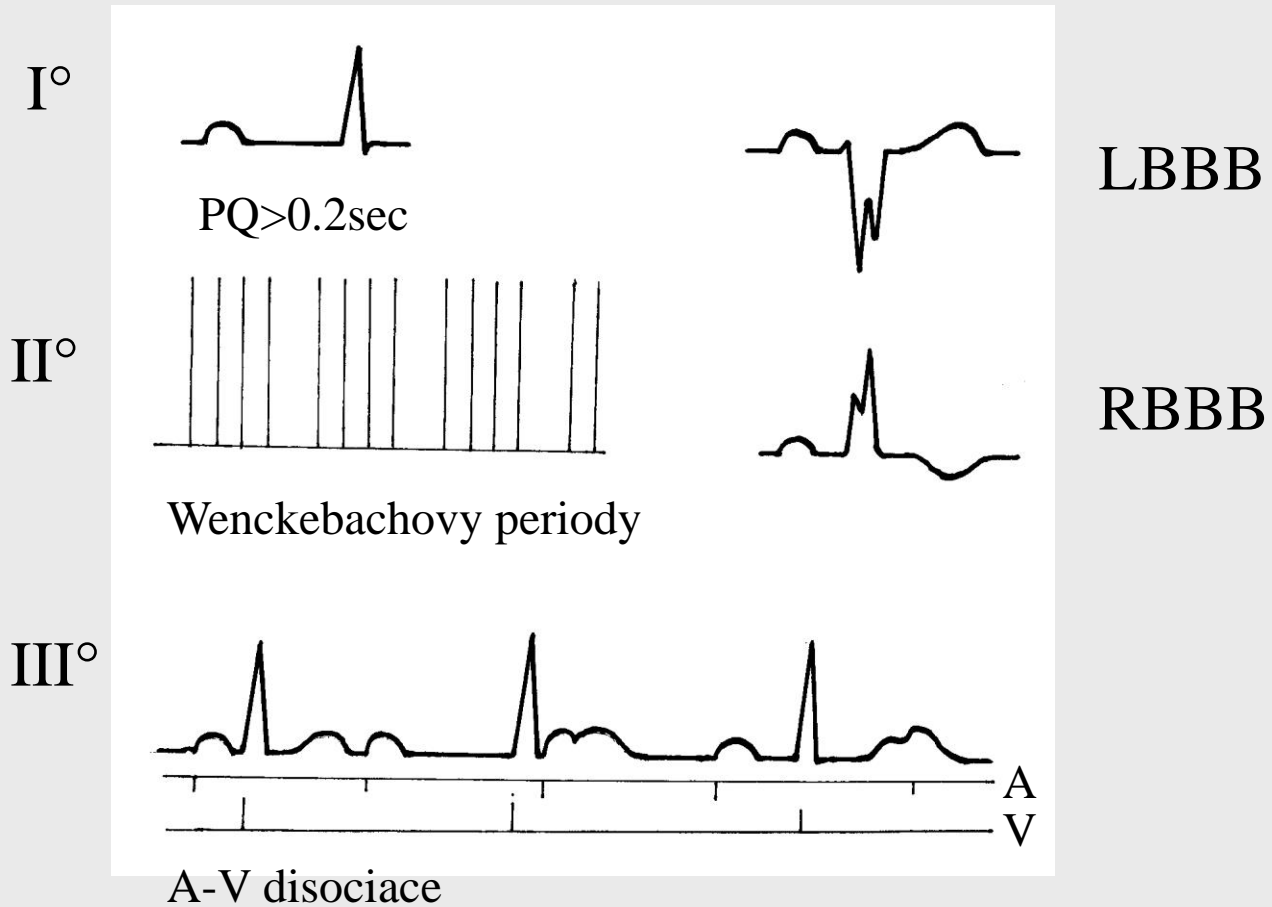
- Polarita vlny P

- Interval PQ (QP)

(normální interval PQ: 0,12 – 0,2 s)

# BLOKÁDY

- SICK SINUS SYNDROM
- AV BLOKÁDY



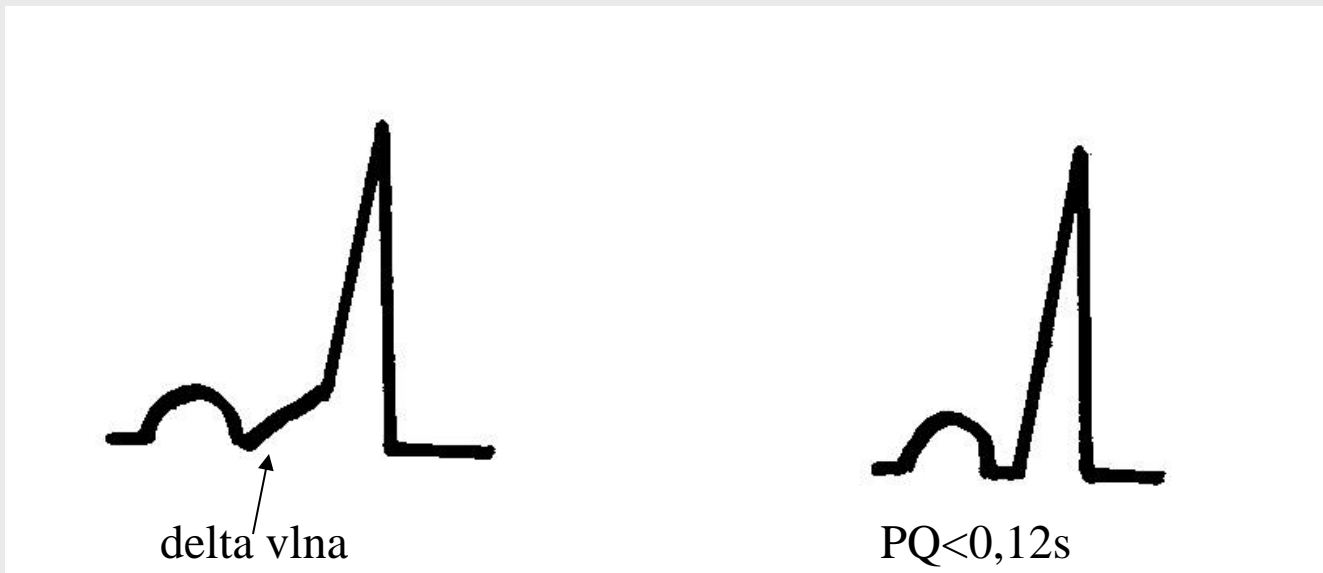
- BLOKÁDA TAWAROVA RAMÉNKA (BBB)



# PREEXCITACE

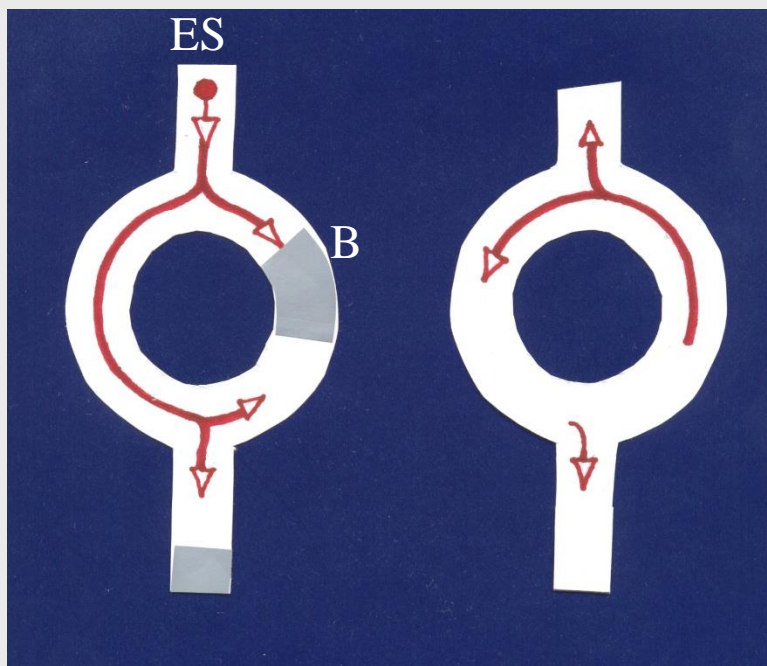
AV uzel je „obcházen“, rychlé vedení

- „krátký nodus“
- Wolf-Parkinson-Whiteův syndrom (WPW) – náchylné k paroxysmální tachykardii – viz. re-entry



# REENTRY

Společný mechanismus (paroxysmálních) tachykardií, extrasystol, bigeminií, apod.



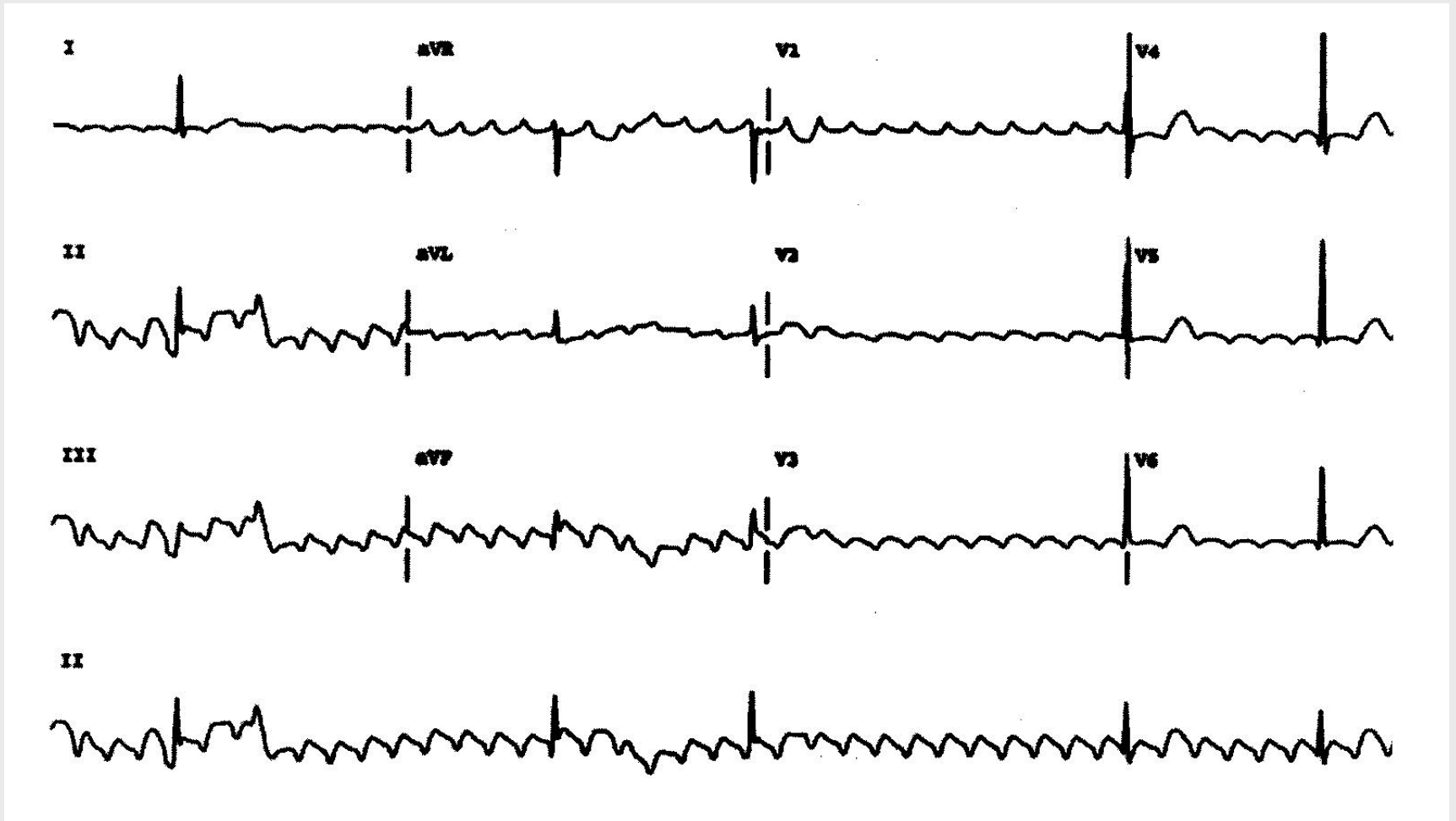
- **Dvojí dráha**  
Divergence a konvergence excitačních cest
- **Jednosměrný blok**
  1. Dlouhá refrakterní perioda
  2. Zpomalené vedení
- **Krouživý vzruch**

- Smyčky nejčastěji na úrovni AV junkce
- Determinanty re-entry:
  1. Určitý rozsah (velikost) smyčky
  2. Určité načasování spouštěcí ES

# TACHYARYTMIE

- **SINUSOVÁ TACHYKARDIE**
- **PAROXYSMÁLNÍ TACHYKARDIE** (supraventrikulární, komorové)
- **FLUTTER** (>250/min; síňový)
- **FIBRILACE** (>600/min; síňová, komorová; zhroucení elektrické homogeneity)

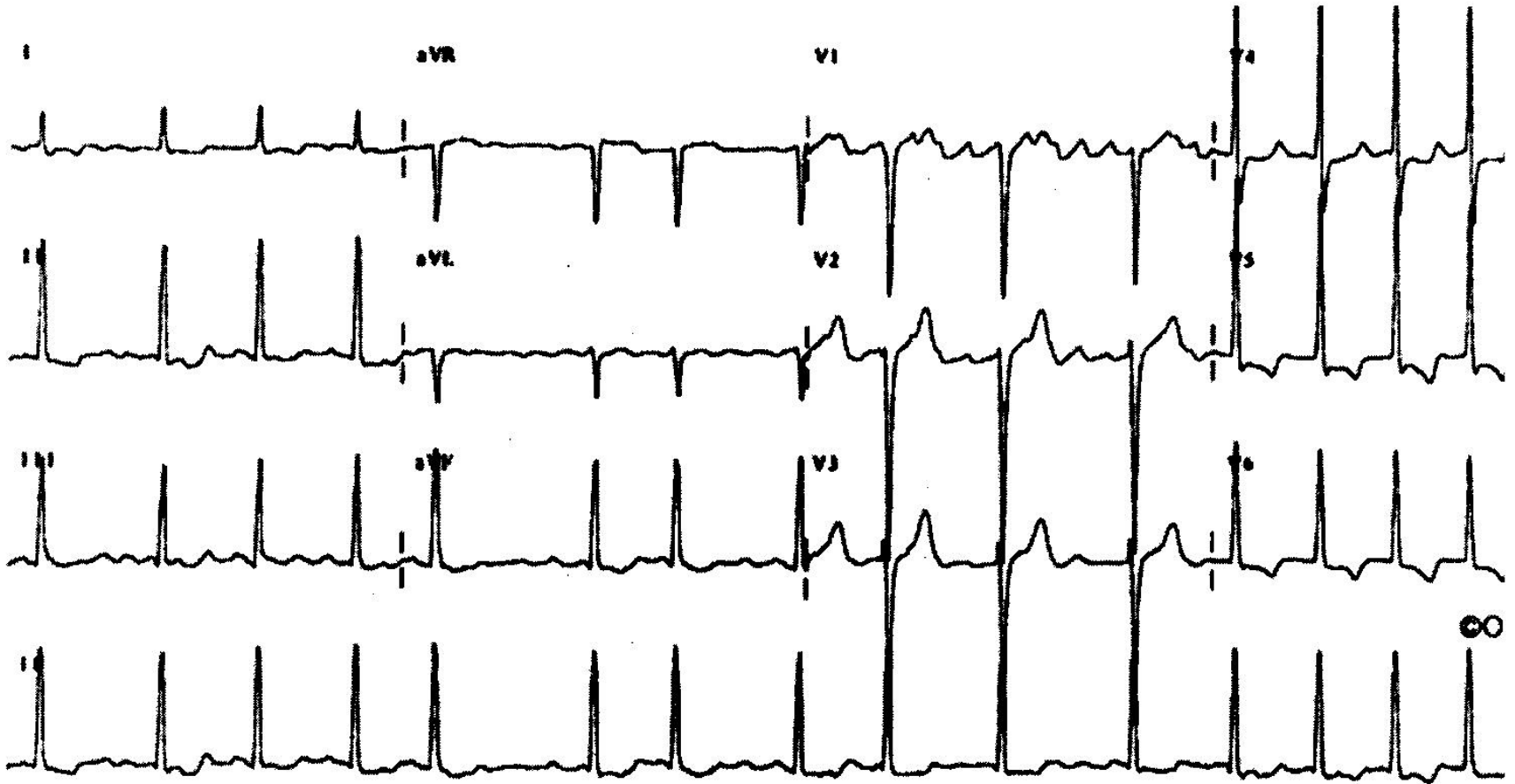
# SÍŇOVÝ FLUTTER (kmitání)



Frekvence 250 – 600/min

Síňokomorová blokáda n:1

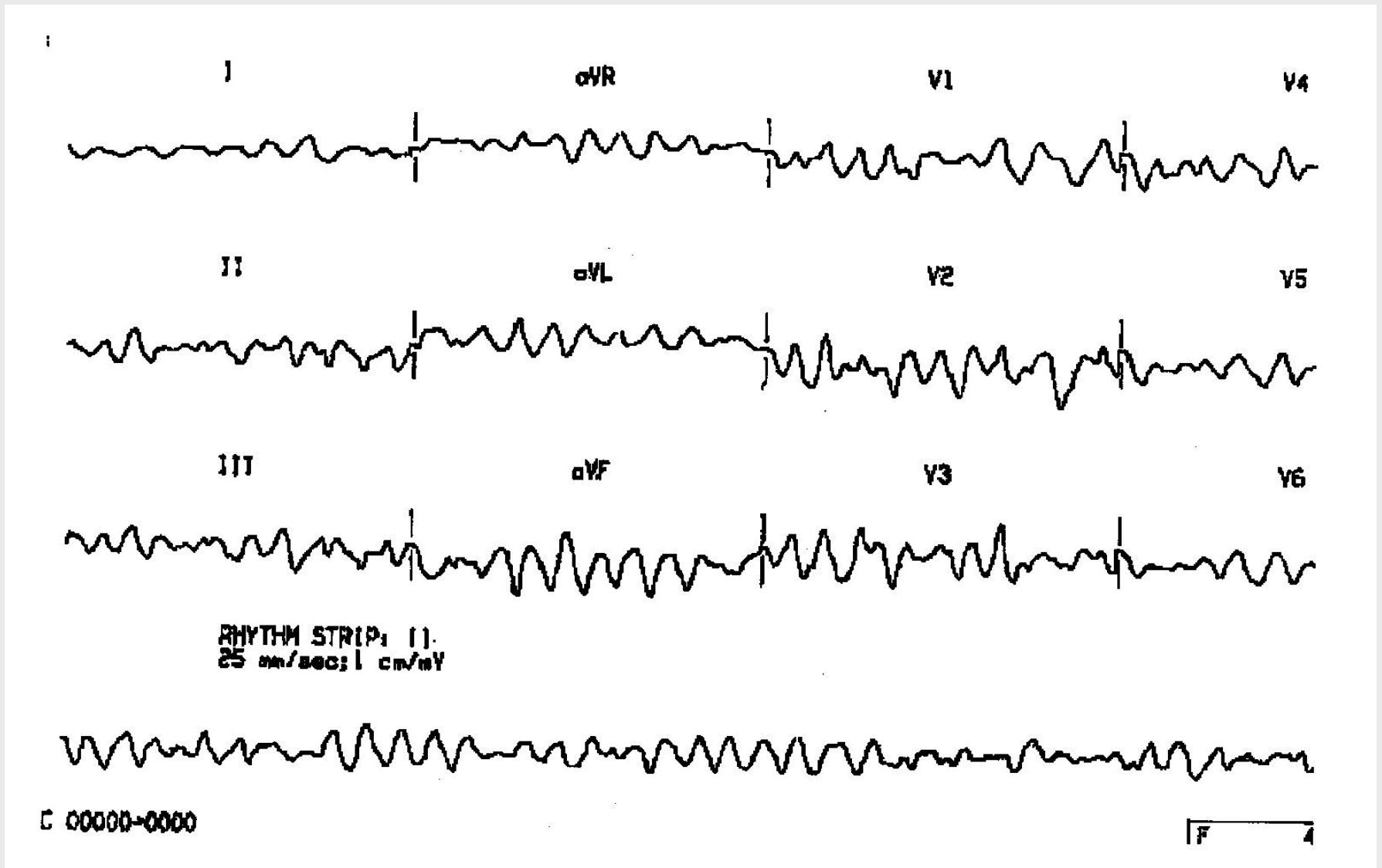
# SÍŇOVÁ FIBRILACE (míhání)



Nepravidelný komorový rytmus

+ f-vlnky

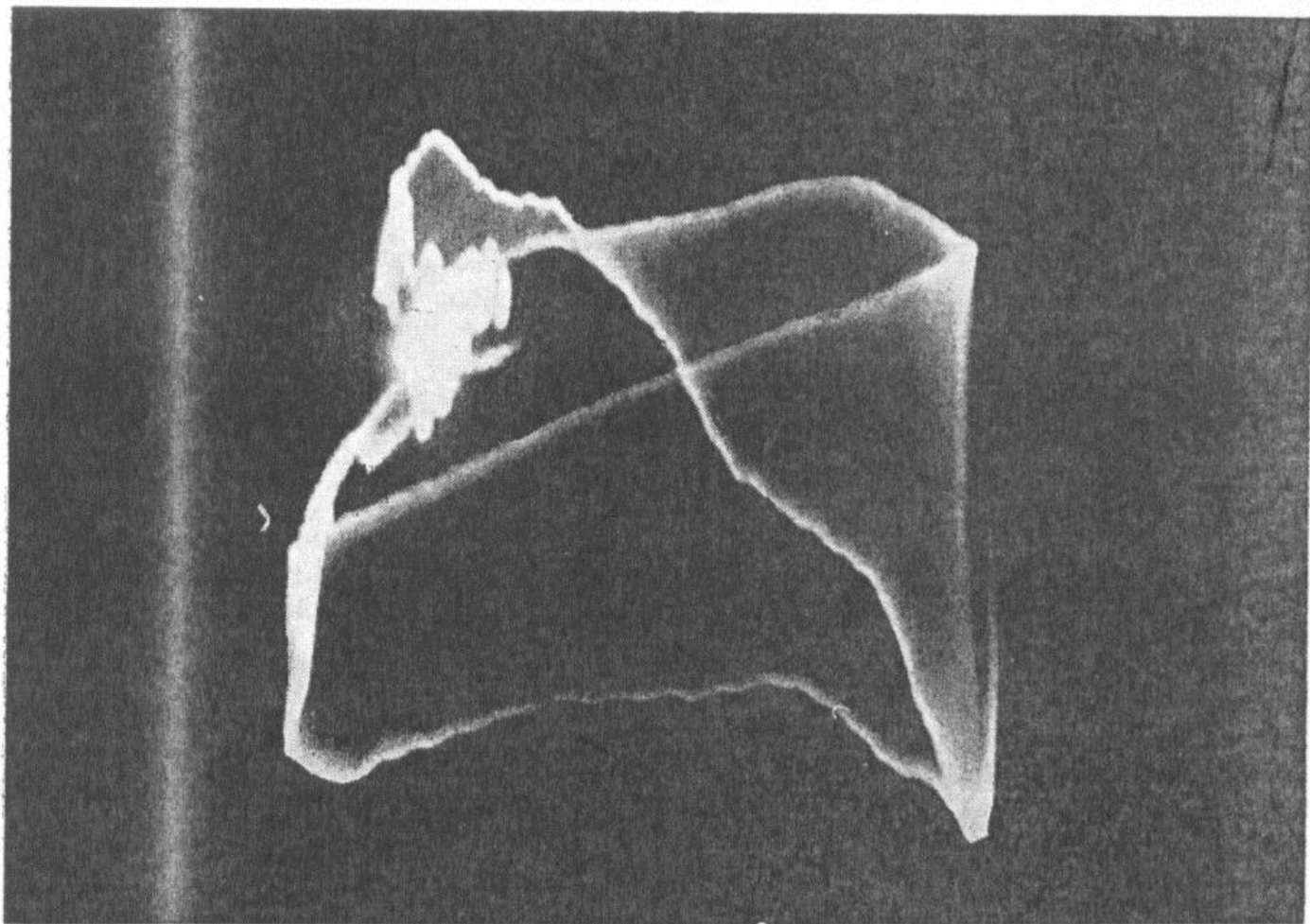
# KOMOROVÁ FIBRILACE (míhání)



Frekvence nad 600/min

# ANTIARYTMIKA

- BLOKÁTORY Na KANÁLU – prodlužují inaktivaci  $I_{Na}$ , tj. refrakteritu, „zruší“ rychlé cesty
- BLOKÁTORY Ca KANÁLU – „zruší“ rychlé cesty
- BLOKÁTORY K KANÁLU – prodlužují refrakterní periodu
- $\beta$ -SYMPATOLYTIKA – zpomalují srdeční frekvenci



V. Spaciokardiogram zdravého člověka.