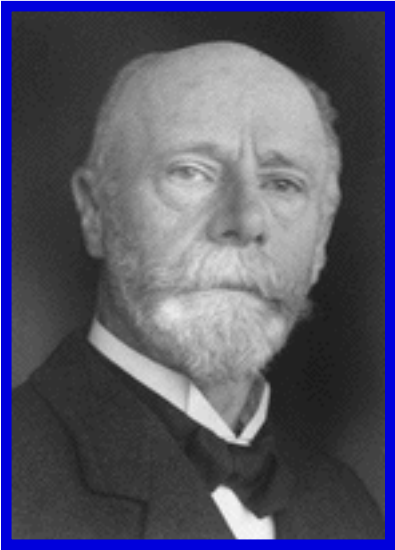


**MUNI**  
**MED**

**ELEKTROKARDIOGRAFIE.**

**ARYTMIE.**

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



**1893** Einthoven zavádí termín „elektrokardiogram“

**1895** Einthoven popisuje pět výchylek - P, Q, R, S a T

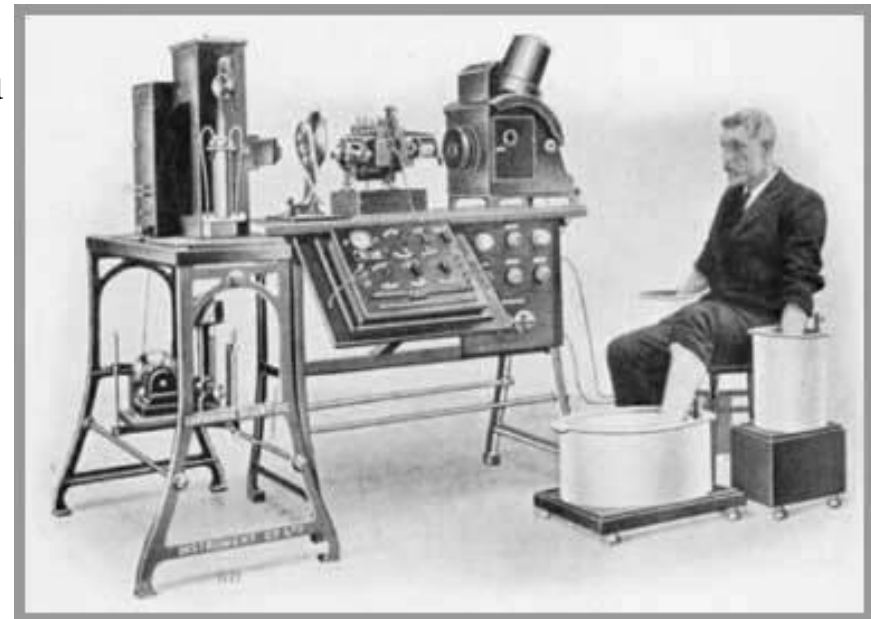
**1902** Einthoven publikuje první elektrokardiogram

**1905** Einthoven přenáší elektrokardiogramy z nemocnice do své laboratoře (1.5 km) přes telefonní kabel

**1924** Einthoven získává Nobelovu cenu

**Willem Einthoven**

1860 - 1927



**MUNI  
MED**

## EKG křivka poskytuje informace o:

**1. Frekvence** (změny SF v SA uzlu, respirační „arytmie“, sick sinus syndrom)

**2. Vedení** (blokády – SA, AV)

**3. Rytmus** (ES – supraventrikulární, komorové)

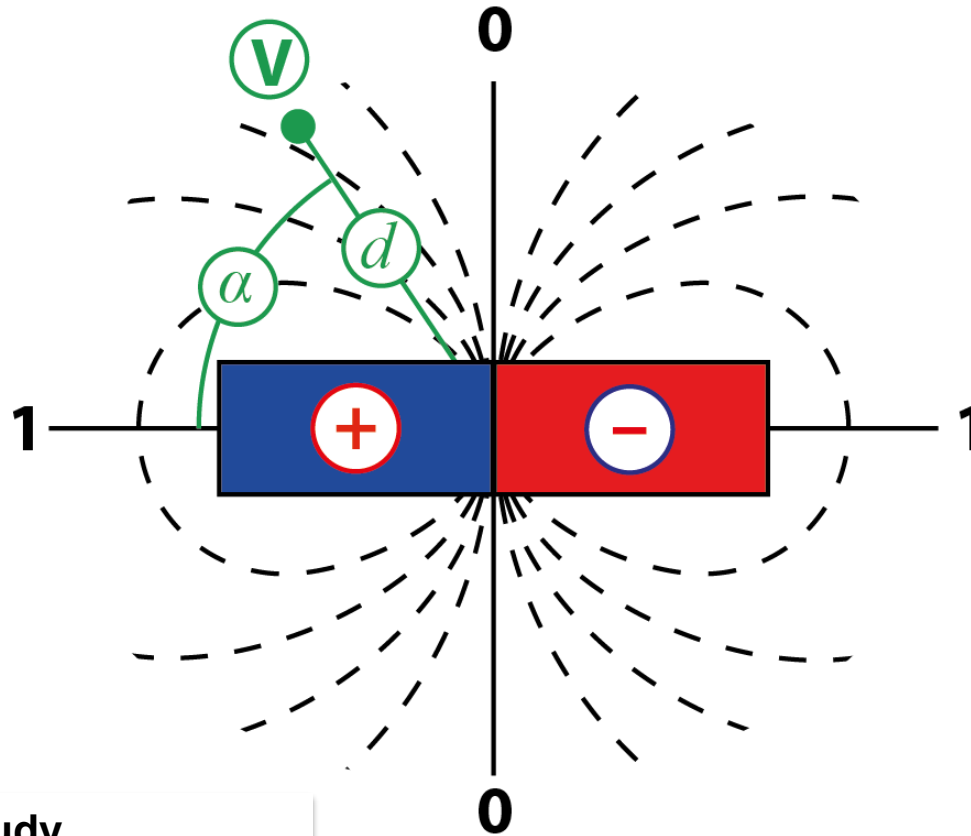
**4. Komorový gradient** (vztah mezi depolarizací a repolarizací:

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 myokardem

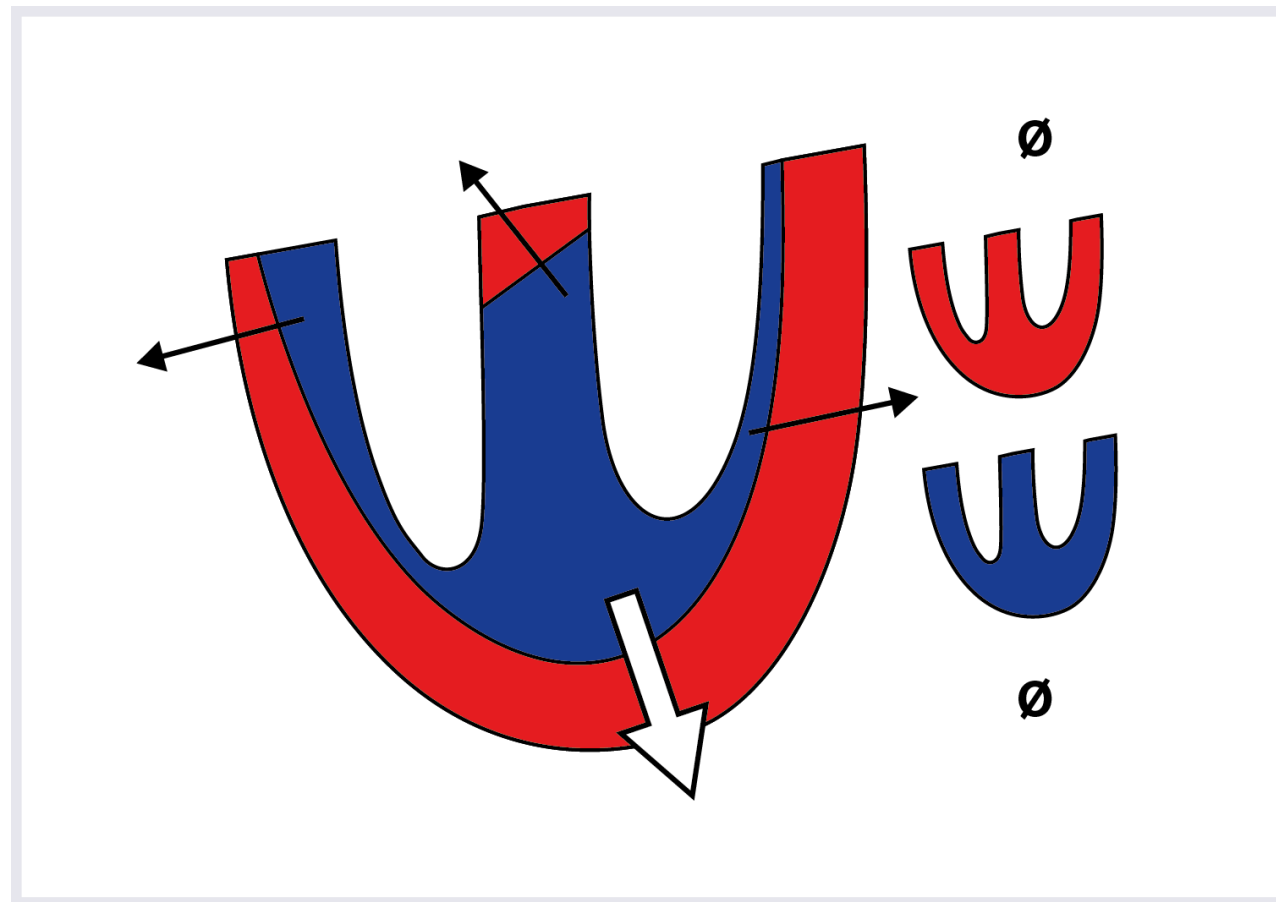
## ELEKTRICKÉ SRDEČNÍ POLE (vektor)

- 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:

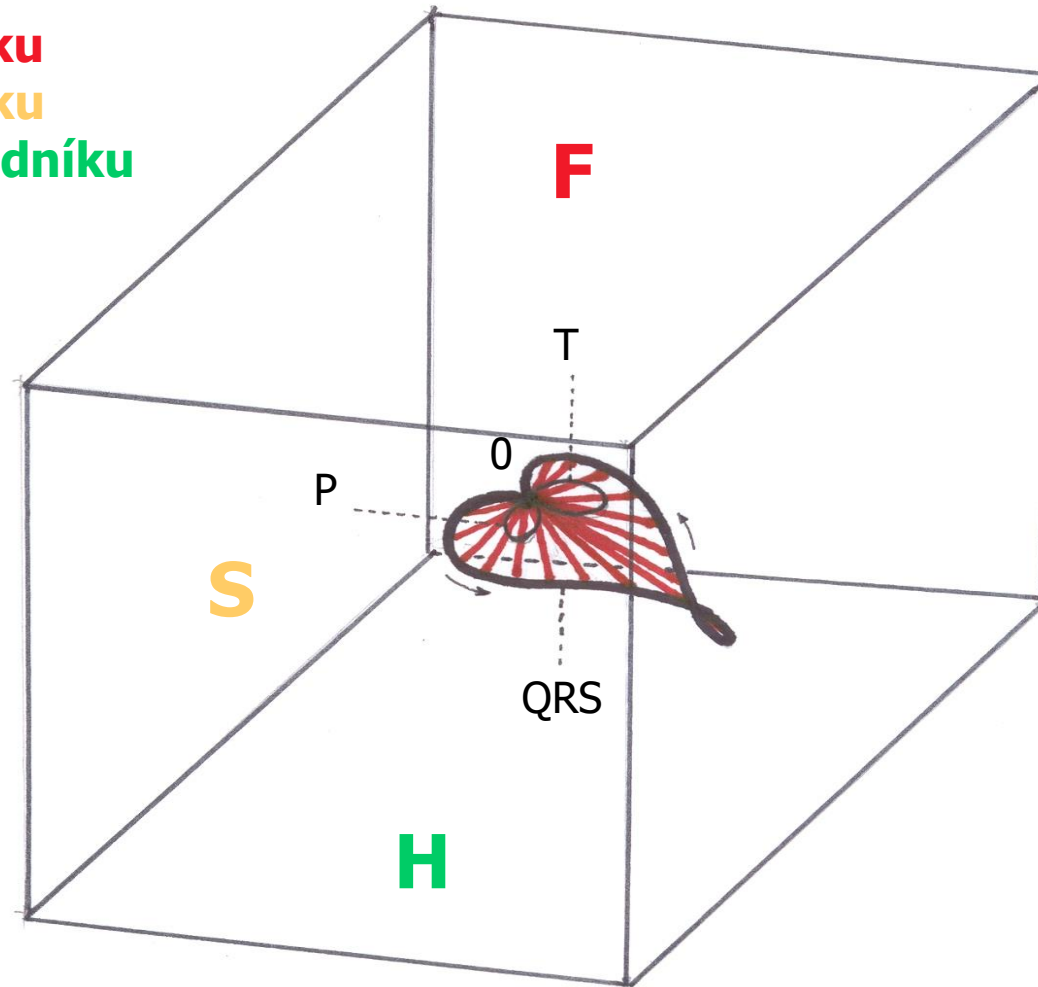
- velikost okamžitých dipólů
- jejich směr
- šíří se na povrch těla – zde lze změny registrovat, např. EKG



# 3D SMYČKY SRDEČNÍHO VEKTORU

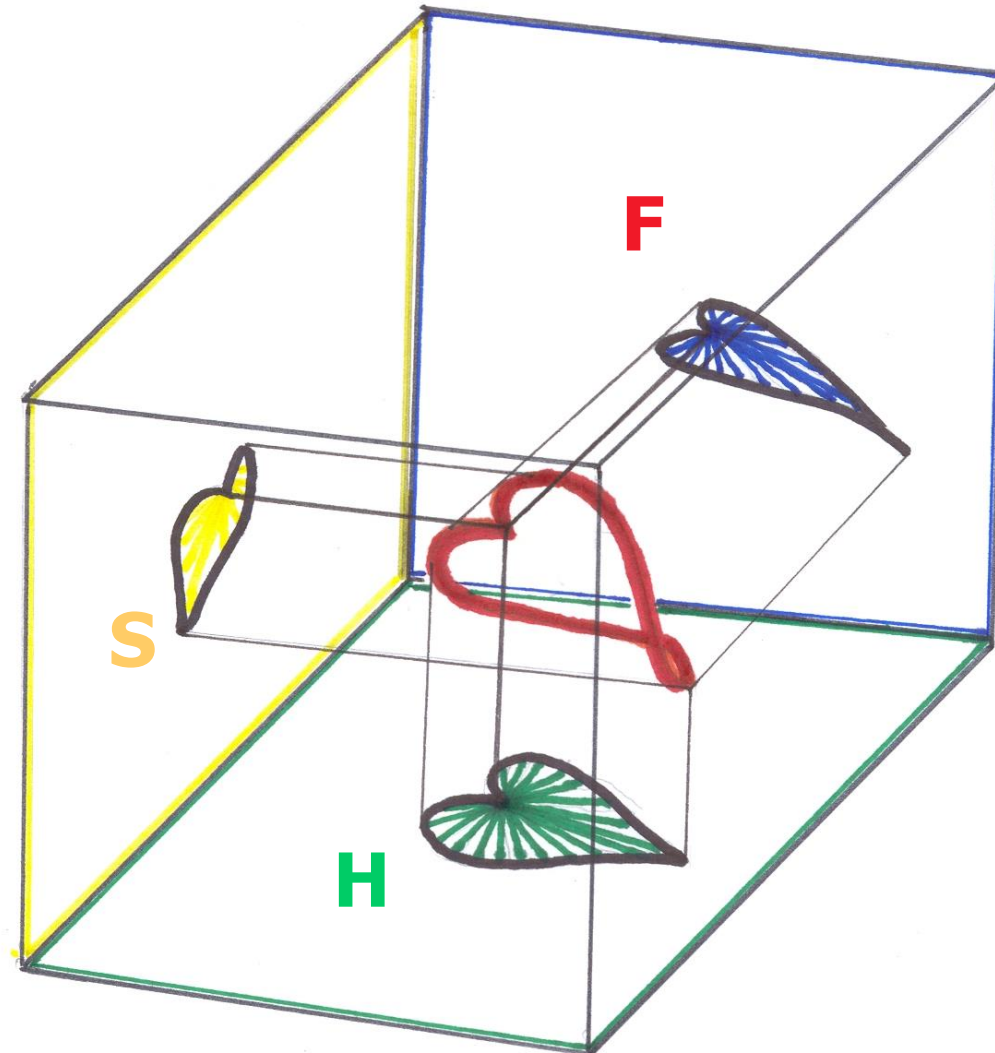
**F** – frontální rovina hrudníku  
**S** – sagitální rovina hrudníku  
**H** – horizontální rovina hrudníku

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



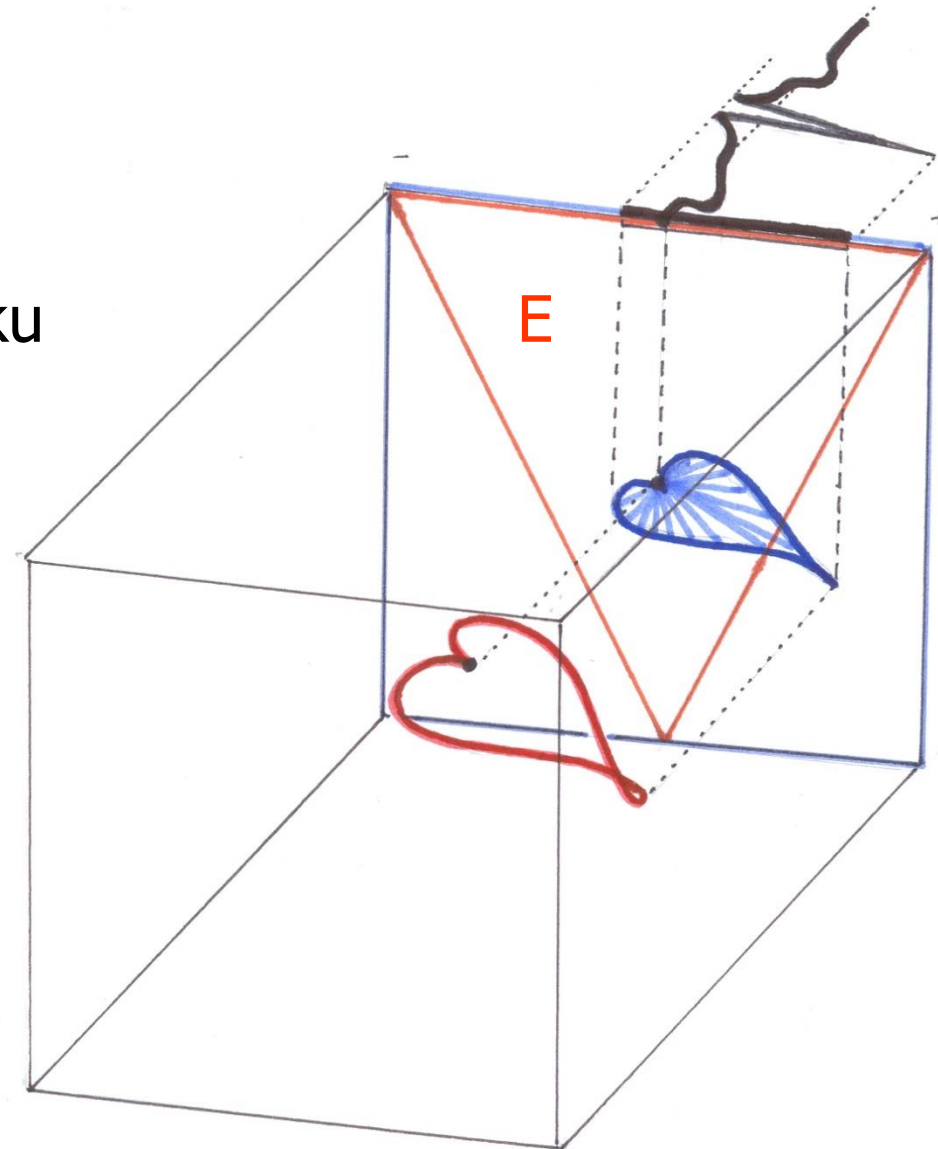
# 1D PROJEKCE HLAVNÍHO SRDEČNÍHO VEKTORU

Projekce na povrch hrudníku  
do frontální roviny (2D)

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

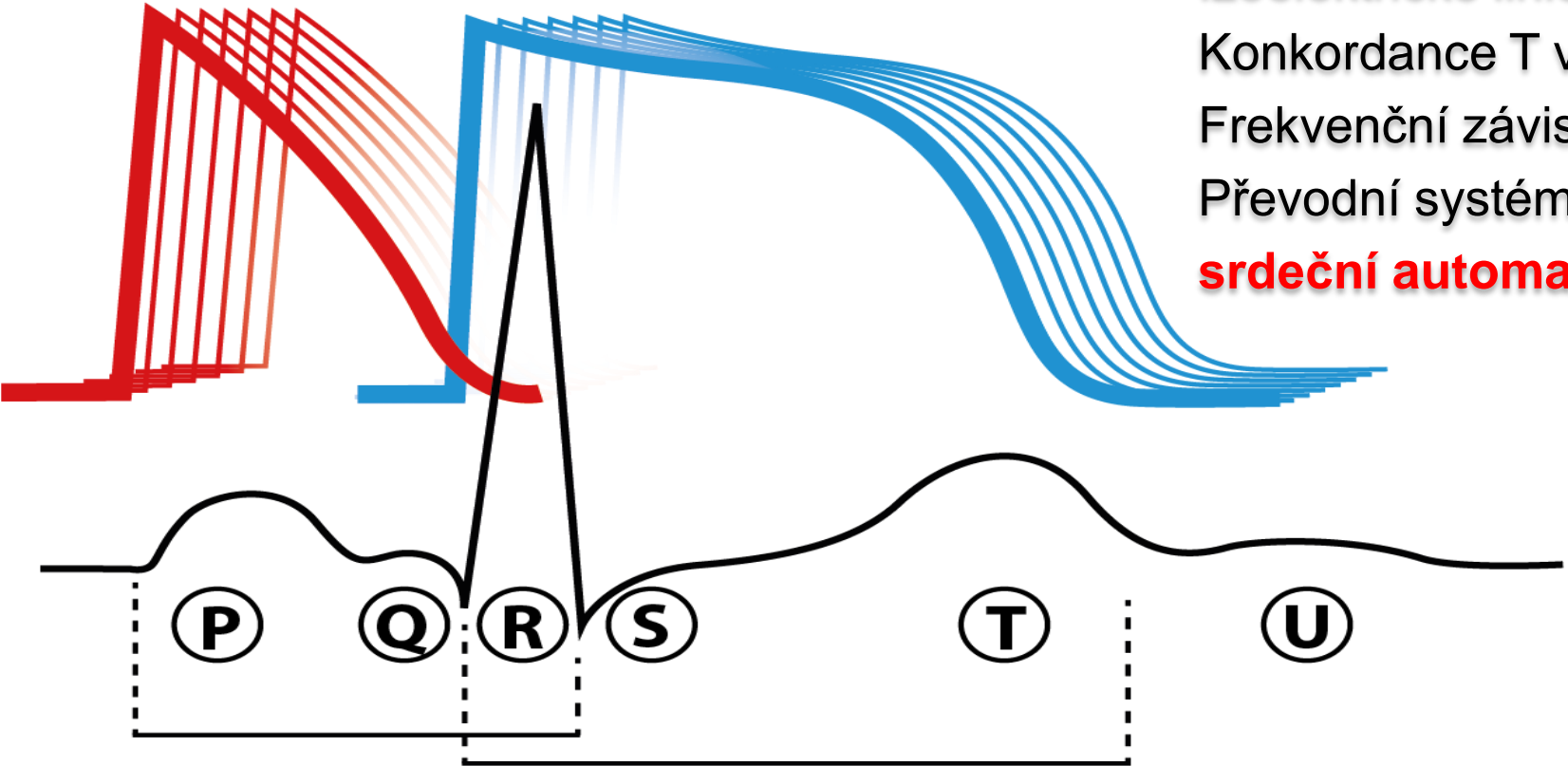
**rozepsaná v čase**

E – Einthovenův trojúhelník





Izoelektrické linie  
Konkordance T vlny  
Frekvenční závislost  
Převodní systém – **gradient**  
**srdeční automacie**



PQ interval  
0,16

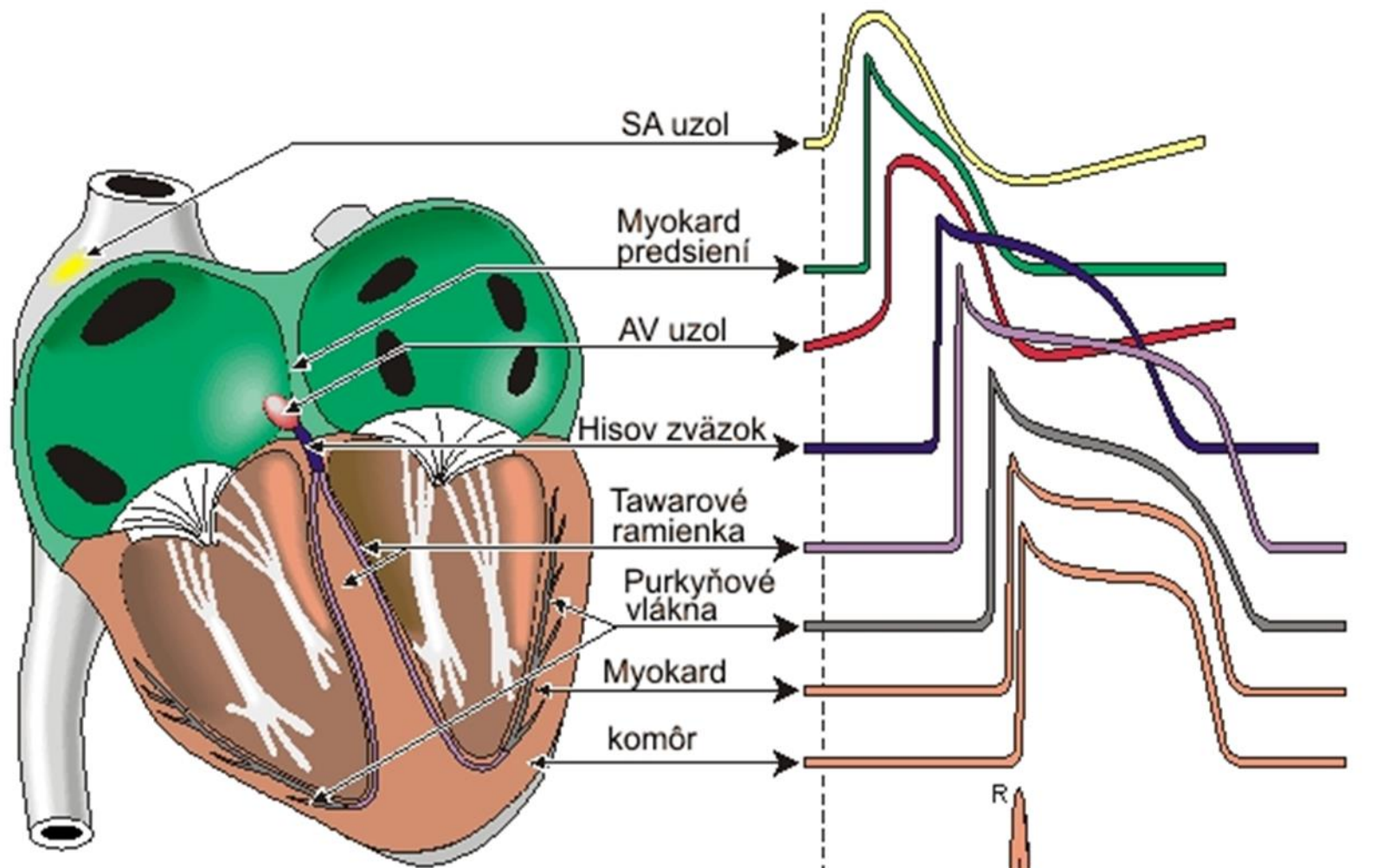
QRS  
0,1

QT  
0,3

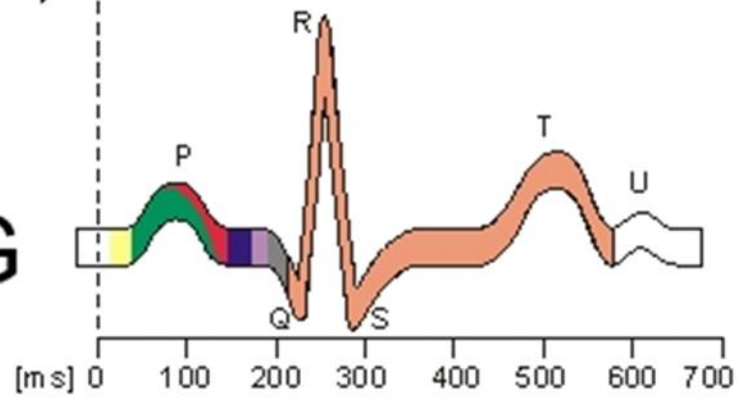
**Síňová depolarizace**

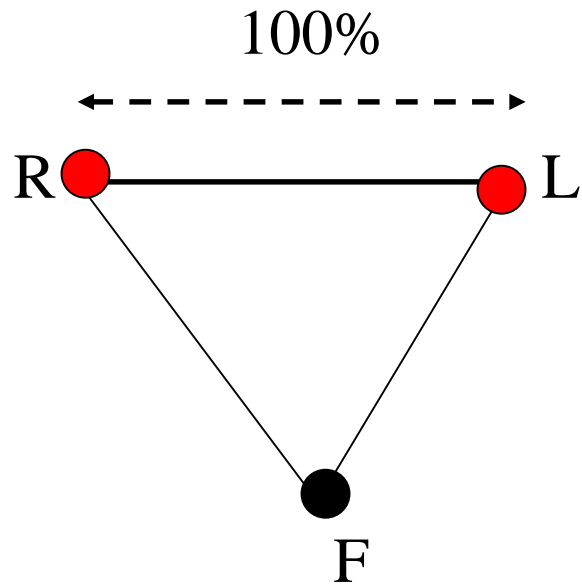
**Komorový komplex**  
(depolarizace) (repolarizace)

**závislost na SF**



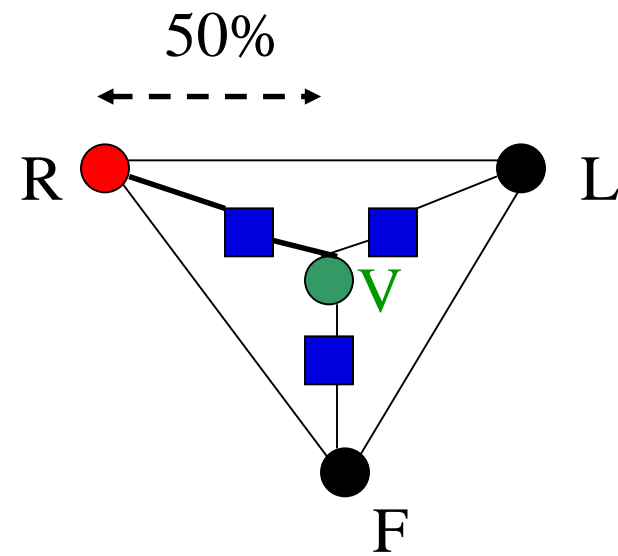
EKG



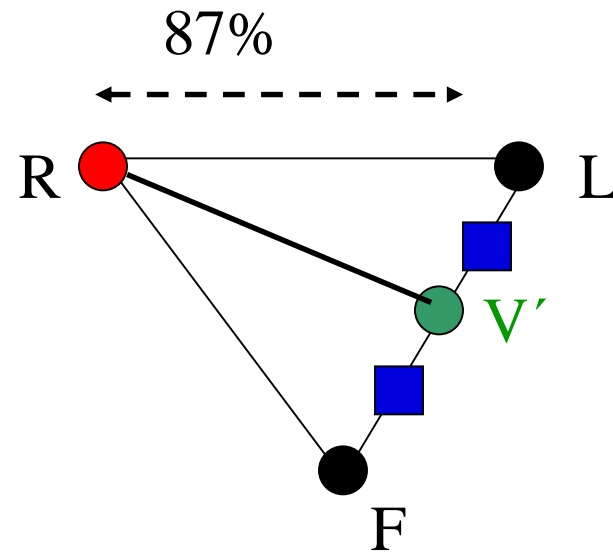


Einthoven, 1913

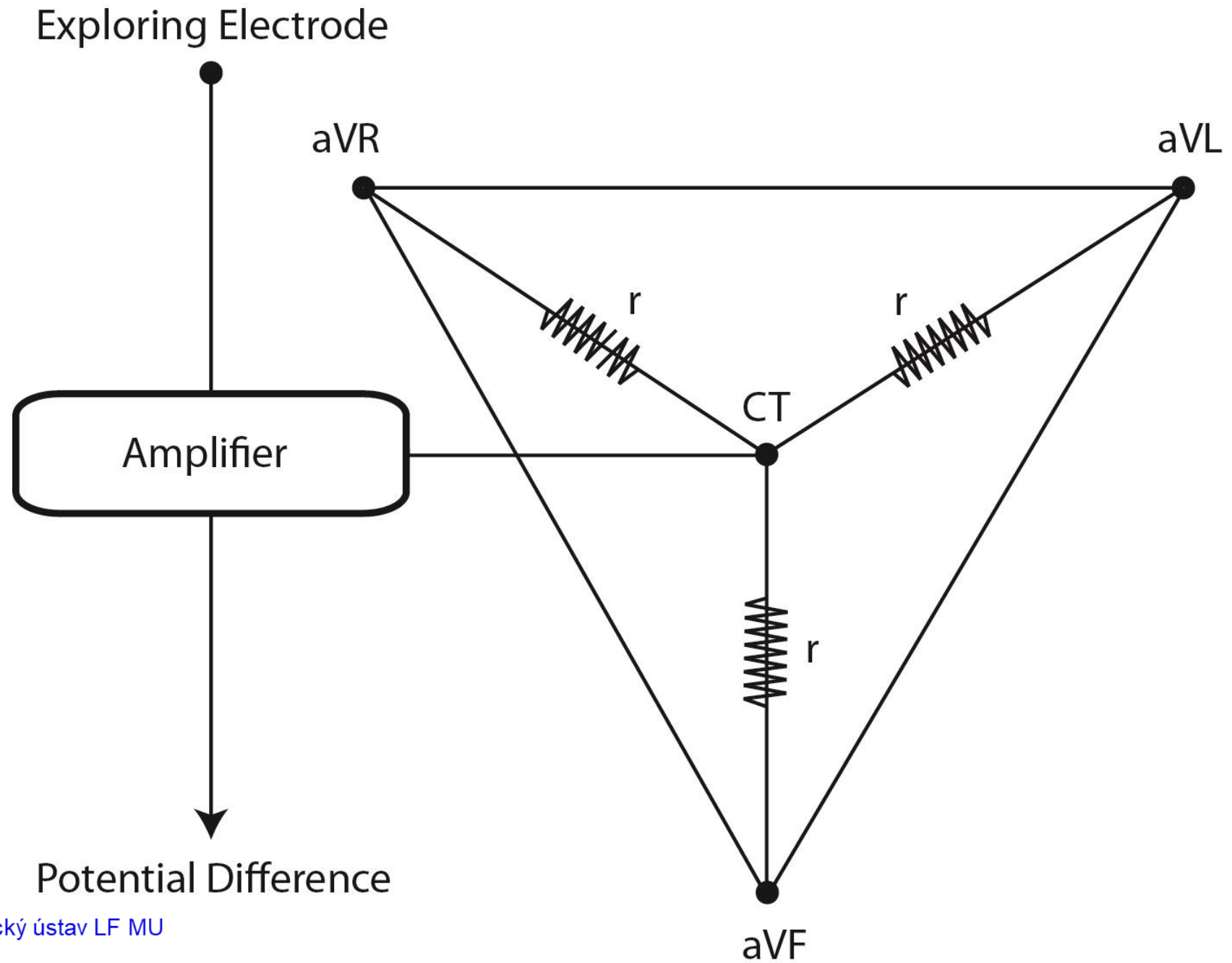
I, II, III



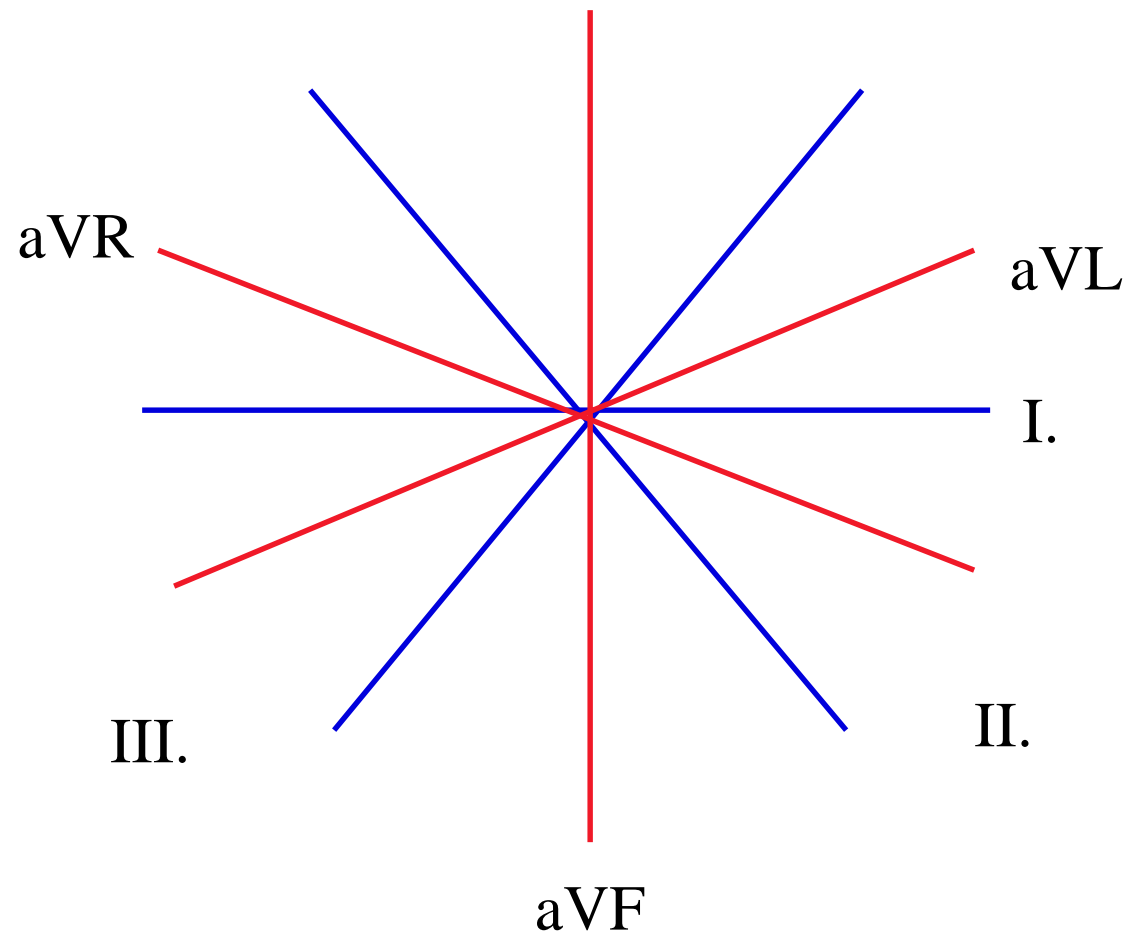
Wilson, 1934, VR, VL, VF

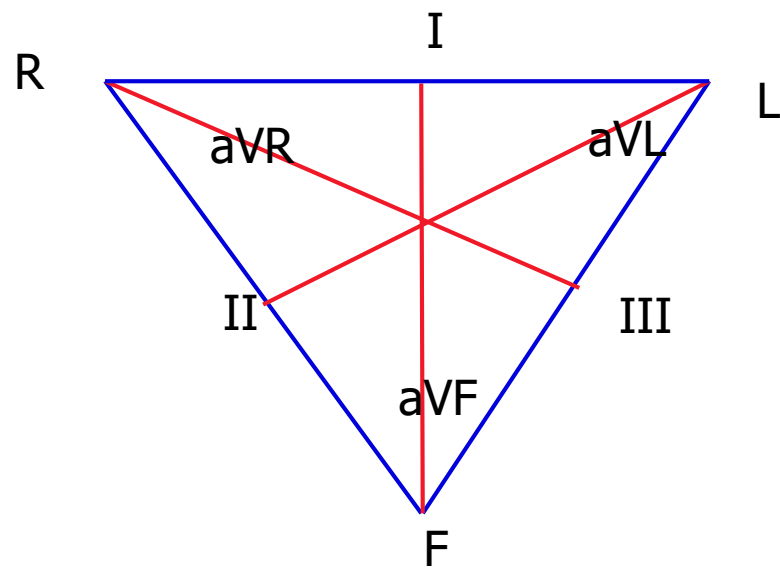


Goldberger, 1947, aVR, aVL, aVF

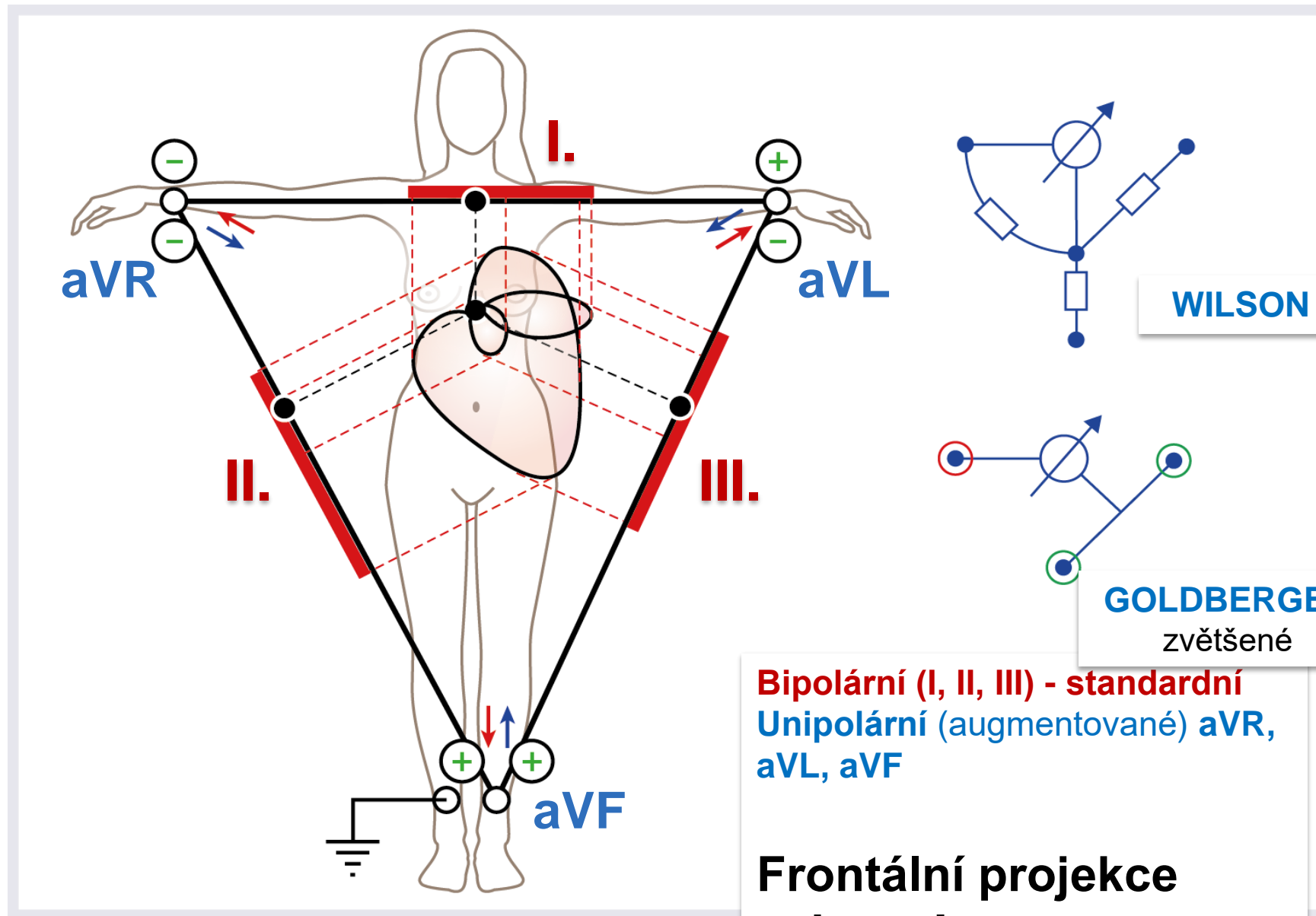


# HEXAAXIÁLNÍ SYSTÉM (RŮŽICE)

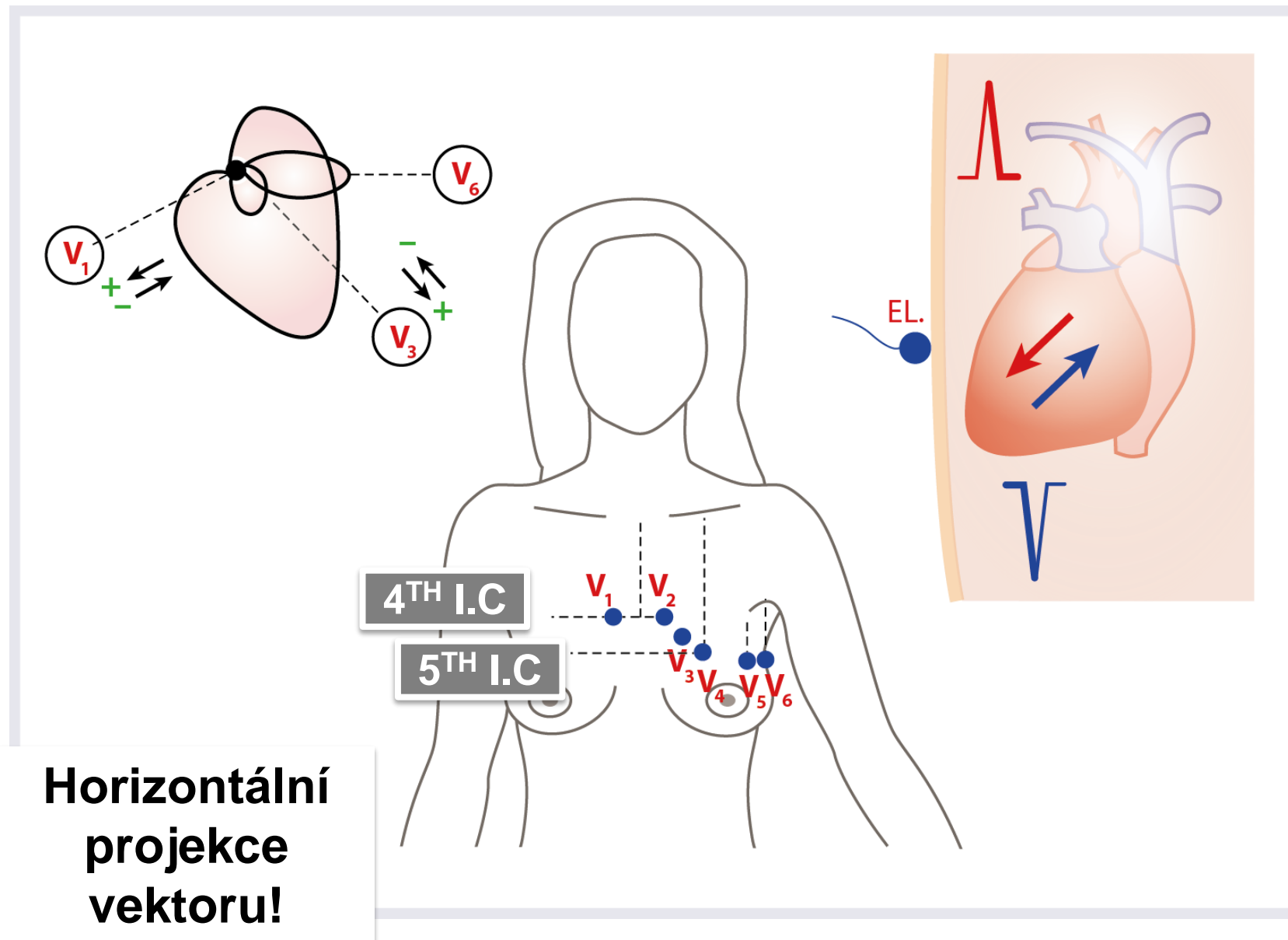




# KONČETINOVÉ SVODY



# HRUDNÍ SVODY





# PROJEKČNÍ ROVINY HLAVNÍHO SRDEČNÍHO VEKTORU A EKG SVODY

## Frontální rovina

končetinové svody

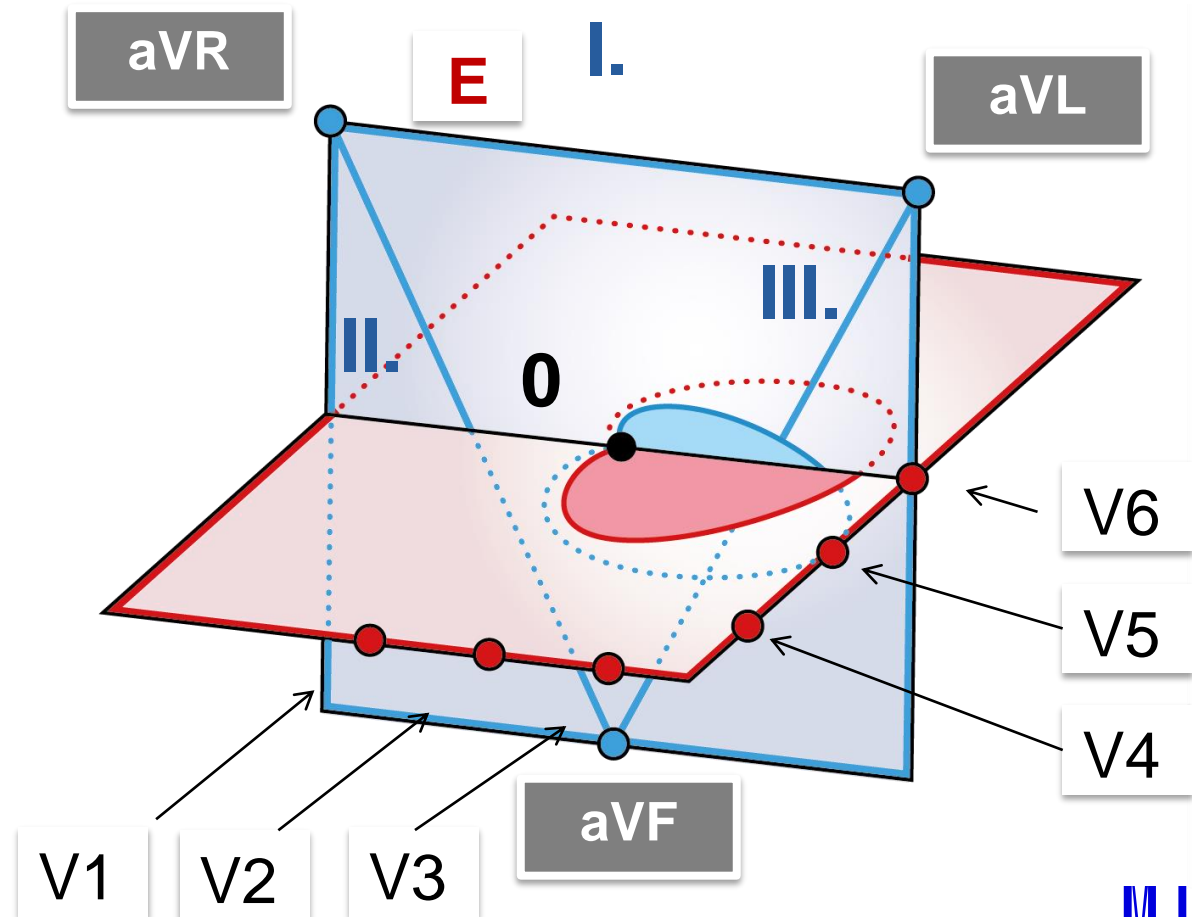
I., II., III., aVR, aVL, aVF

## Horizontální rovina

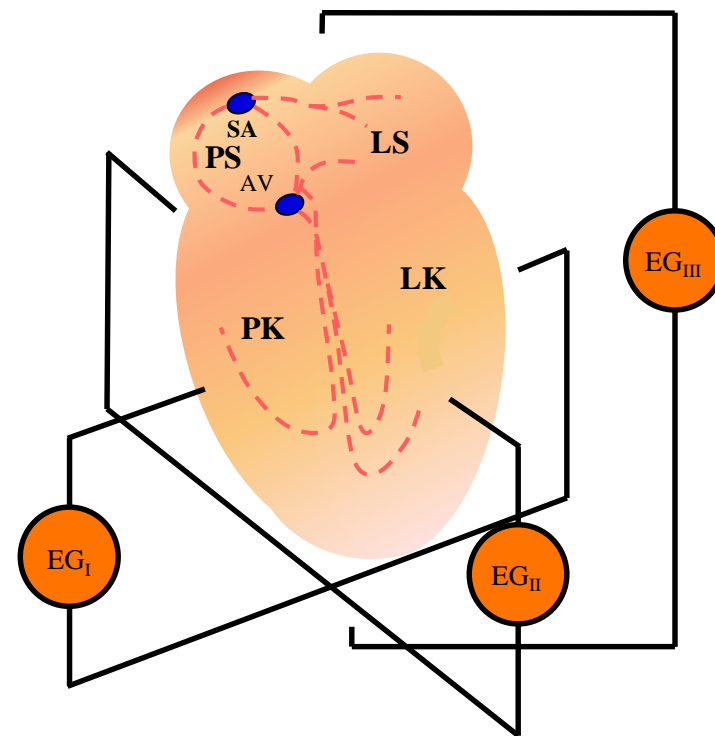
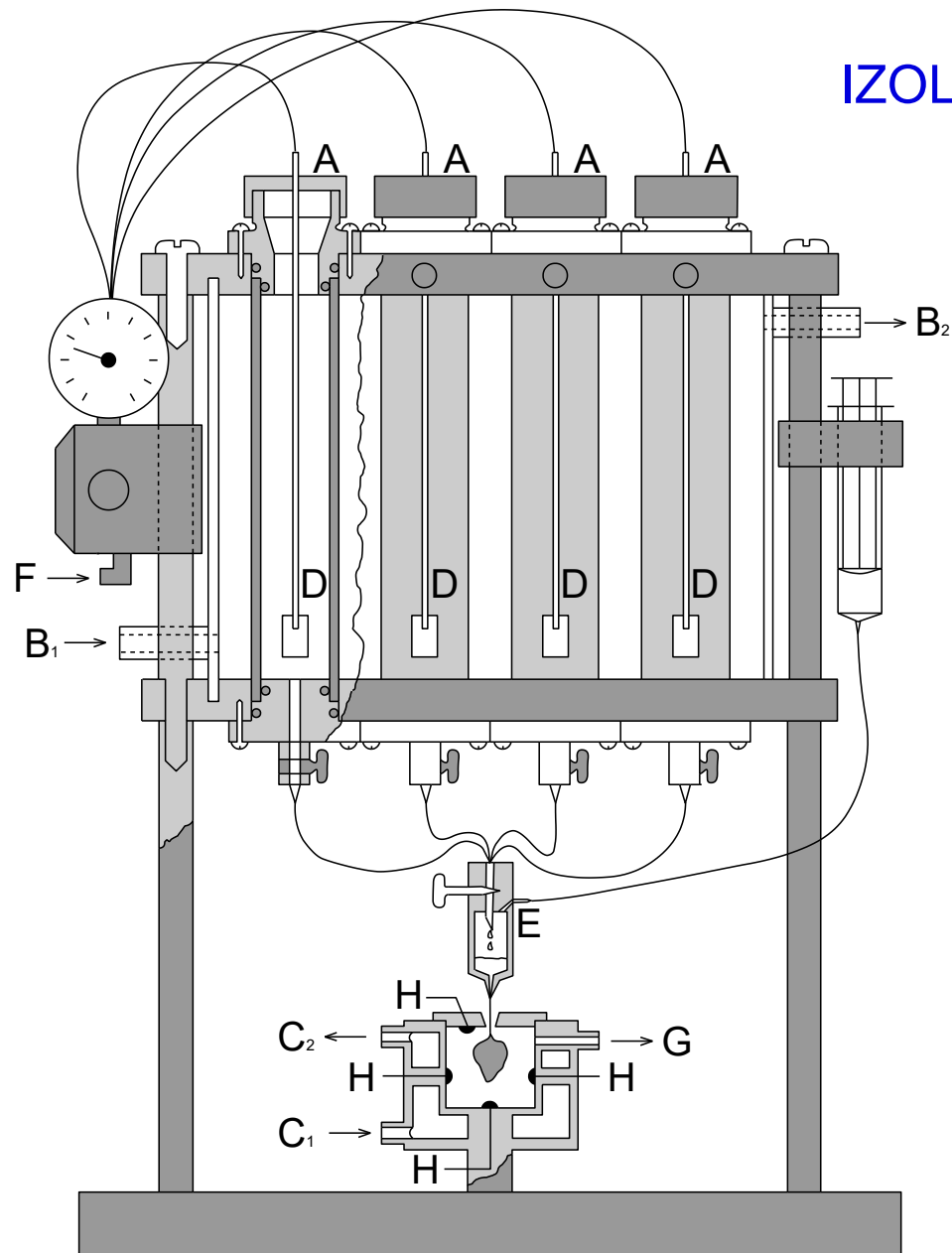
V1 – V6

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

**E – Einthovenův trojúhelník**



# IZOLOVANÉ SRDCE dle Langendorffa

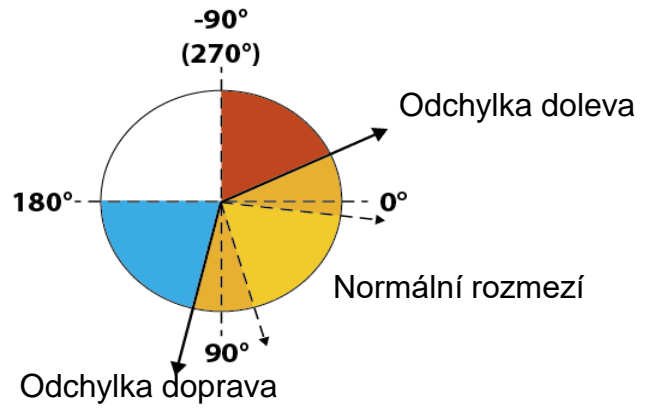
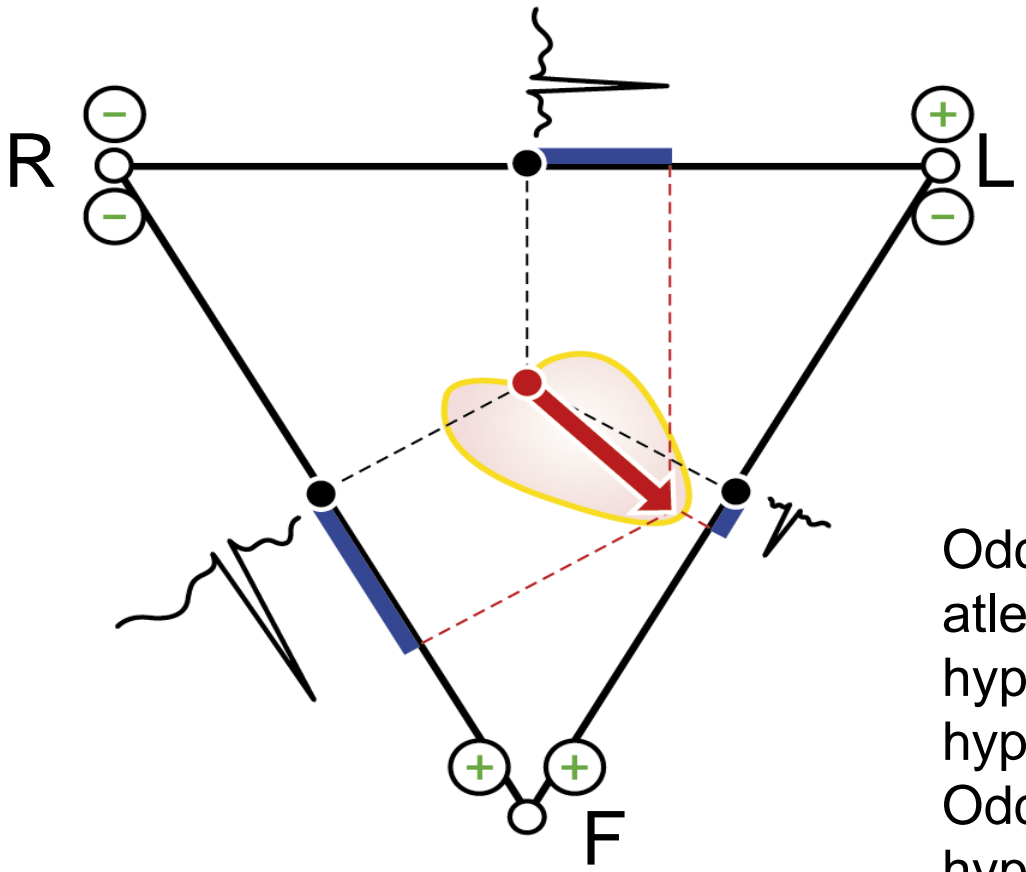


## ELEKTRICKÁ OSA SRDEČNÍ

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

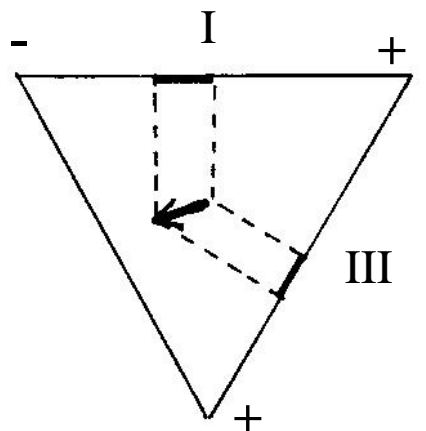
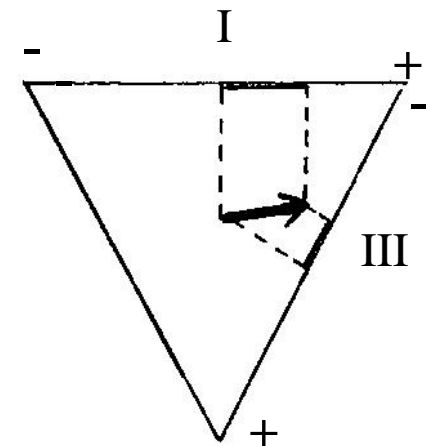
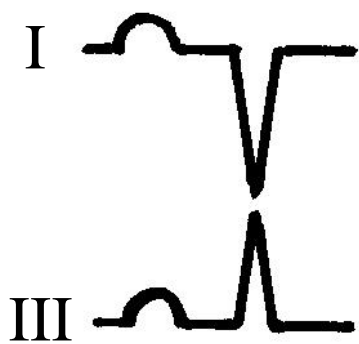
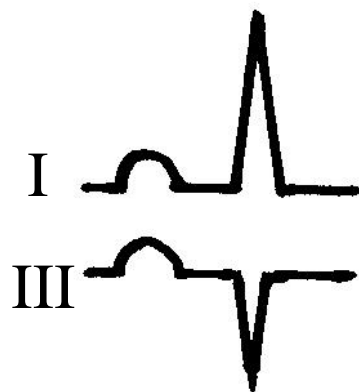
(R–Q–S) ve svodech I., II., III.



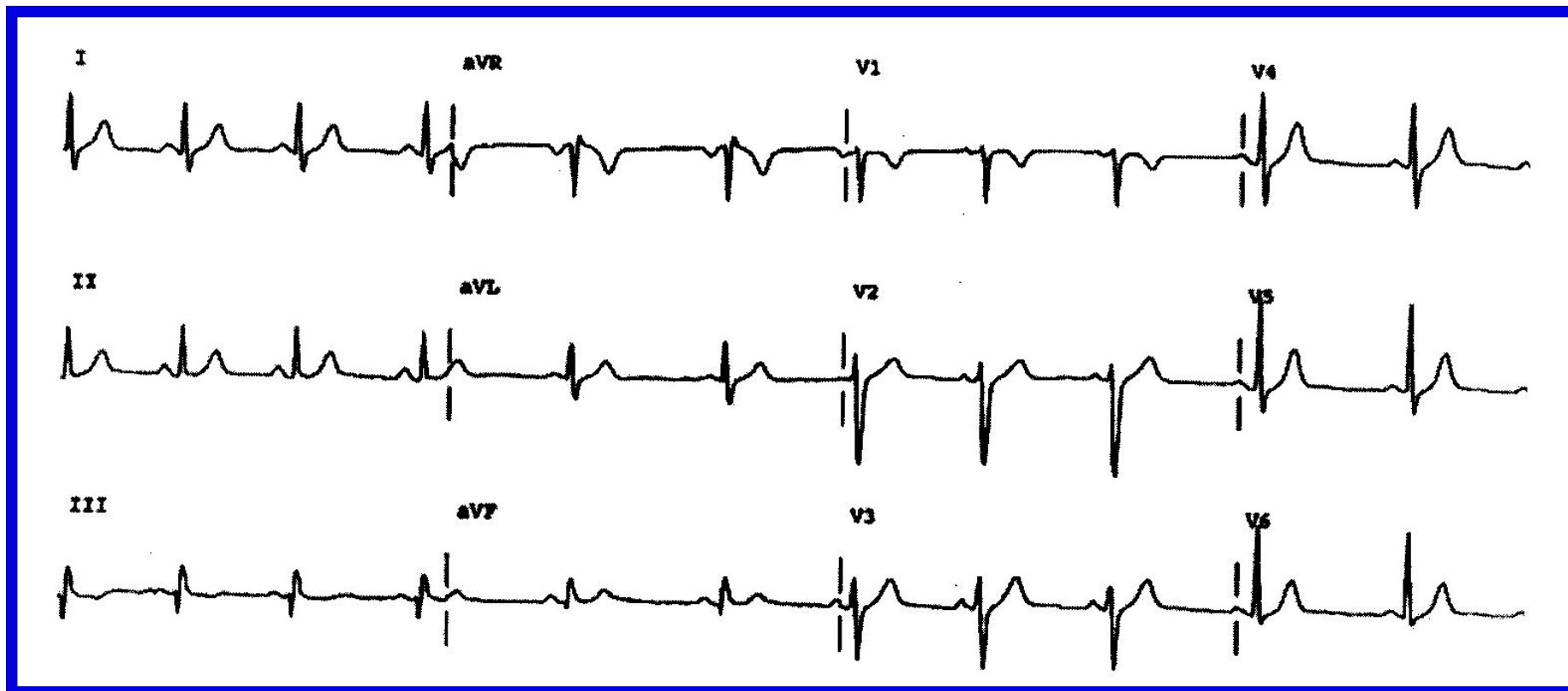
**rovnostranný**  
Einthovenův  
trojúhelník

Odchylka **doleva**: těhotenství, atletické srdce, obezita, hypertrofie LK (systémová hypertenze)  
Odchylka **doprava**: dextrokardie, hypertrofie PK (plicní hypertenze)

# LEVOTYP, PRAVOTYP

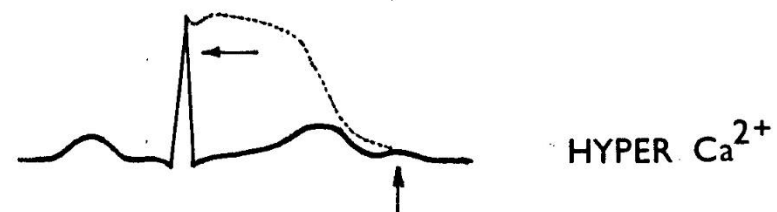
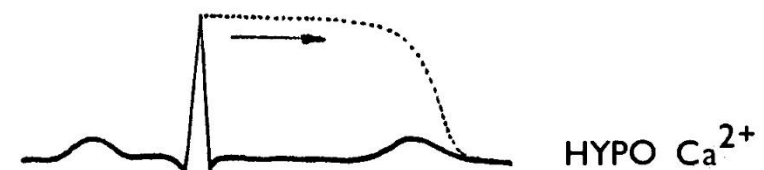
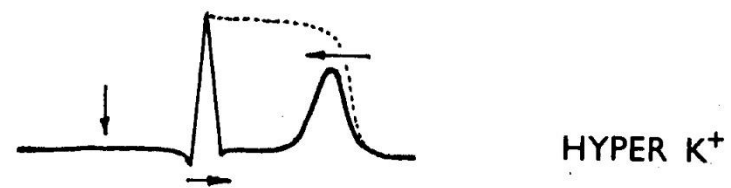
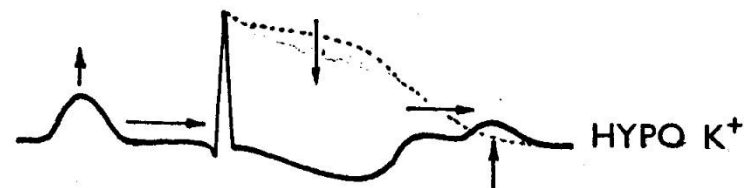
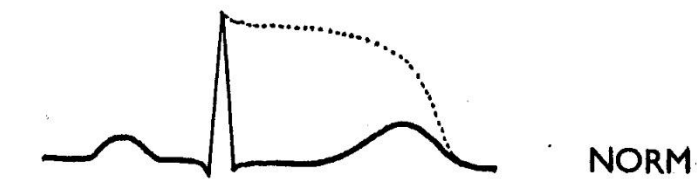
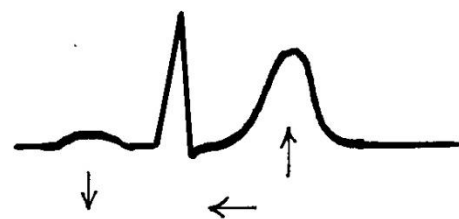
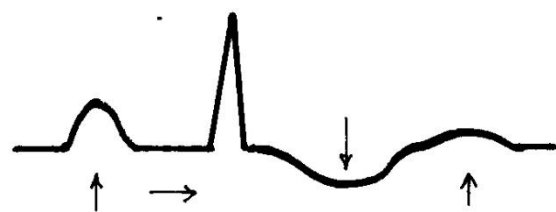


## Fyziologický 12-svodový elektrokardiogram



## EKG křivka – 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)
7. + vlivu farmak, iontového složení plazmy, atd.





# RESPIRAČNÍ (SINUSOVÁ) ARYTMIE

1847, Ludwig, EKG a dýchání psa – respirační sinusová arytmie  
Přítomná již prenatálně.

Přítomná napříč živočišnou říší – u všech obratlovců.

Fyziologický význam???? STABILIZACE STŘEDNÍHO TK  
(ochrana proti mechanickému vlivu intratorakálního tlaku na  
arteriální TK)

Klíčový vliv parasympatiku (snížení tonu), sympatikus má  
modulační úlohu.

## MECHANISMY:

- 1) CENTRÁLNÍ
- 2) REFLEXY Z PLIC
- 3) REFLEXY Z BARORECEPTORŮ
- 4) REFLEXY Z RECEPTORŮ PRAVÉ SÍNĚ
- 5) LOKÁLNÍ VLIVY NA SA UZEL
- 6) VLIV OSCILACÍ pH, paO<sub>2</sub>, paCO<sub>2</sub>

# Centrální mechanismy

Centrální generátor RSA

Respirační neurony v prodloužené míše hyperpolarizují pregangliové vagové neurony

Výsledkem je snížení vagového tonu v inspiriu – SF v inspiriu vzrůstá

## Reflexy z plic – inflační reflexy

Podráždění vagových stretch-receptorů v inspiriu utlumí inspirační centrum a zároveň také kardioinhibiční centrum v prodloužené míše

# Reflexy z baroreceptorů

Nejednotný názor na vliv arteriálních baroreceptorů na vznik RSA

Kolísání citlivosti baroreceptorů v průběhu dechového cyklu

# Reflexy z receptorů pravé síně

Bainbridge, 1915

Reflexní zvýšení SF při roztažení síní

Platí pro denervované srdce

# Lokální vlivy na SA uzel

Protažení SA uzlu způsobí rychlejší spontánní depolarizaci

Vliv mechanosenzitivních chloridových kanálů

Změny prokrvení SA uzlu (a. centralis) a případná komprese SA uzlu rozpínajícími se plicemi

## Vliv oscilací pH, $p_aO_2$ a $p_aCO_2$

Oscilační aktivita periferních chemoreceptorů přispívá ke vzniku a zesiluje amplitudu RSA

# ARYTMIE = PORUCHY TVORBY NEBO VEDENÍ VZRUCHU

Popis EKG křivky:

**RAFO**

**RYTMUS, AKCE, FREKVENCE, OSA:**

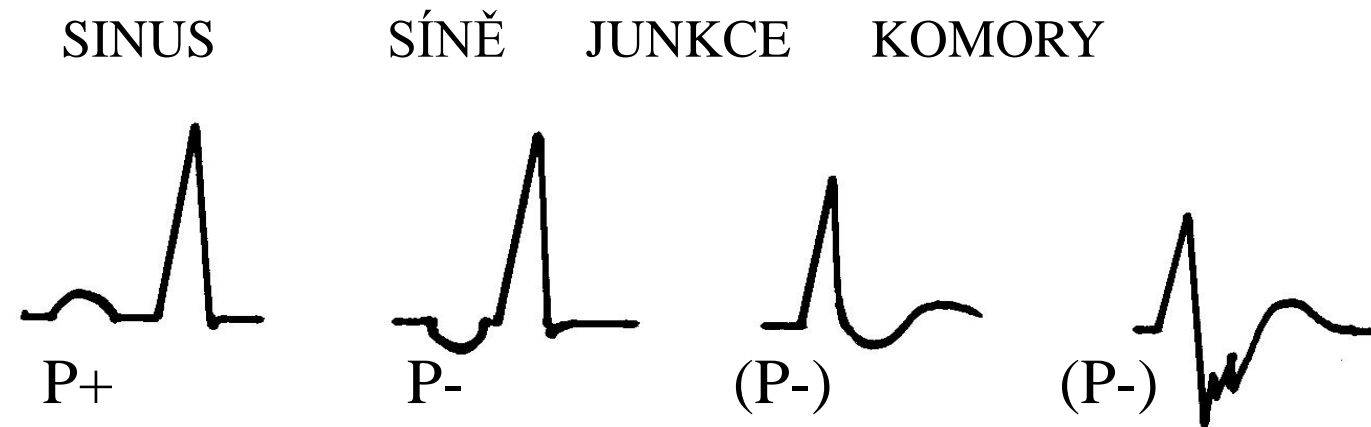
Rytmus – sinusový, junkční, ventrikulární (náhradní rytmy)

**Pravidelná:** (72/min; 60 – 100/min; vliv věku)  
tachykardie (>100/min; nenámahová)  
bradykardie (< 60/min; atletické srdce)

**Nepravidelná:**  
sinusová respirační arytmie (fyziologická)  
sick sinus syndrom  
extrasystoly (ES) jednotlivé, vázané (bigeminie, trigeminie)  
sinusové, síňové, junkční, komorové

# RYTMUS

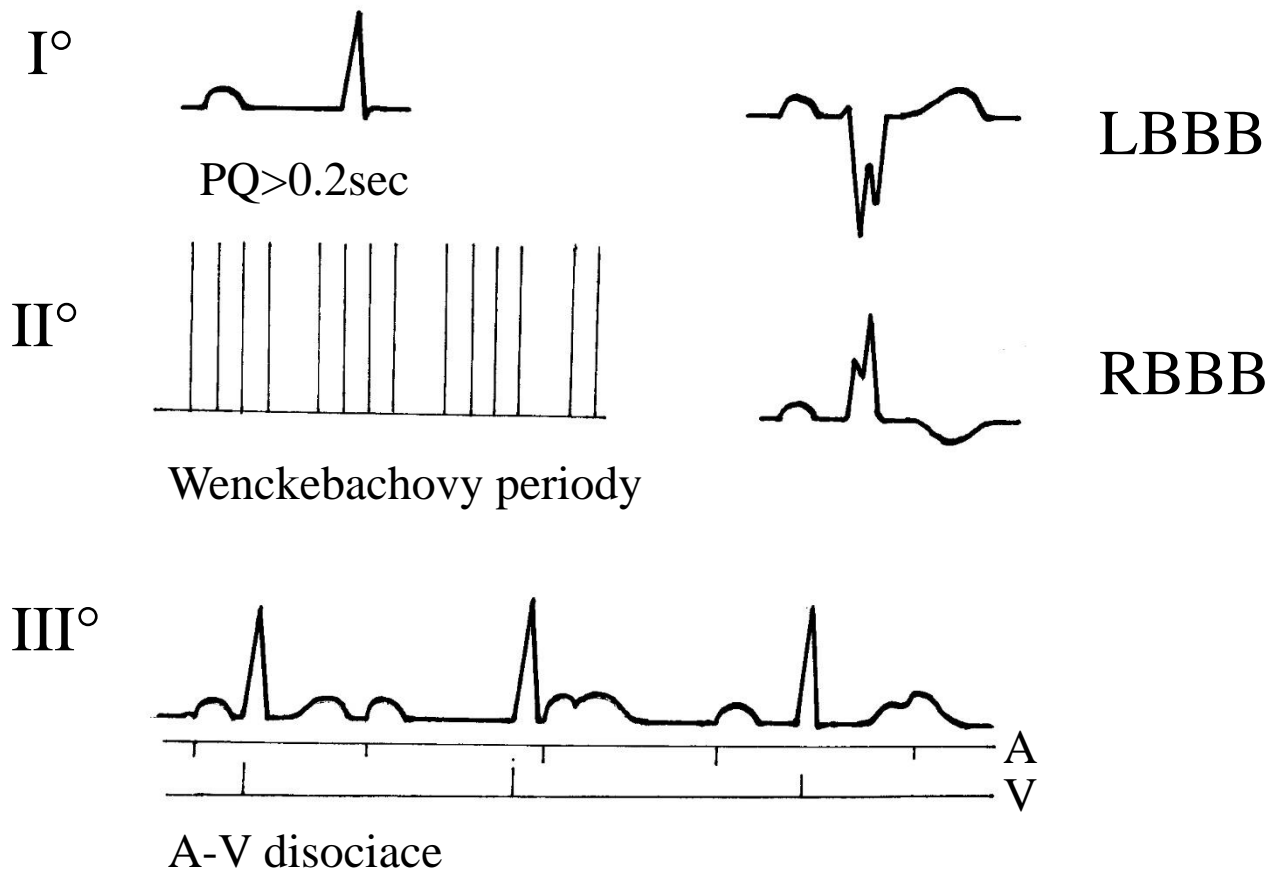
## MÍSTO PŮVODU VZRUCHU



- Polarita vlny P
- Interval PQ (QP) (fyziologický interval PQ: 0,12 – 0,2 s)

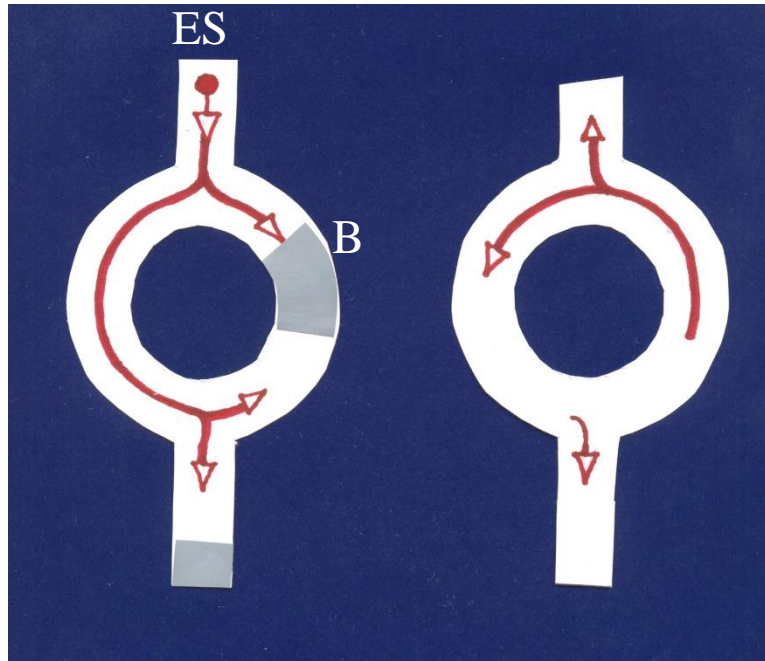
# PORUCHY VEDENÍ (**BLOKÁDY**)

- Sick sinus syndrom
- AV blokády
- blokáda Tawarova raménka



# 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**

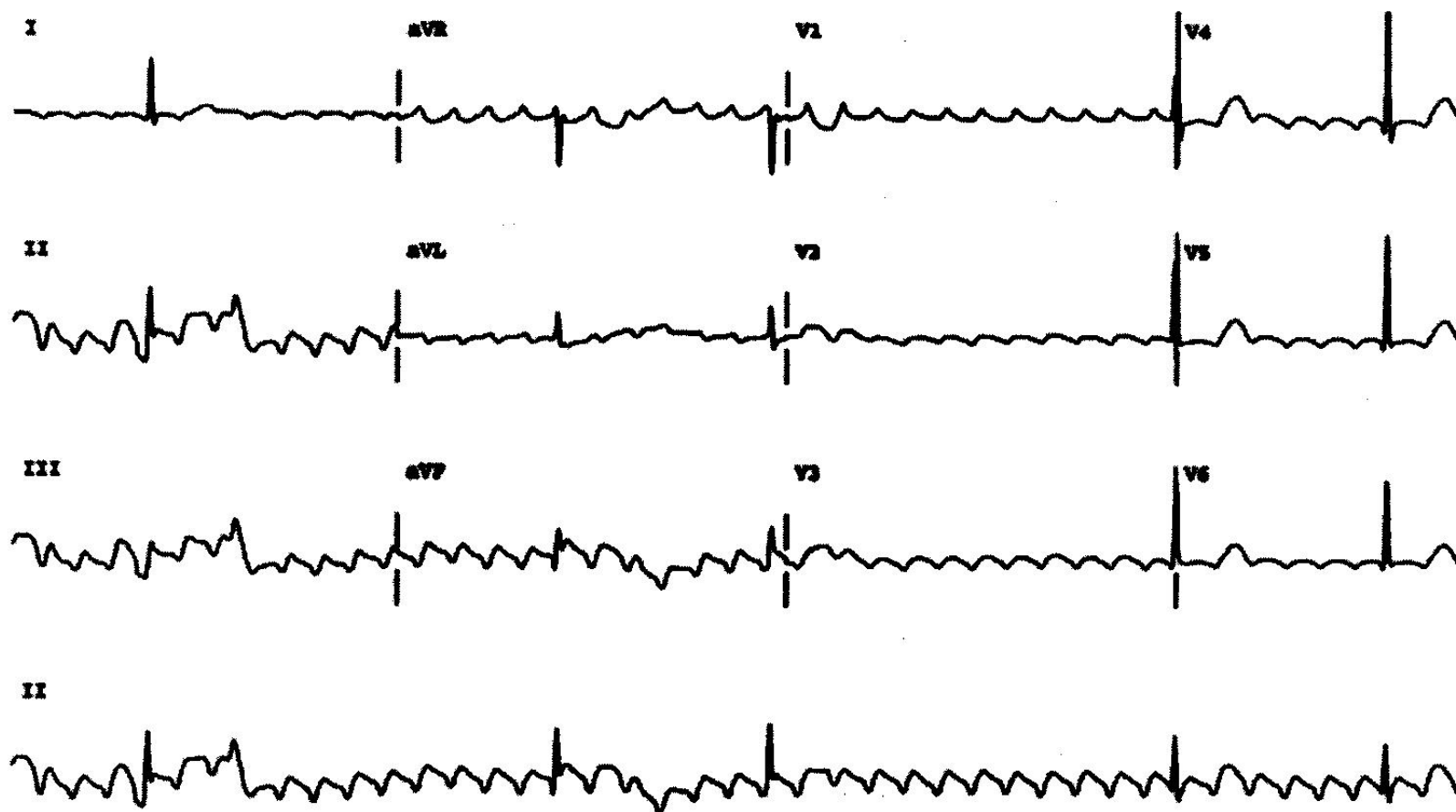
- Smyčky nejčastěji na úrovni AV junkce
- Determinanty re-entry: určitého rozsah (velikost) smyčky  
určité načasování spouštěcí extrasystoly



# TACHYARYTMIE

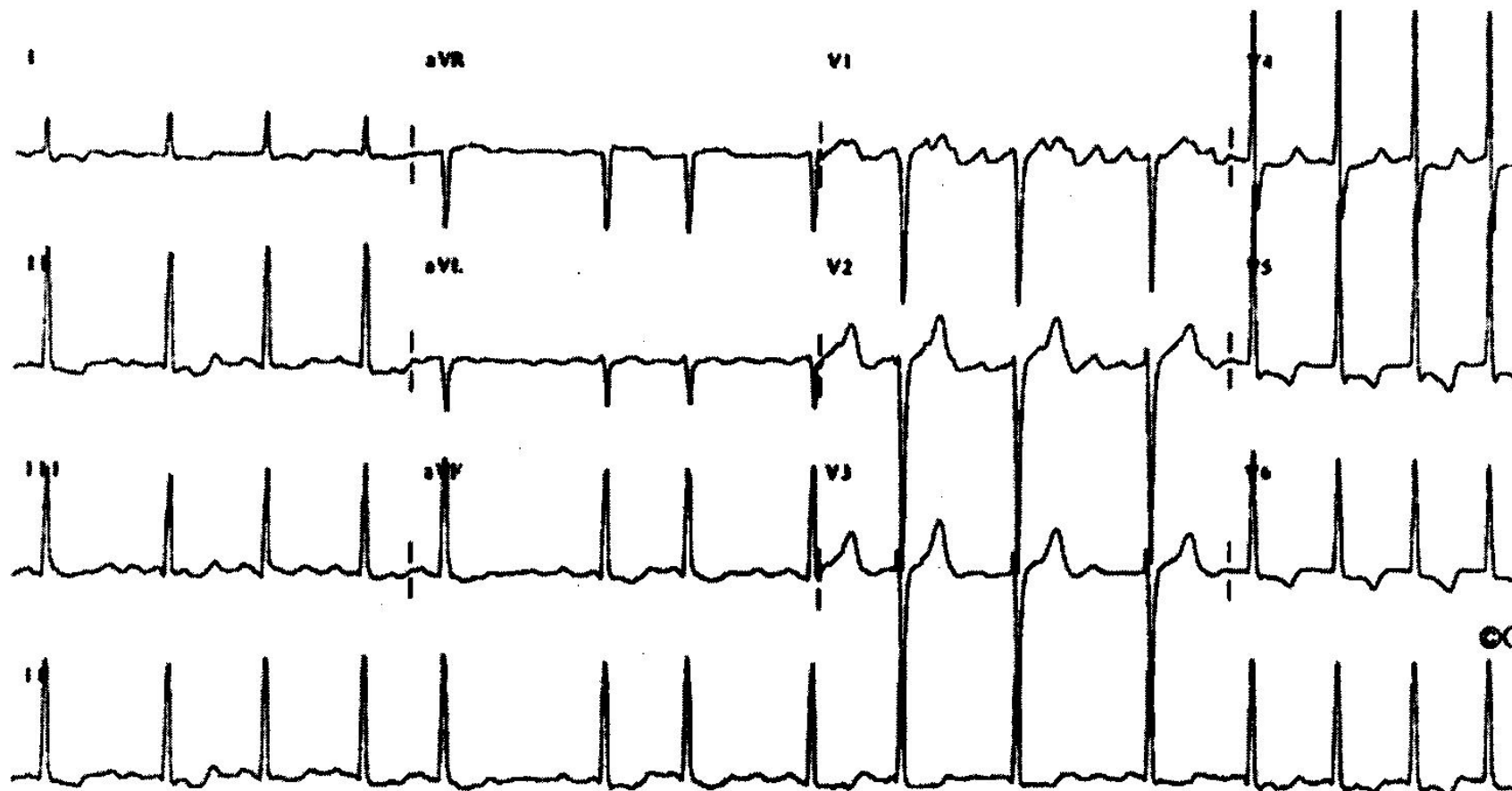
- **SINUSOVÁ TACHYKARDIE**
- **PAROXYSMÁLNÍ TACHYKARDIE** (supraventrikulární, komorové)
- **FLUTTER** (>250/min; síňový)
- **FIBRILACE** (>600/min; **síňová, komorová**; zhroucení elektrické homogenity)

# SÍŇOVÝ FLUTTER (kmitání)

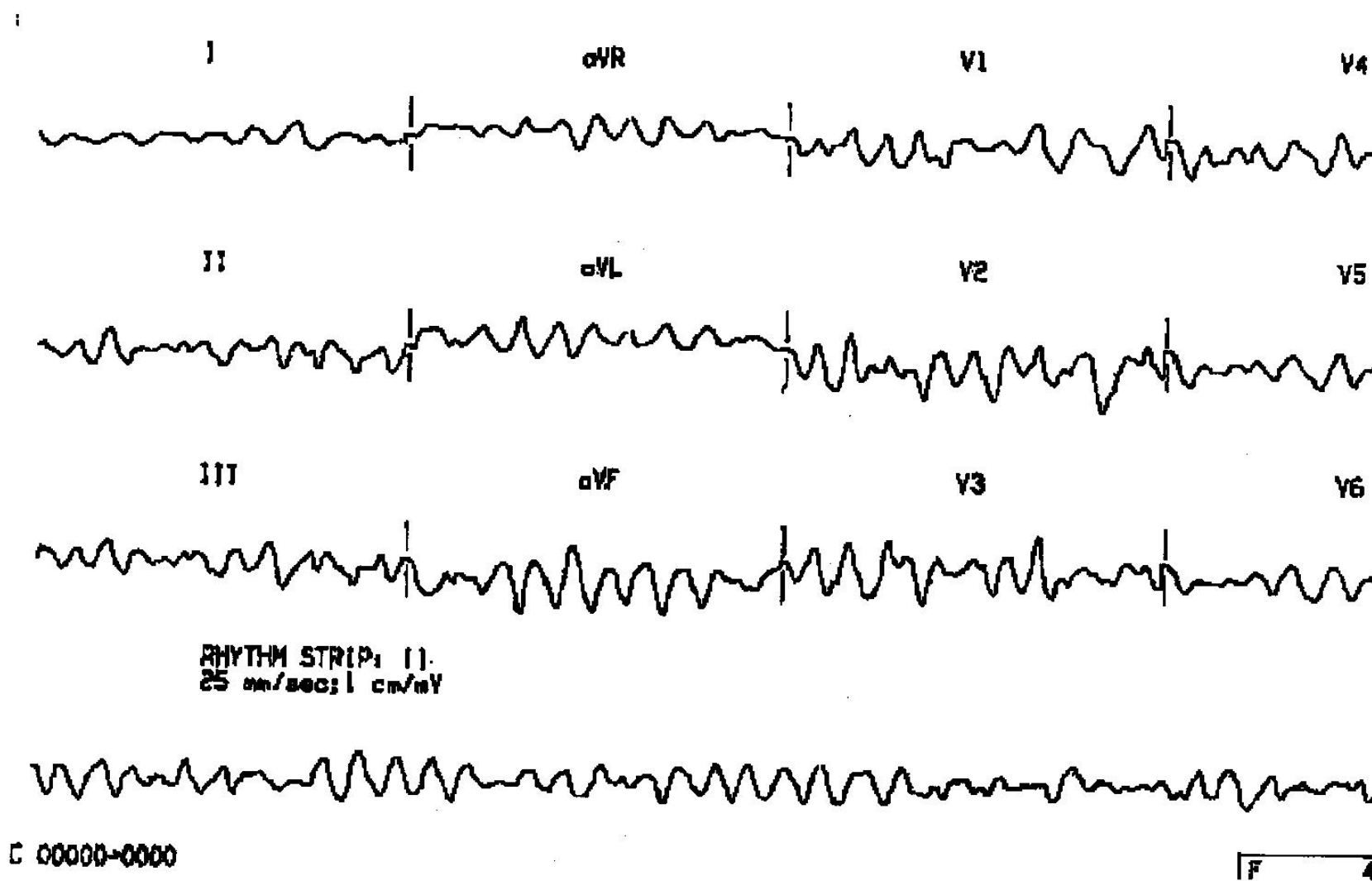


Frekvence 250 – 600/min  
Síňokomorová blokáda n:1

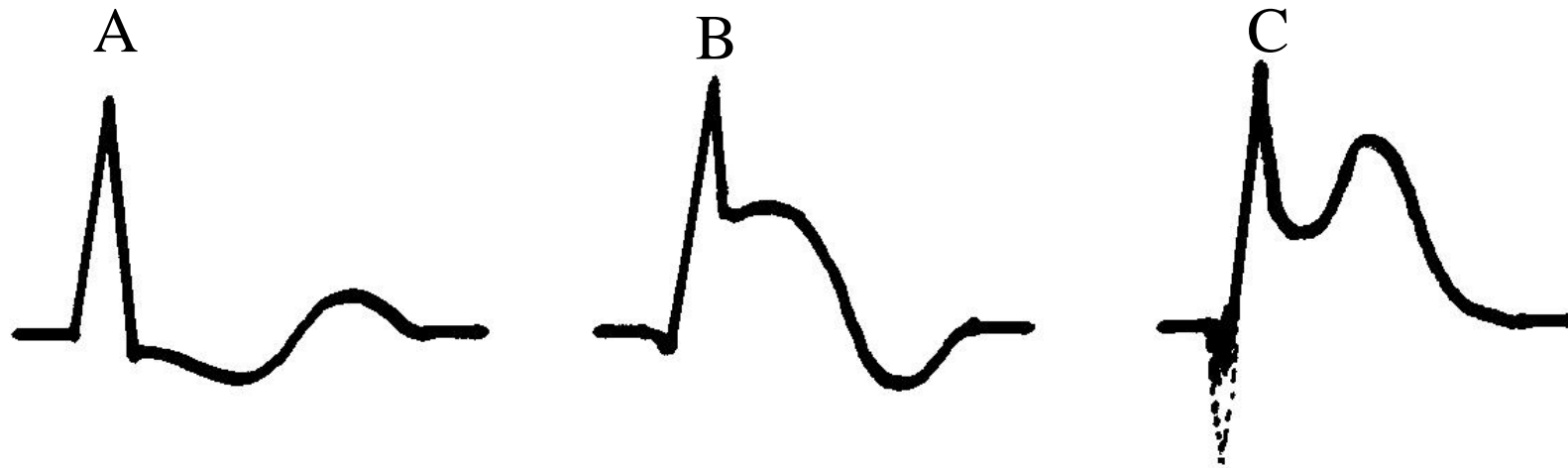
# SÍŇOVÁ FIBRILACE (míhání)



# KOMOROVÁ FIBRILACE (míhání)



## OBRAZ SRDEČNÍ ISCHEMIE



A: námahová angina pectoris

B: akutní non-Q infarkt myokardu

C: akutní Q infarkt myokardu

# ANTIARYTMIKA

**BLOKÁTORY Na<sup>+</sup> KANÁLU** – prodlužují inaktivaci I<sub>Na</sub>, tj. refrakteritu, „zruší“  
rychlé cesty

**BLOKÁTORY Ca<sup>2+</sup> KANÁLU** – „zruší“ rychlé cesty

**BLOKÁTORY K<sup>+</sup> KANÁLU** – prodlužují refrakterní periodu

**β-SYMPATOLYTIKA** – zpomalují srdeční frekvenci

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

**MUNI  
MED**