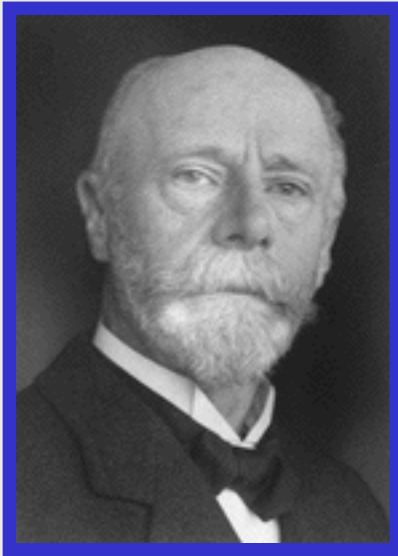


ELEKTROKARDIOGRAFIE = metoda umožňující registraci elektrických změn vznikajících činností srdce z povrchu těla.



Willem Einthoven

1860 - 1927

1893 Einthoven zavádí termín „elektrokardiogram“

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

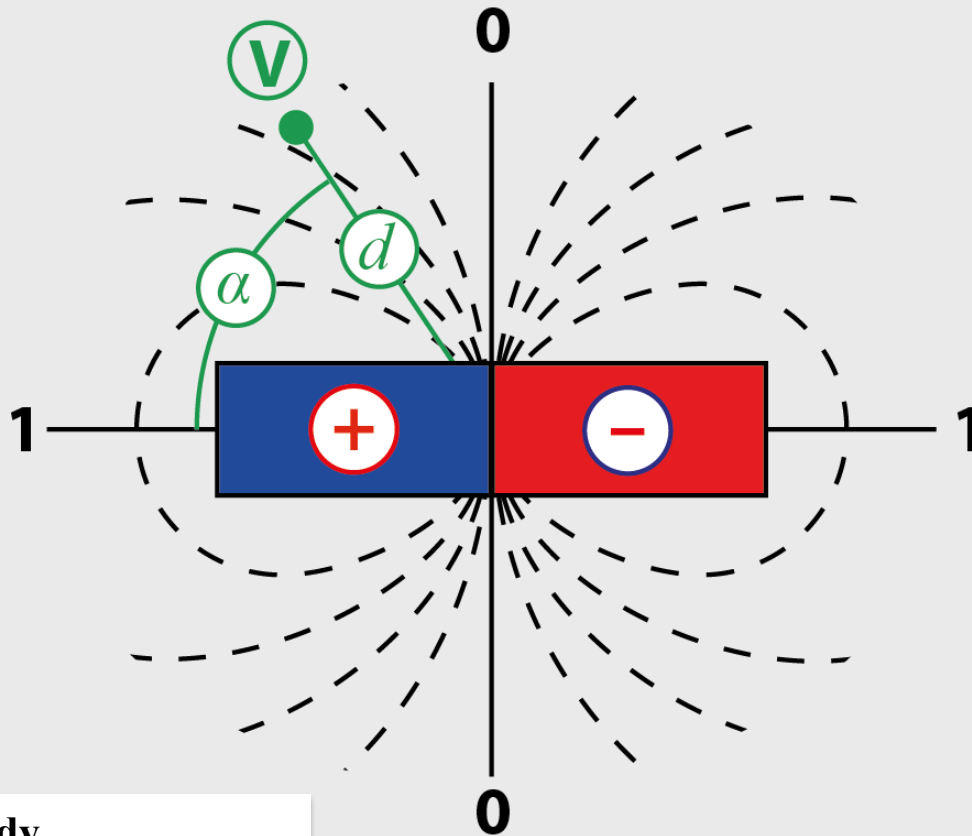
1902 Einthoven publikuje první elektrokardiogram

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

1924 Einthoven získává Nobelovu cenu

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

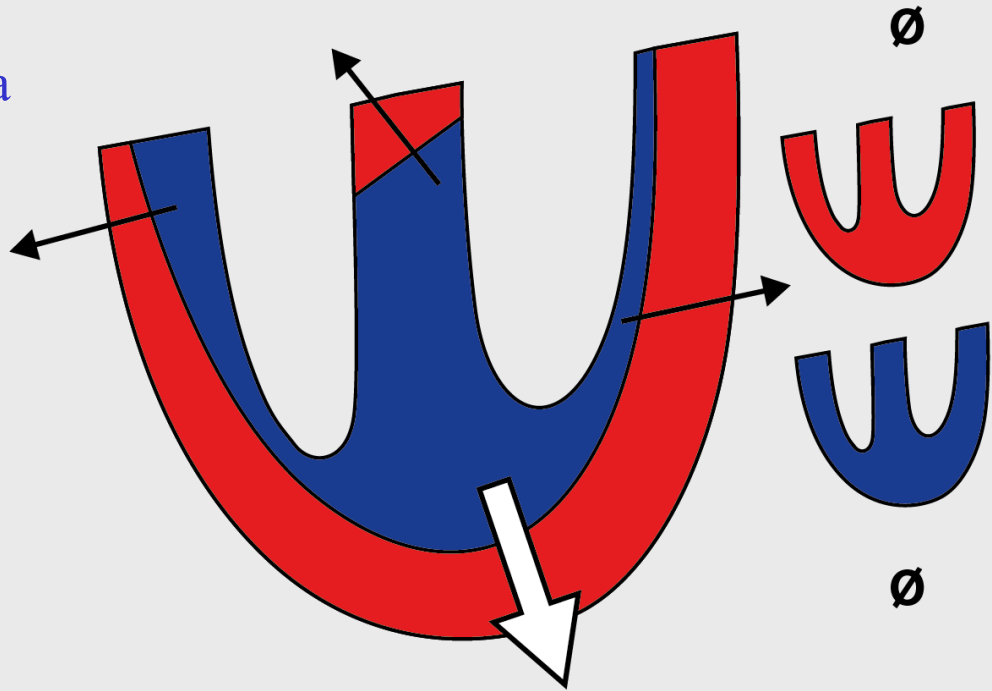
POLE (vektor)

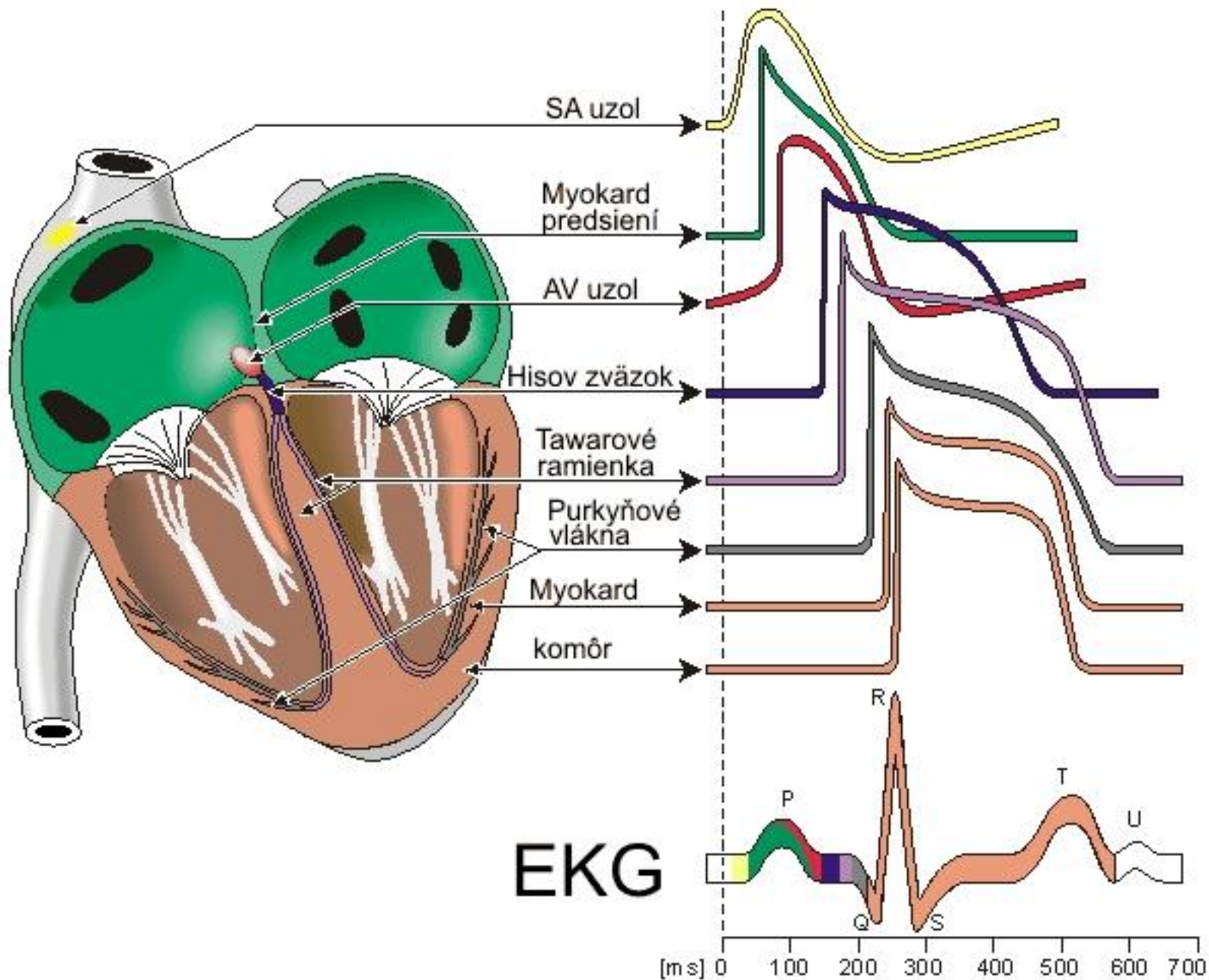
- je tvořeno součtem okamžitých dipólů na depolarizační frontě
- **velikost** je funkcí počtu dipólů a strmosti rozhraní
- **směr** od depolarizované (-) k (re)polarizované (+) oblasti
- **nestacionární**
- **mění intenzitu a směr**
- **deformováno vodivostí prostředí** (Brodyho efekt)

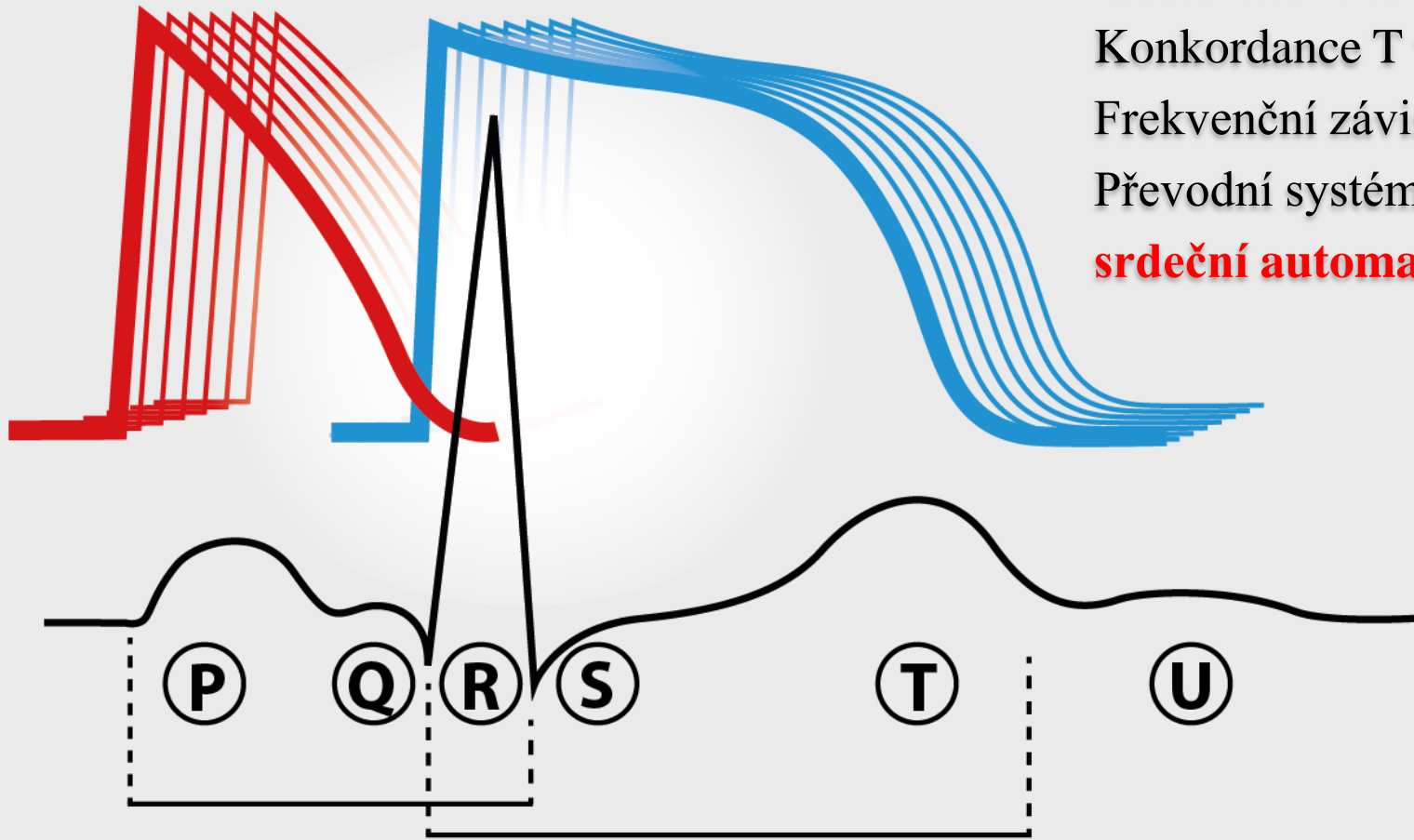
REGIONÁLNÍ VEKTORY INTEGRÁLNÍ VEKTOR

během excitace se mění:

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







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

PQ interval
0,16

QRS
 0,1

QT
0,3

závislost na SF

Síňová depolarizace

Komorový komplex
 (depolarizace) (repolarizace)

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...)

3D SMYČKY SRDEČNÍHO VEKTORU

F – frontální rovina hrudníku

S – sagitální rovina hrudníku

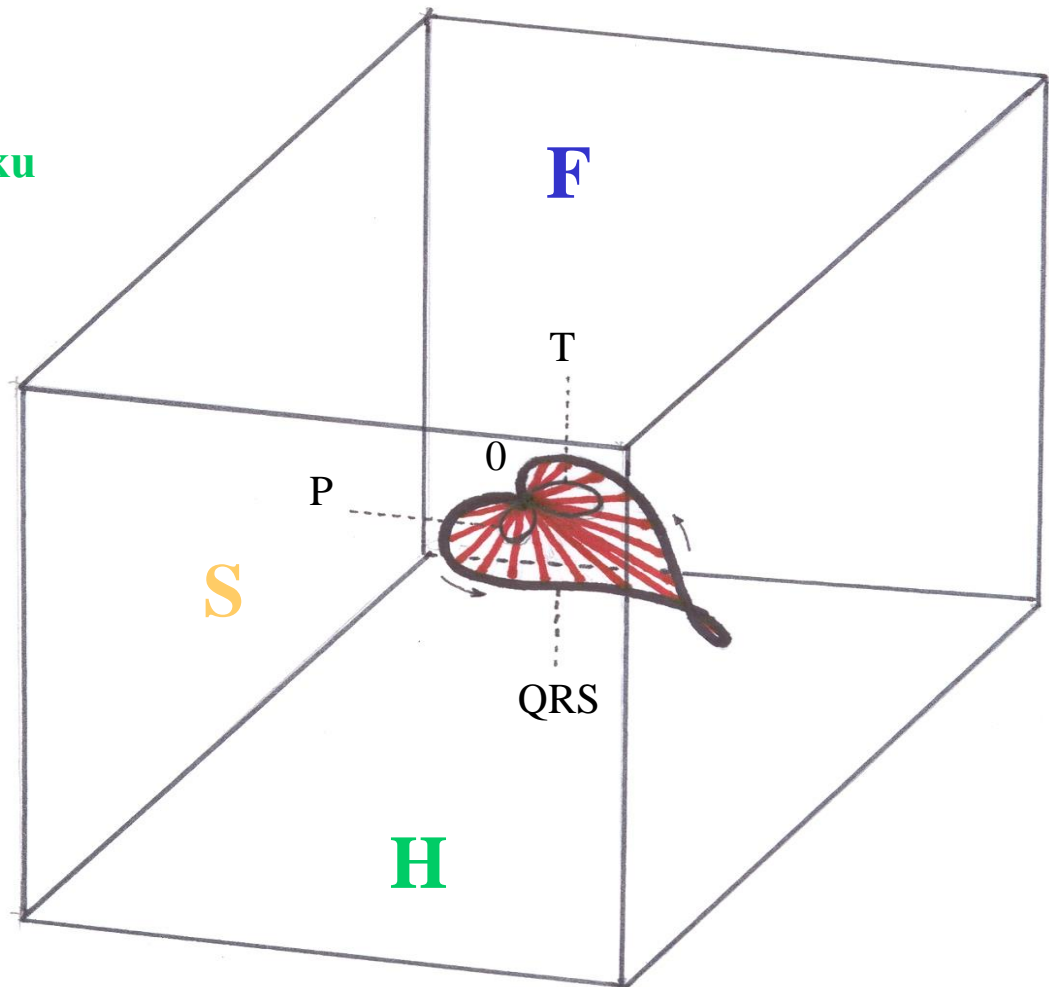
H – horizontální rovina hrudníku

0 – elektrický střed srdce

P – síňová depolarizace

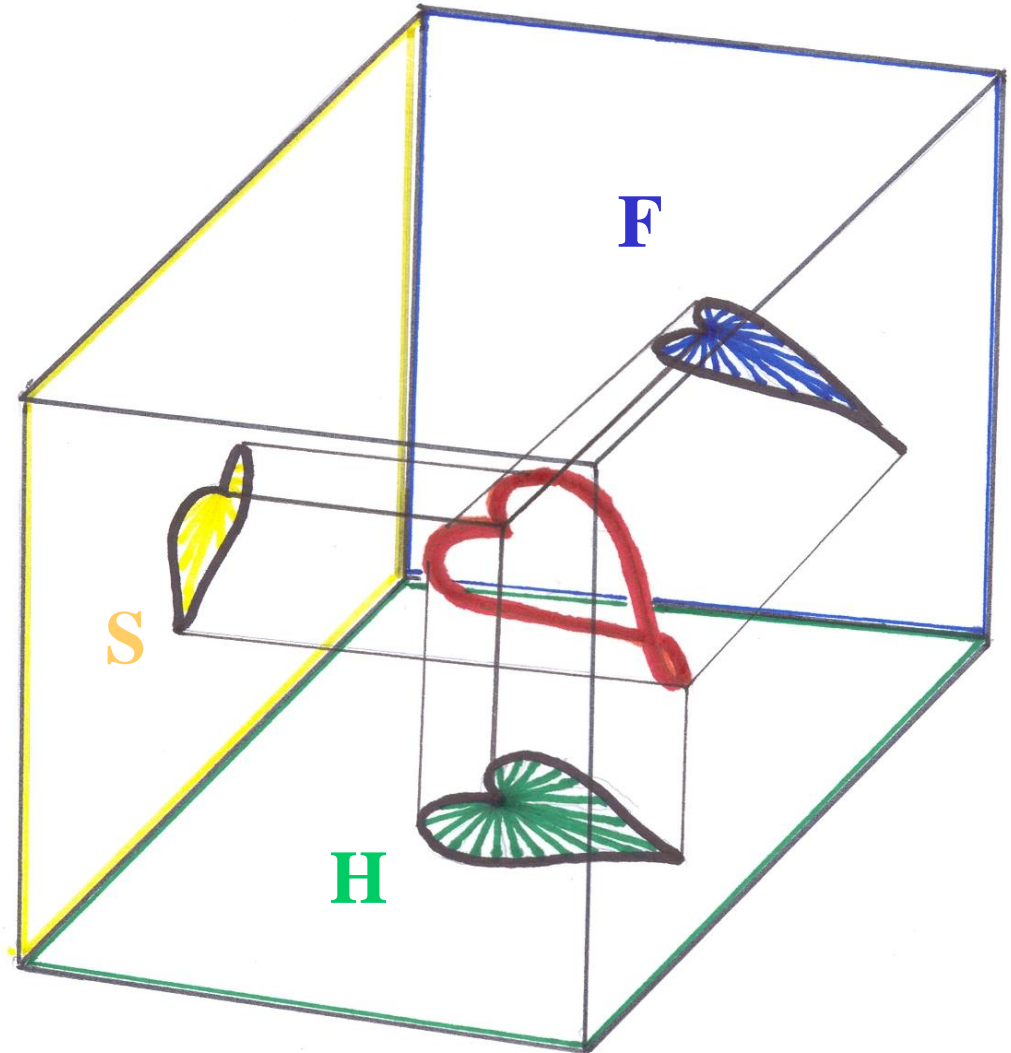
QRS – komorová depolarizace

T – komorová repolarizace



2D PROJEKCE HLAVNÍHO SRDEČNÍHO VEKTORU

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



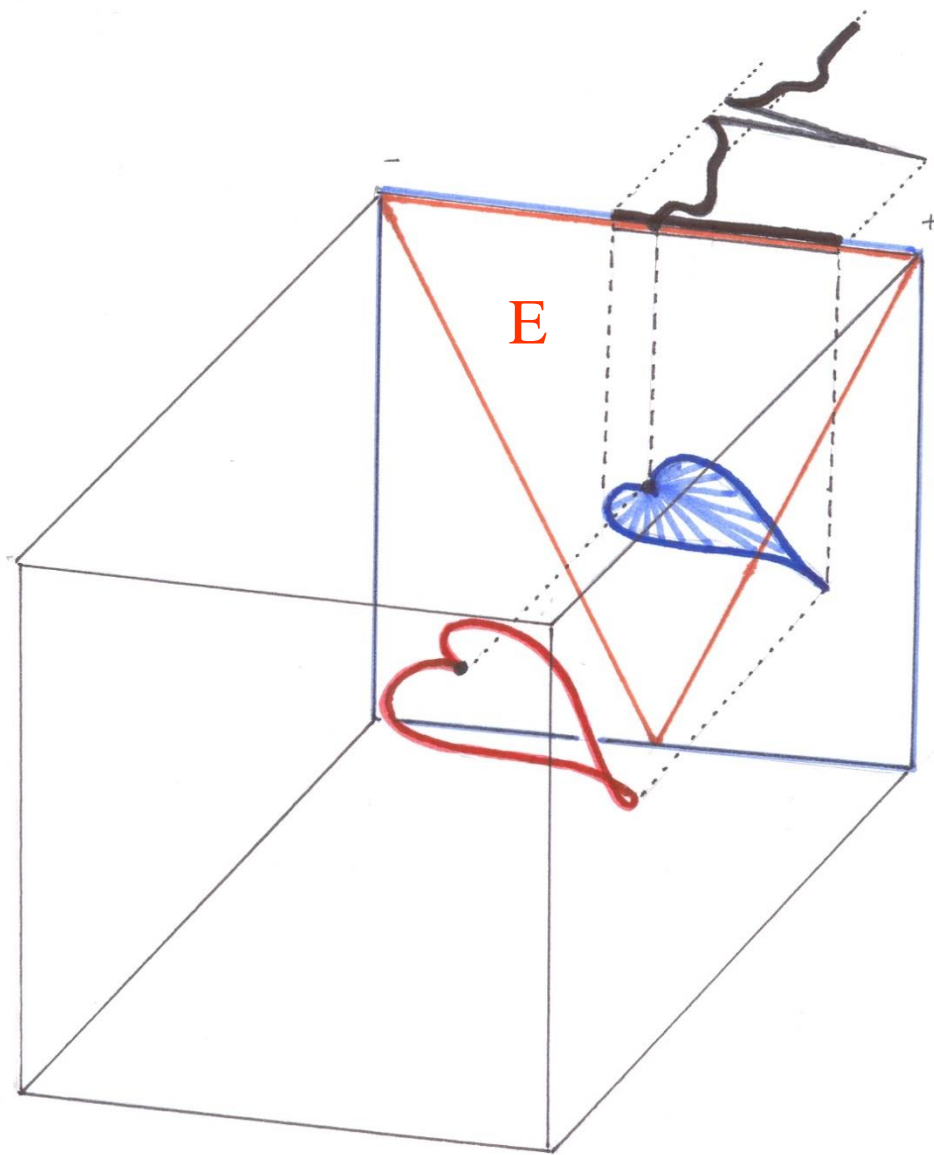
1D PROJEKCE HLAVNÍHO SRDEČNÍHO VEKTORU

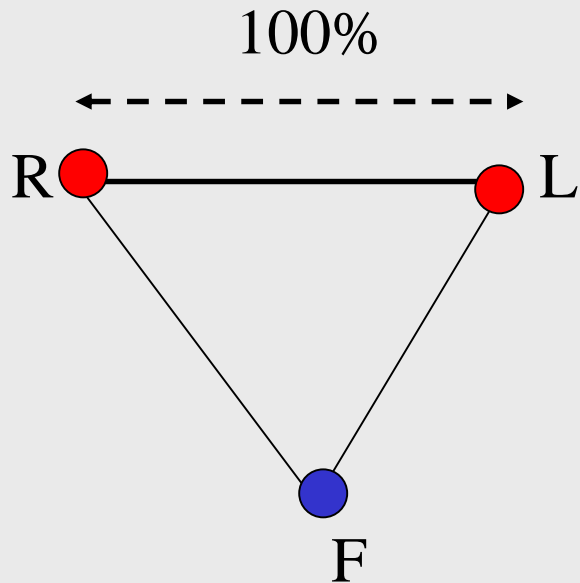
Projekce na povrch hrudníku
do frontální roviny (2D)

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

rozepsaná v čase

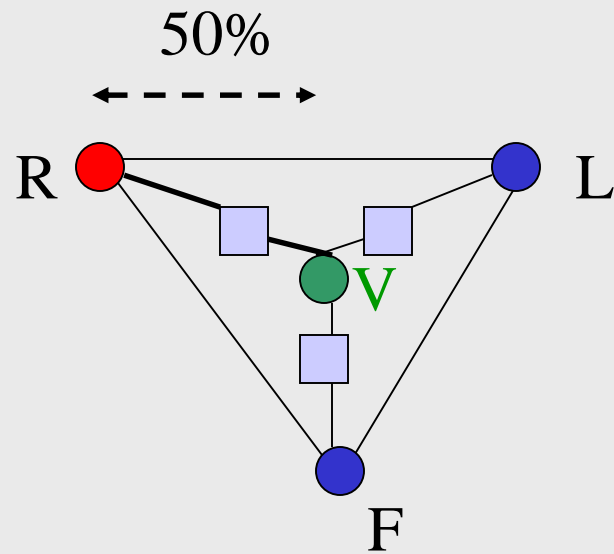
E – Einthovenův trojúhelník



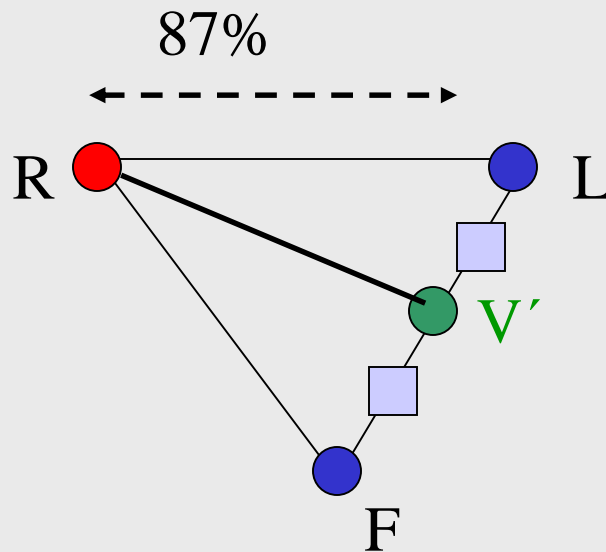


Einthoven, 1913

I, II, III

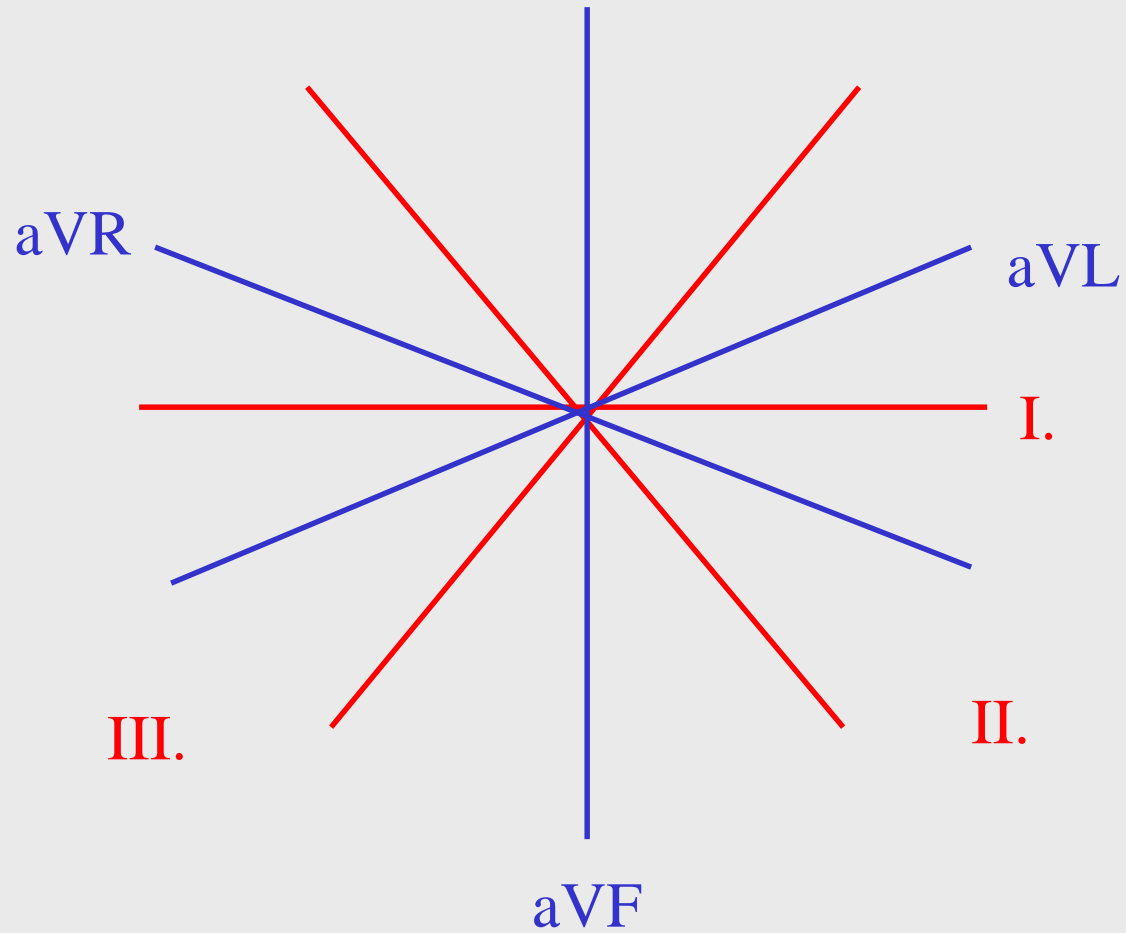


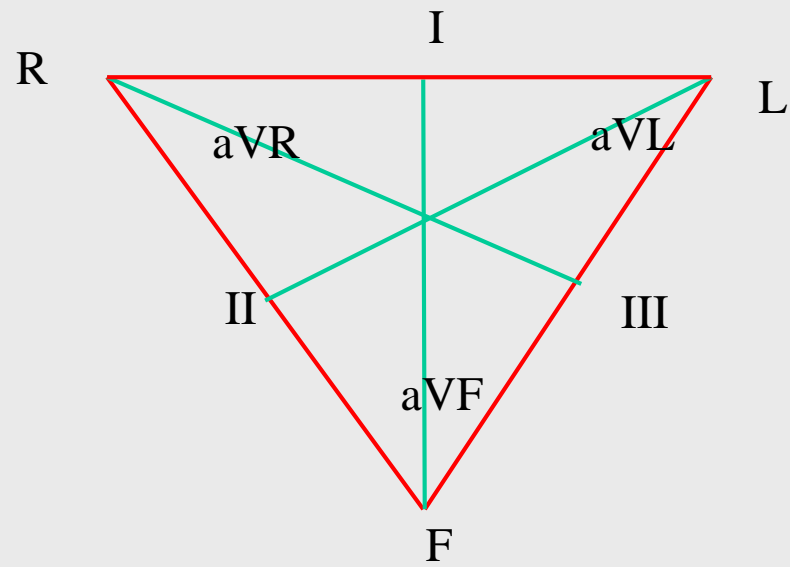
Wilson, 1934, VR, VL, VF



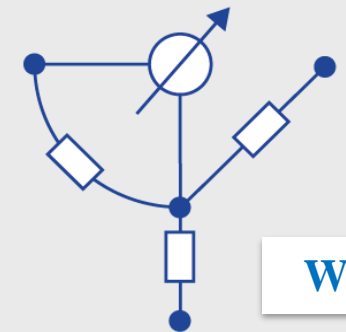
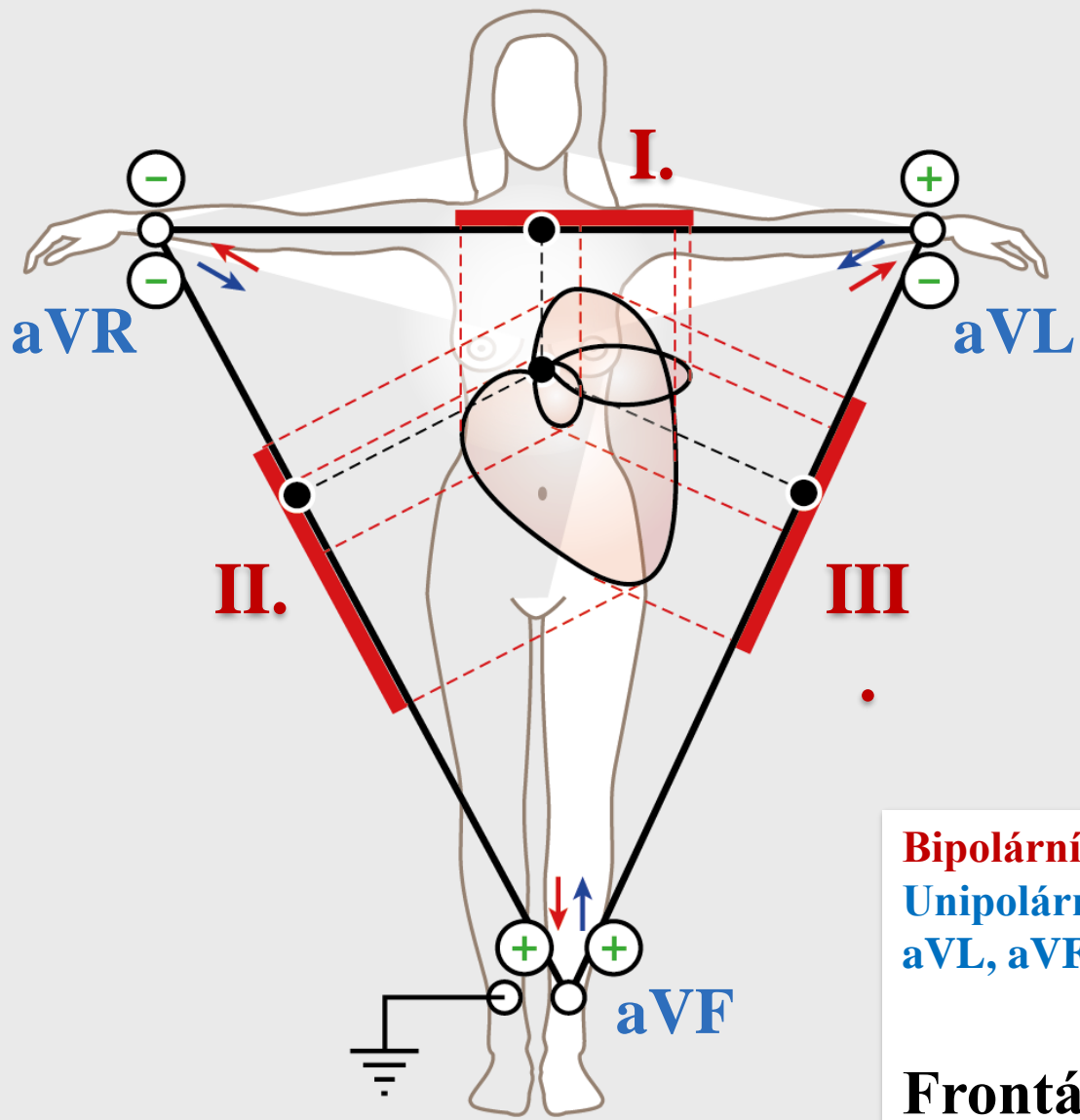
Goldberger, 1947, aVR, aVL, aVF

HEXAAXIÁLNÍ SYSTÉM (RŮŽICE)

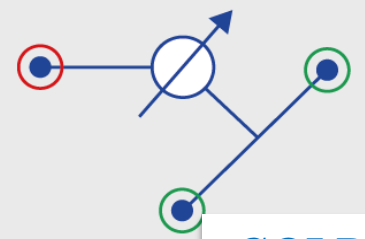




KONČETINOVÉ SVODY



WILSON

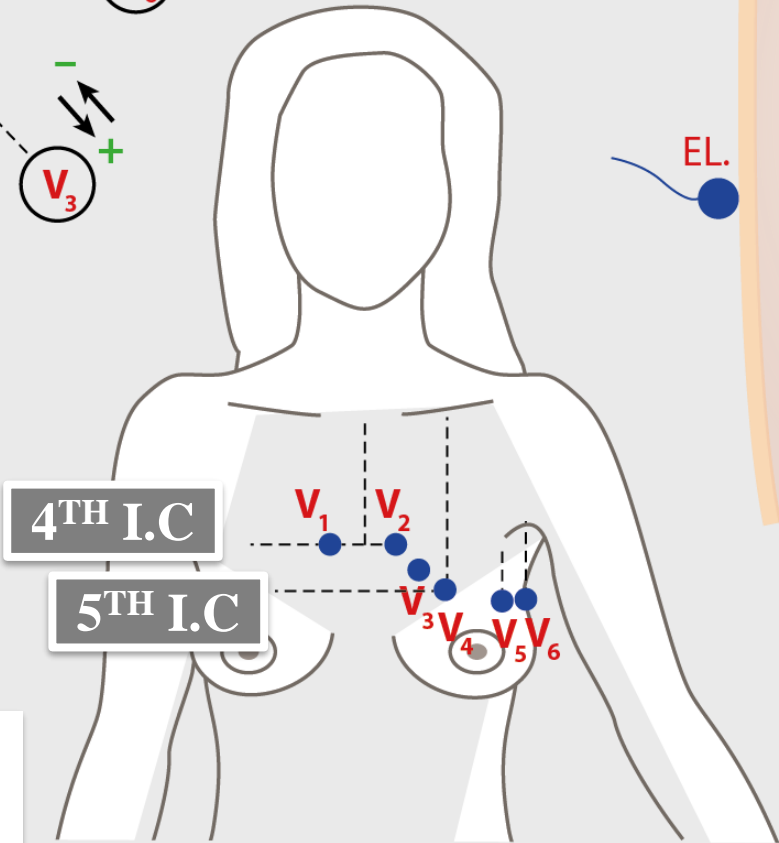
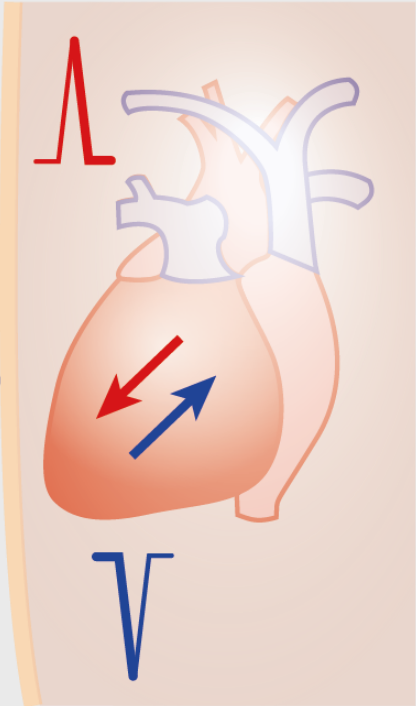
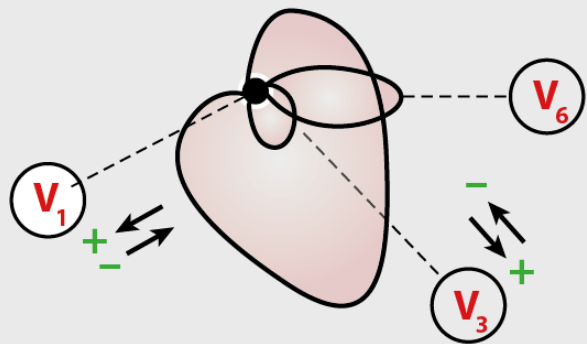


GOLDBERGER
zvětšené

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

Frontální projekce vektoru!

HRUDNÍ SVODY



**Horizontální
projekce
vektoru!**

PROJEKČNÍ ROVINY HLAVNÍHO SRDEČNÍHO VEKTORU A EKG SVODY

Frontální rovina

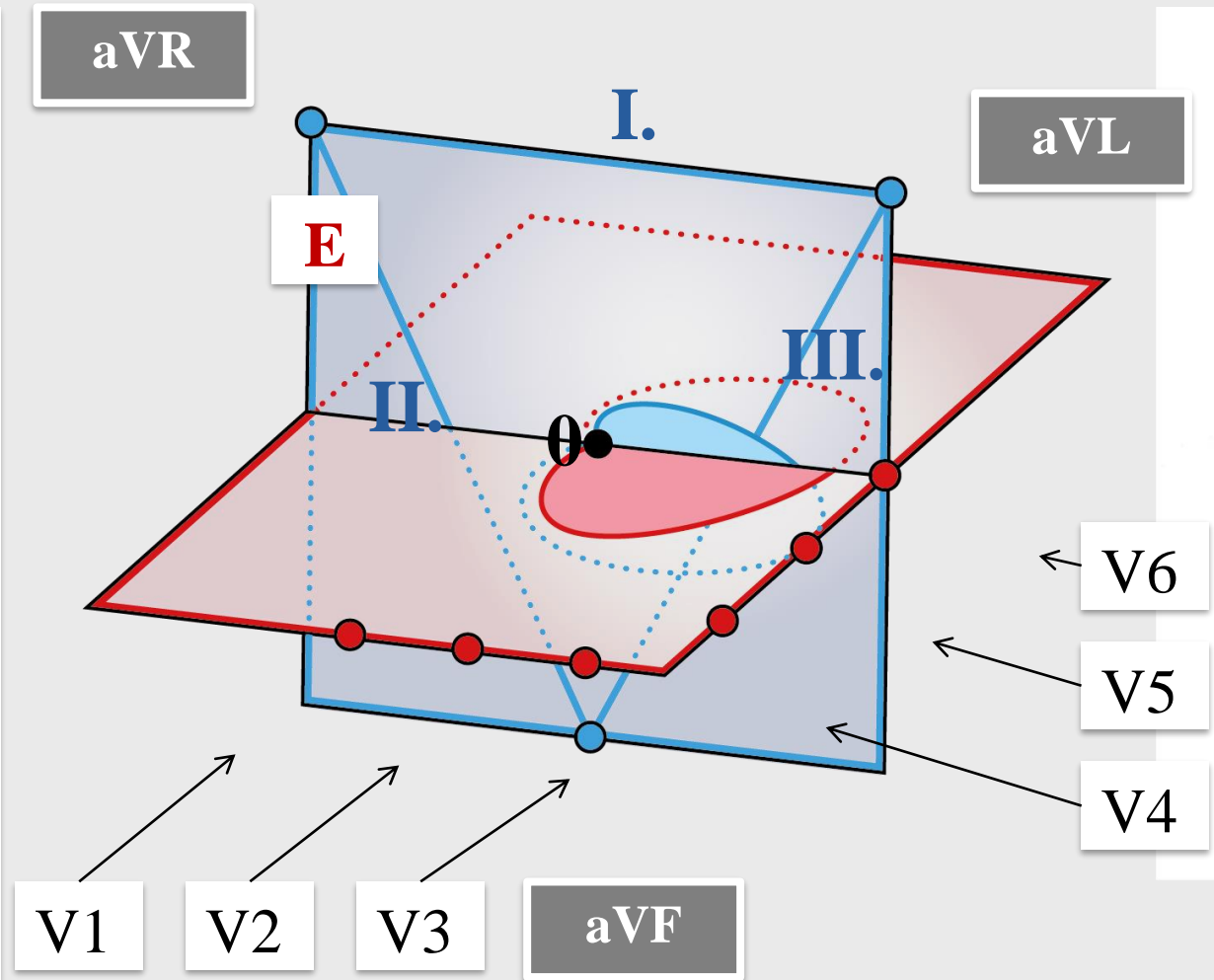
končetinové svody
I., II., III., aVR, aVL,
aVF

Horizontální rovina

V1 – V6

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

**E – Einthovenův
trojúhelník**

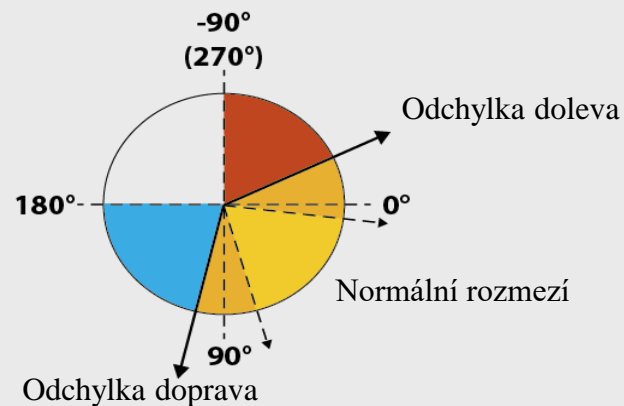
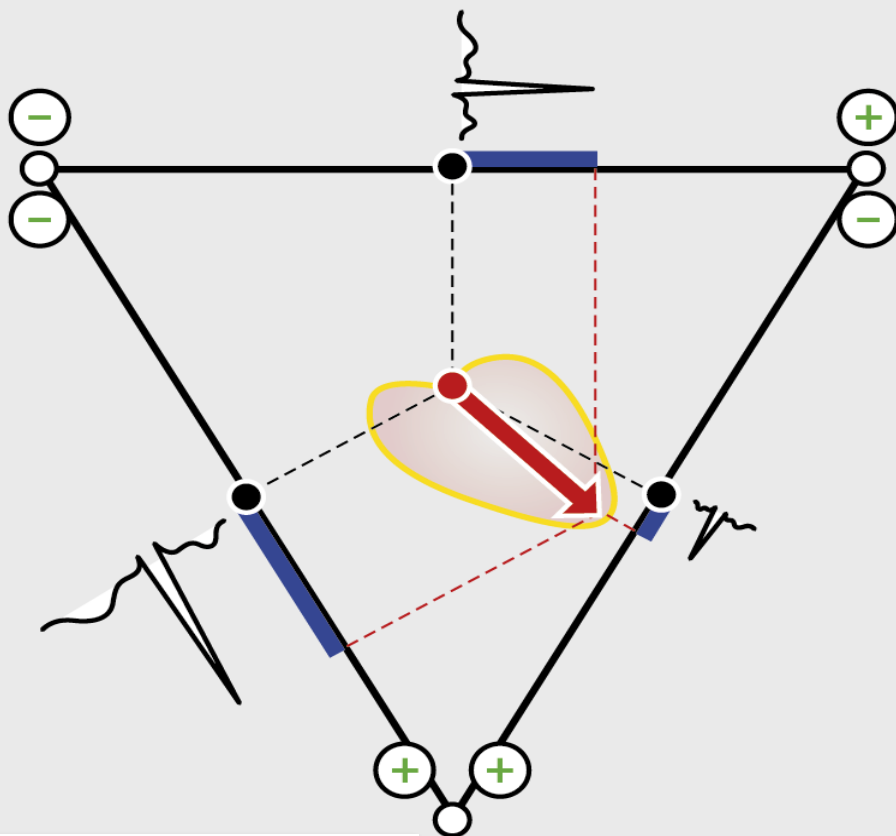


ELEKTRICKÁ OSA SRDEČNÍ

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

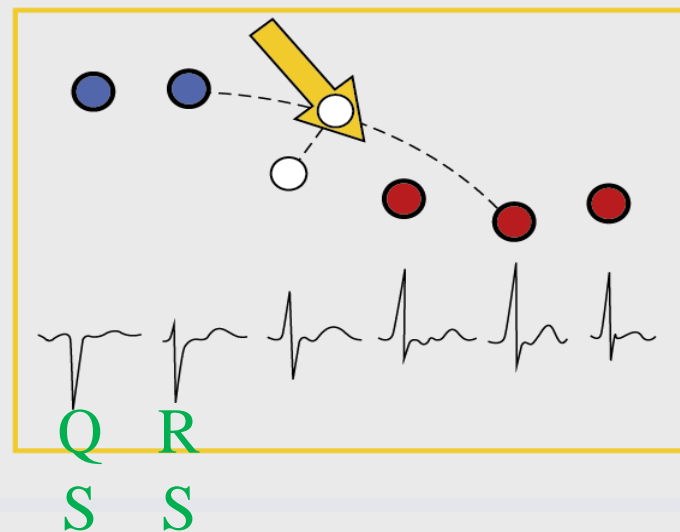
ELEKTRICKÁ OSA SRDEČNÍ – ve frontální rovině

(R–Q–S) ve svodech I, II, III.

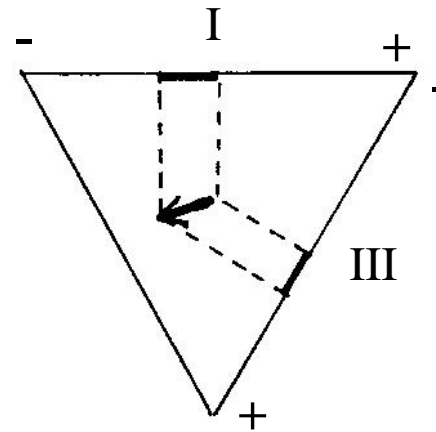
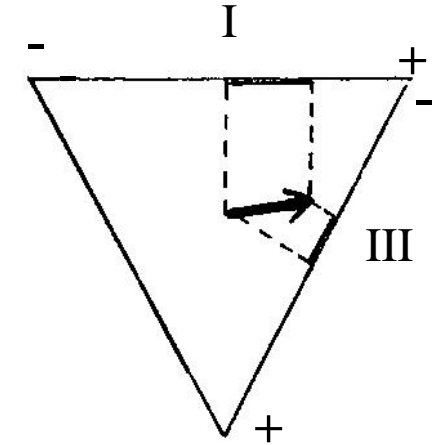
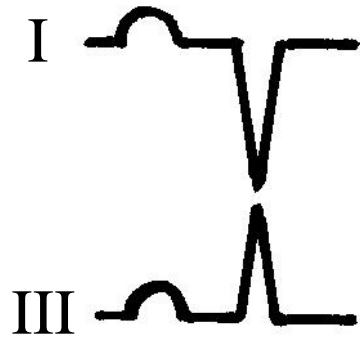
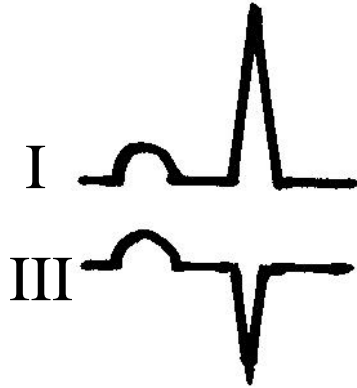


• **rovnostranný**
Einthovenův
trojúhelník

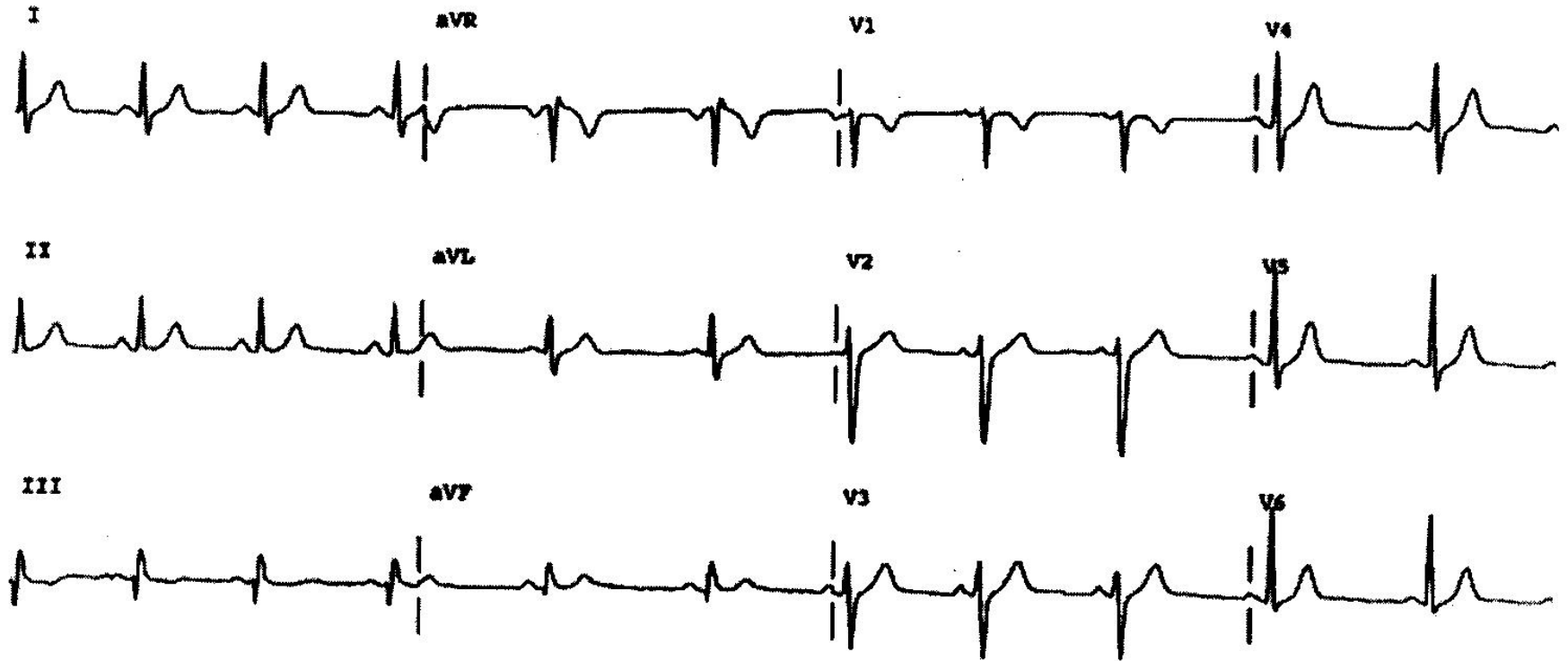
Terminologie



LEVOTYP, PRAVOTYP

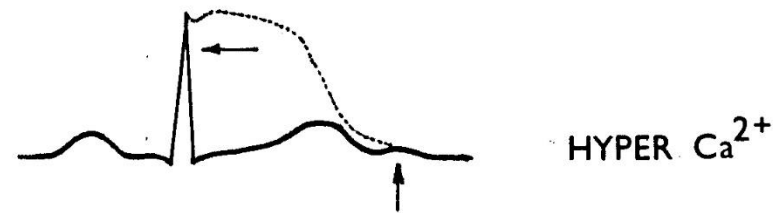
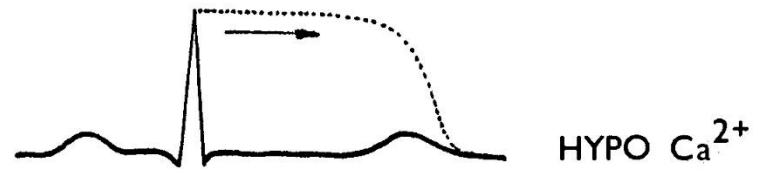
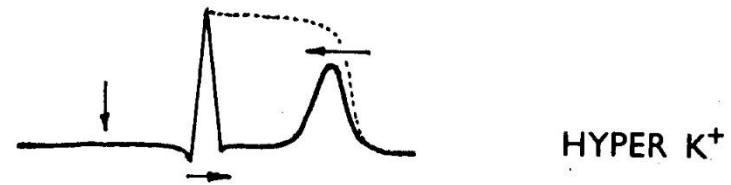
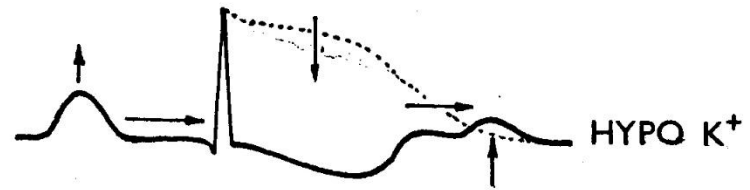
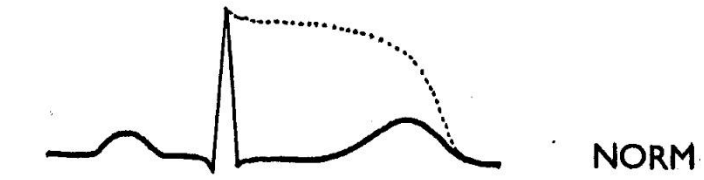
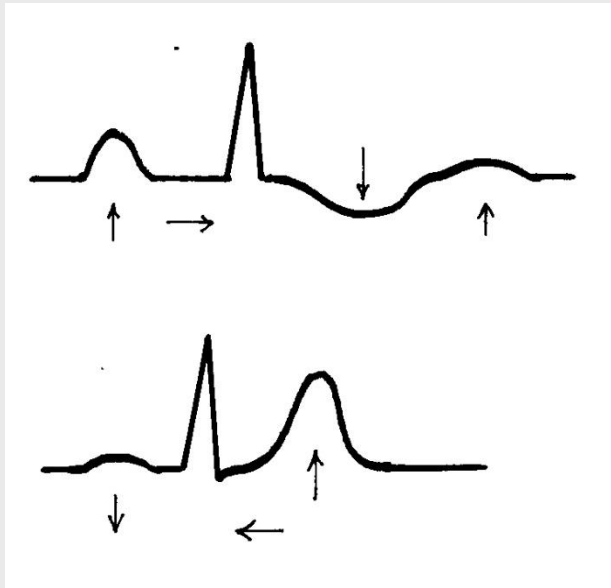


Fyziologický 12-svodový záznam EKG



Co můžeme z EKG křivky zjistit:

1. Velikost a pozici srdce (elektrická osa)
2. Místo původu elektrického impulsu (P, QRS)
3. Vedení excitace srdcem (P-Q, QRS)
4. Ústup podráždění - repolarizace (T)
5. Rytmus (P-P, R-R)
6. Alterace akčního potenciálu (ST, T)
7. + vliv farmak, iontového složení plazmy, atd.



ARYTMIE

PORUCHY TVORBY VZRUCHU

NEBO

PORUCHY VEDENÍ VZRUCHU

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 SÍŇE
- 5) LOKÁLNÍ VLIVY NA SA UZEL
- 6) VLIV OSCILACÍ pH, paO₂, paCO₂

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

RYTMUS a FREKVENCE:

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:

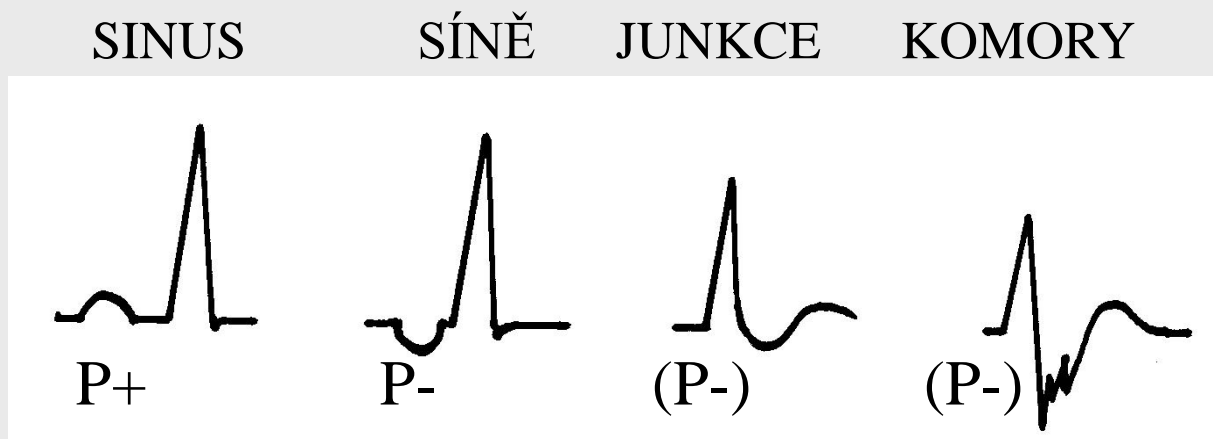
sinusová respirační arytmie (**fyziologická**)

sick sinus syndrom

extrasystoly (ES) jednotlivé, vázané (bigeminie, trigeminie)

sinusové, síňové, junktční, komorové

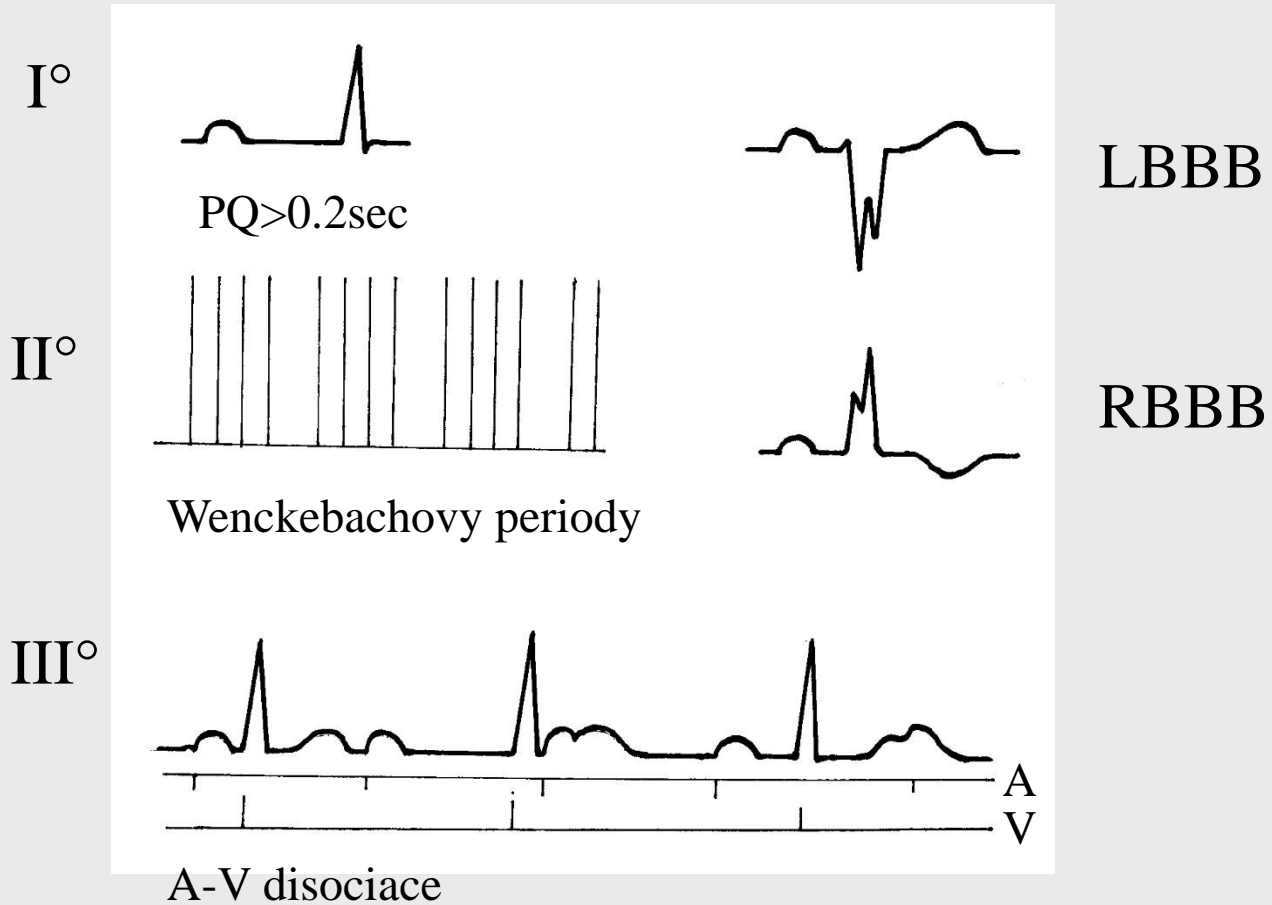
MÍSTO PŮVODU VZRUCHU



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

BLOKÁDY

- SICK SINUS SYNDROM
- AV BLOKÁDY

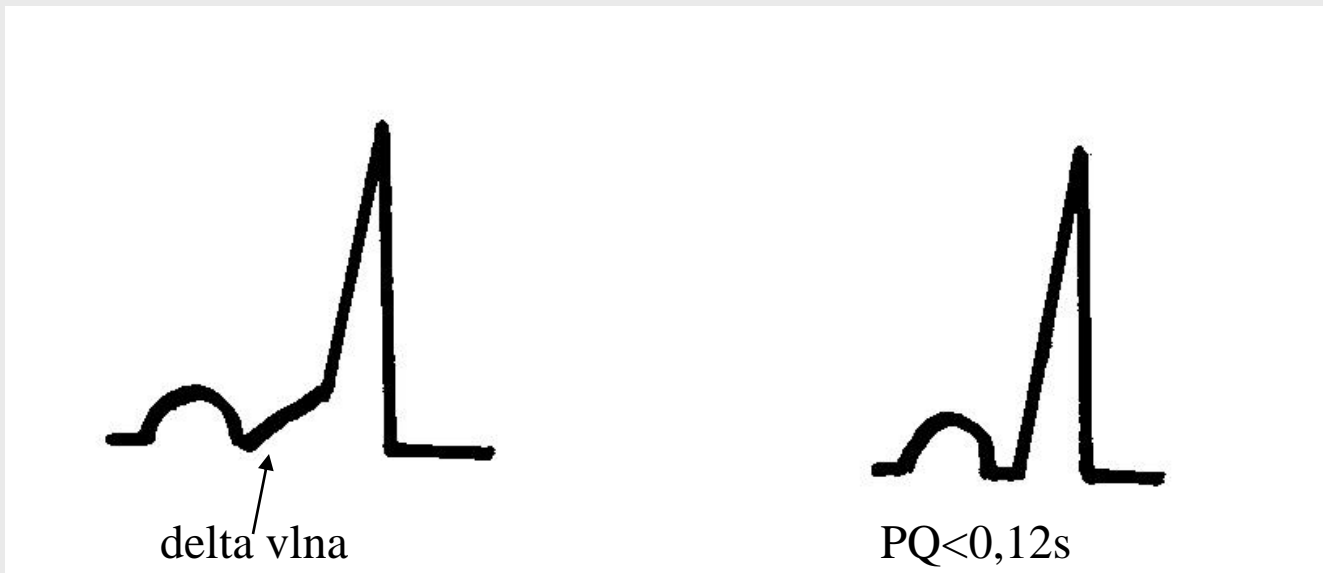


- BLOKÁDA TAWAROVA RAMÉNKA (BBB)

PREEXCITACE

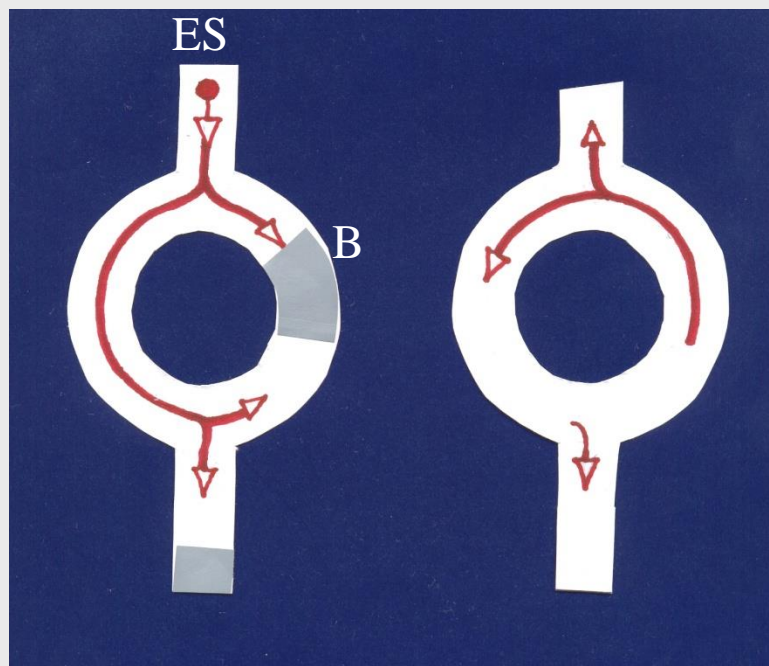
AV uzel je „obcházen“, rychlé vedení

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



REENTRY

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



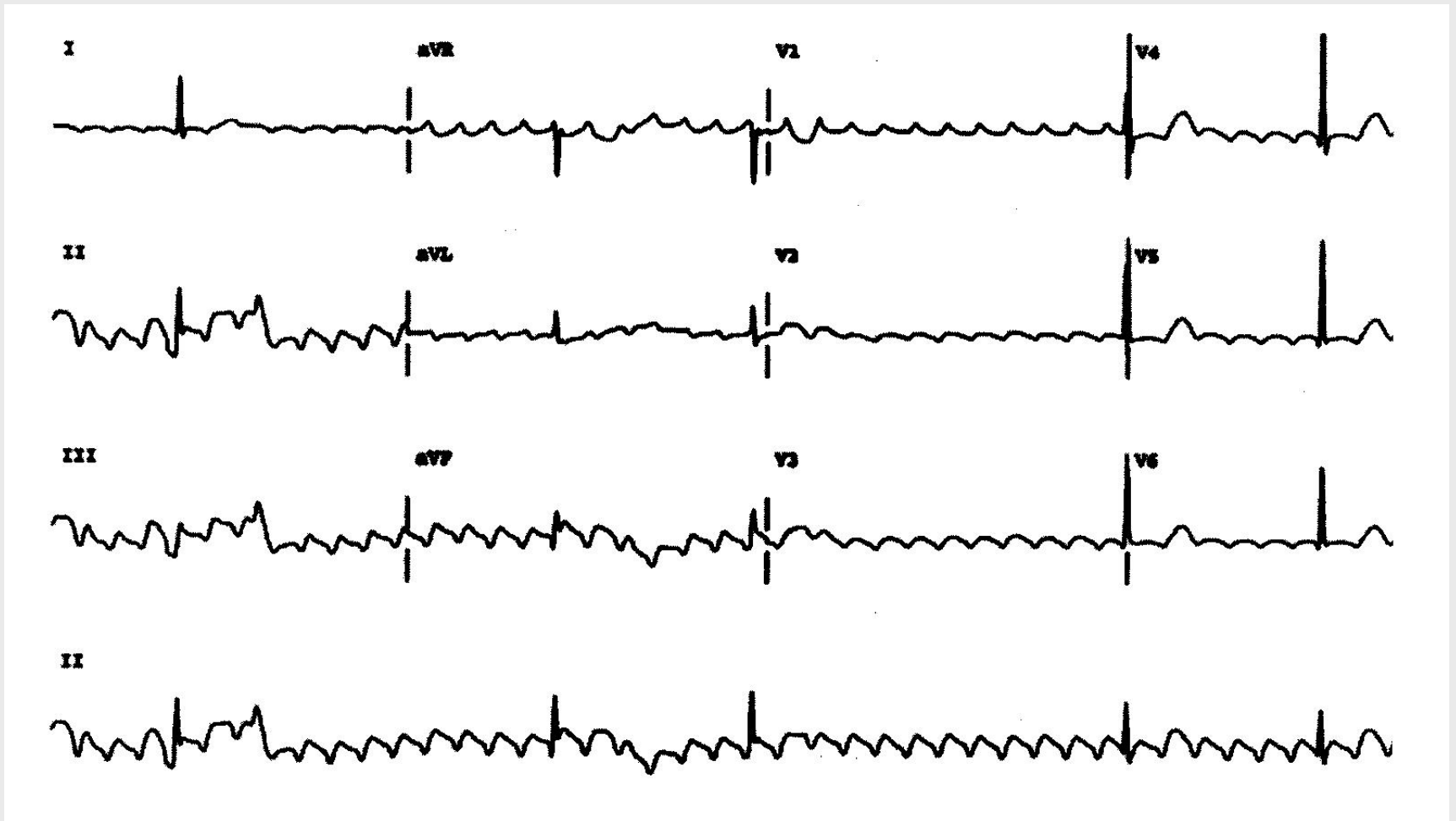
- **Dvojí dráha**
Divergence a konvergence excitačních cest
- **Jednosměrný blok**
 1. Dlouhá refrakterní perioda
 2. Zpomalené vedení
- **Krouživý vzruch**

- 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**)

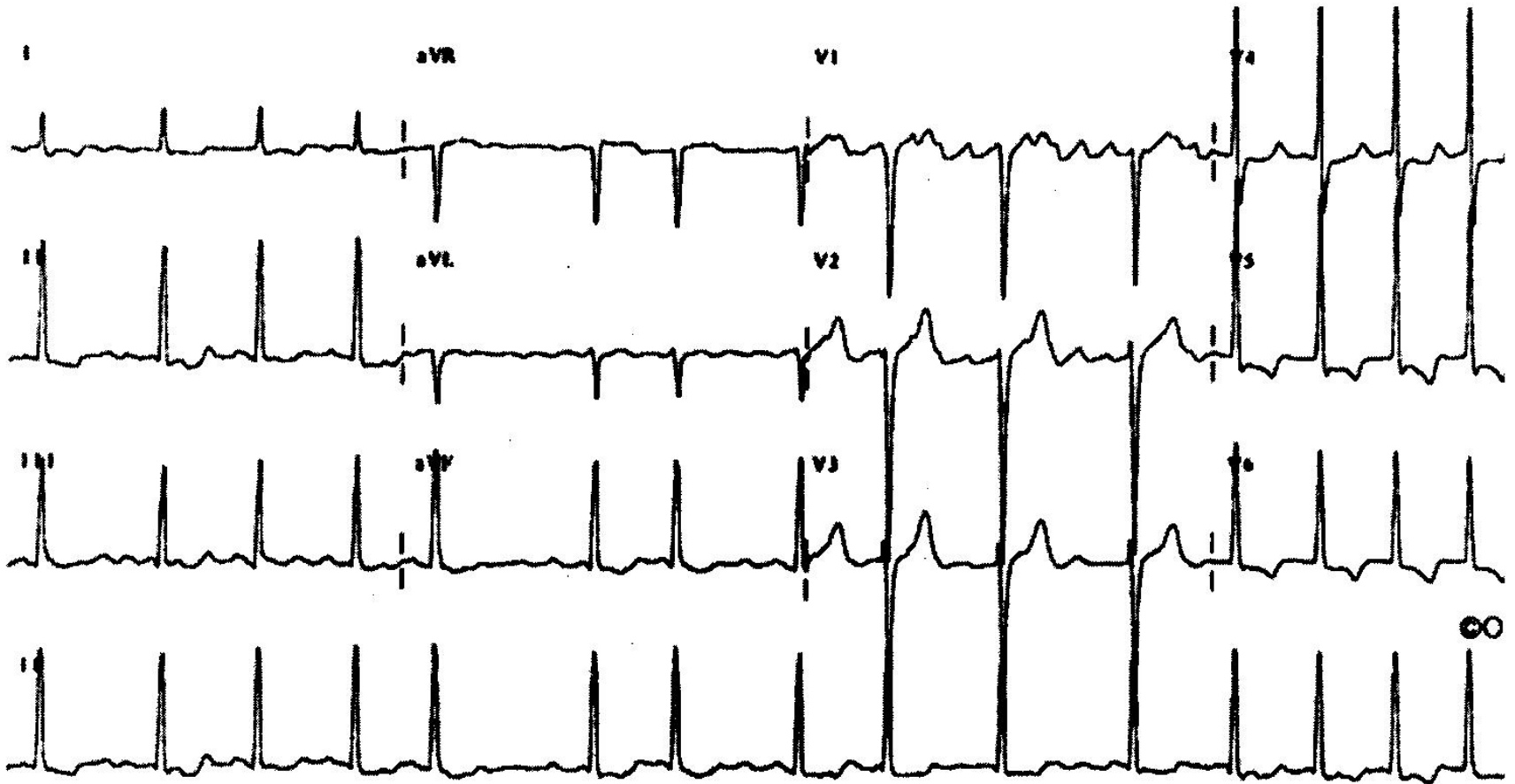
SÍŇOVÝ FLUTTER (kmitání)



Frekvence 250 – 600/min

Síňokomorová blokáda n:1

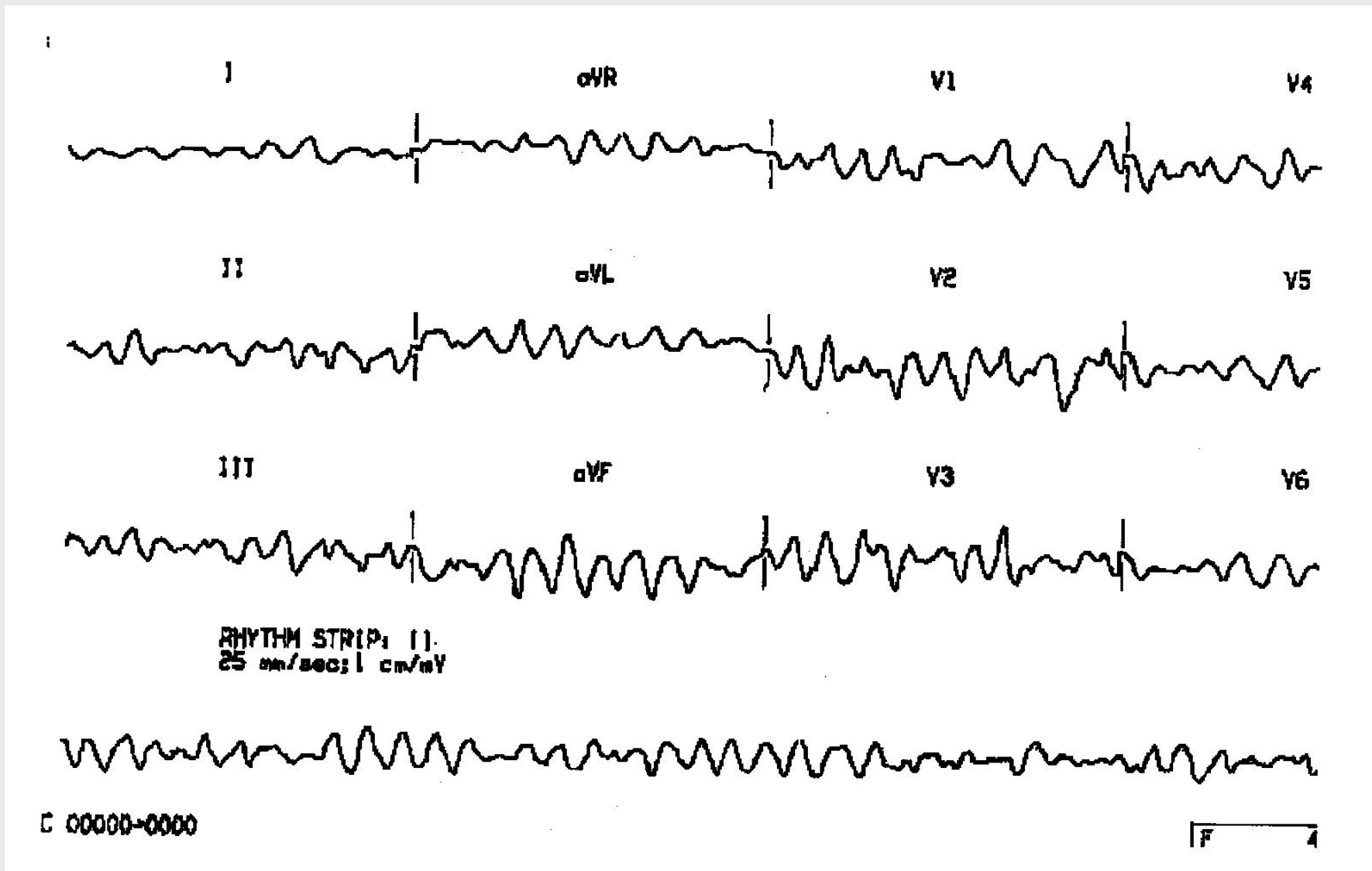
SÍŇOVÁ FIBRILACE (míhání)



Nepravidelný komorový rytmus

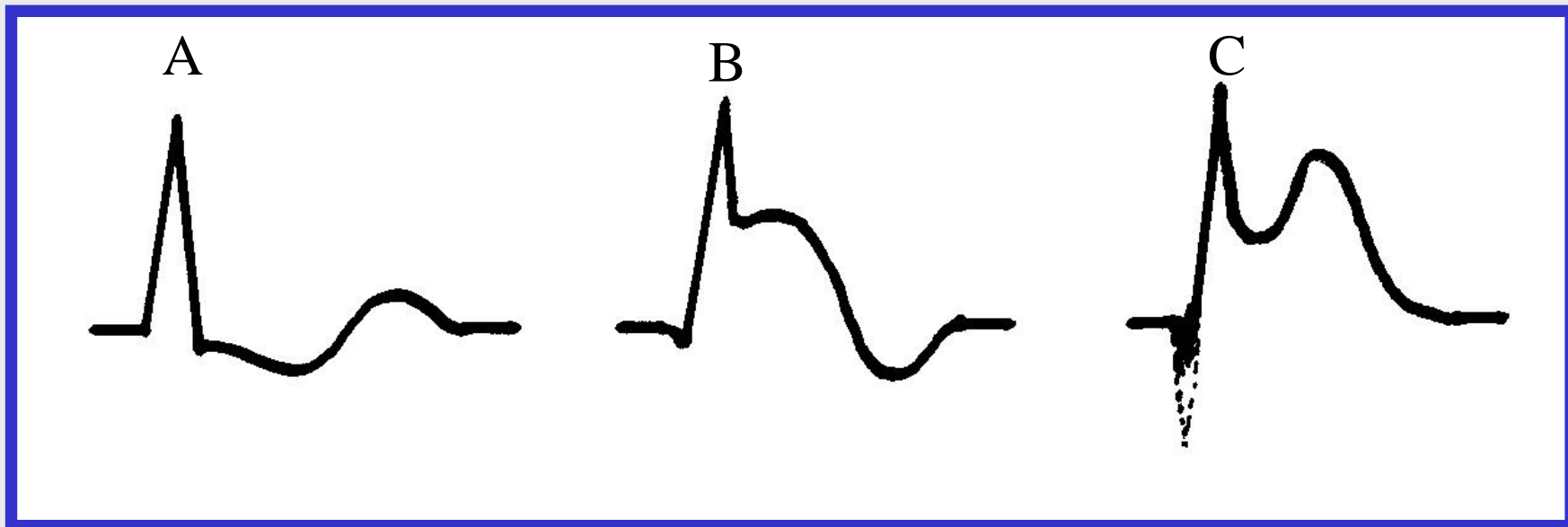
+ f-vlnky

KOMOROVÁ FIBRILACE (míhání)



Frekvence nad 600/min, **LETÁLNÍ**

OBRAZ SRDEČNÍ ISCHEMIE



A: námahová angina pectoris

B: akutní non-Q infarkt myokardu

C: akutní Q infarkt myokardu

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
- 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