



ZPRACOVÁNÍ A ANALÝZA BIOSIGNÁLŮ II.



ELEKTROKARDIOGRAM I.

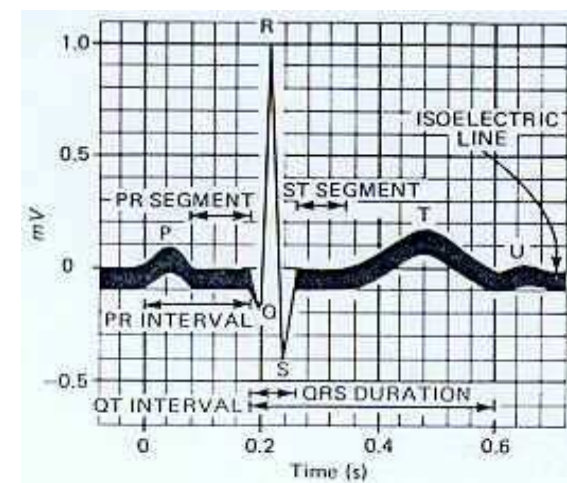
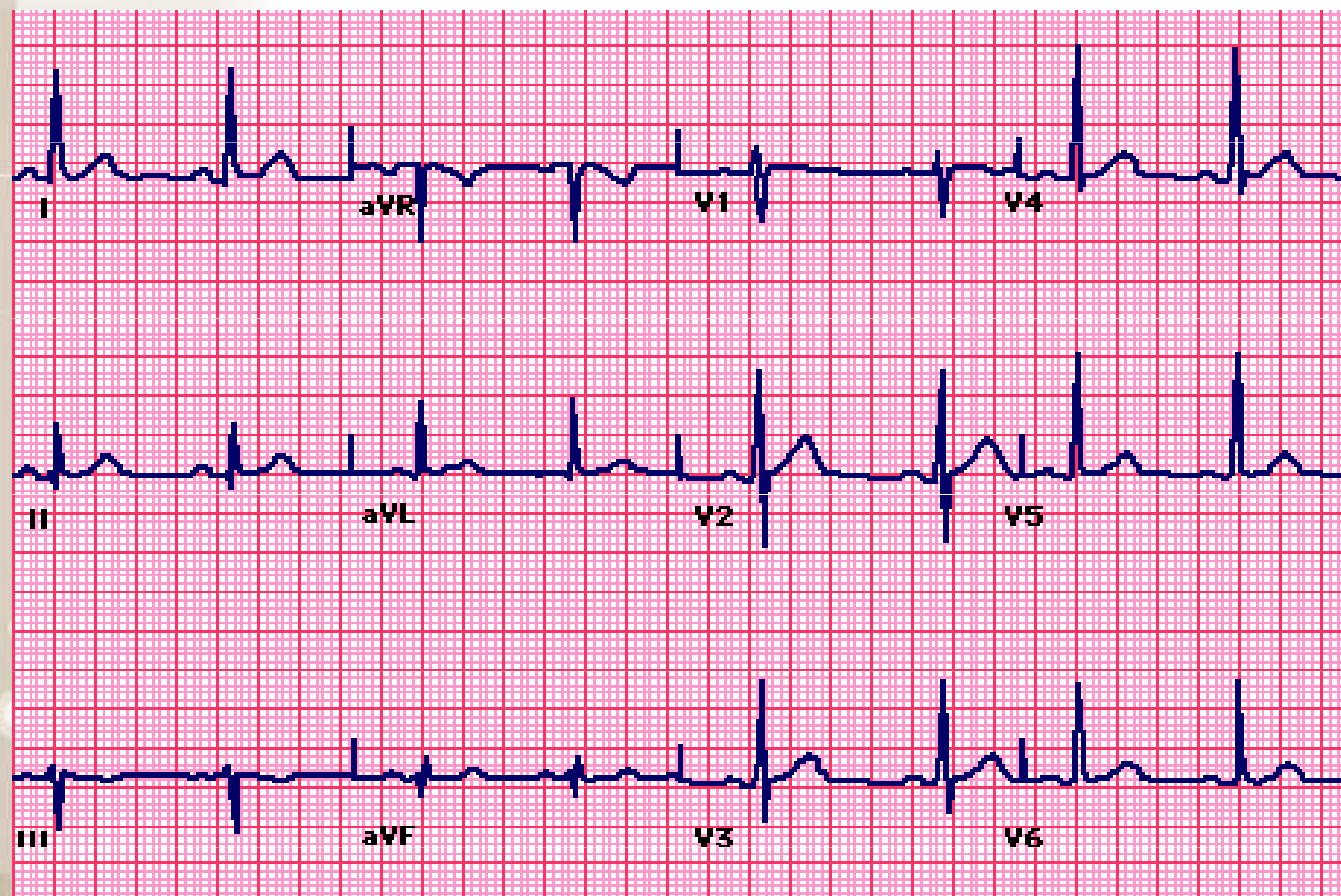
SIGNÁLY KARDIOVASKULÁRNÍHO SYSTÉMU

- ☑ **ELEKTRICKÉ** – EKG, FEKG, bioimpedanční signály hrudníku;
- ☑ **MAGNETICKÉ** – MKG;
- ☑ **MECHANICKÉ** – tlaková křivka, pletysmogram, AVG (arteriovelocitogram), karotidogram, apexkardiogram, seismokardiogram;
- ☑ **ZVUKOVÉ** – fonokardiogram;

ELEKTROKARDIOGRAM

- ☑ **ELEKTROKARDIOGRAM (EKG)** je grafická reprezentace časové závislosti rozdílu elektrických potenciálů, snímaných zpravidla z povrchu hrudníku, které vznikají jako důsledek šíření elektrického vzruchu svalovou tkání srdečních síní a komor.

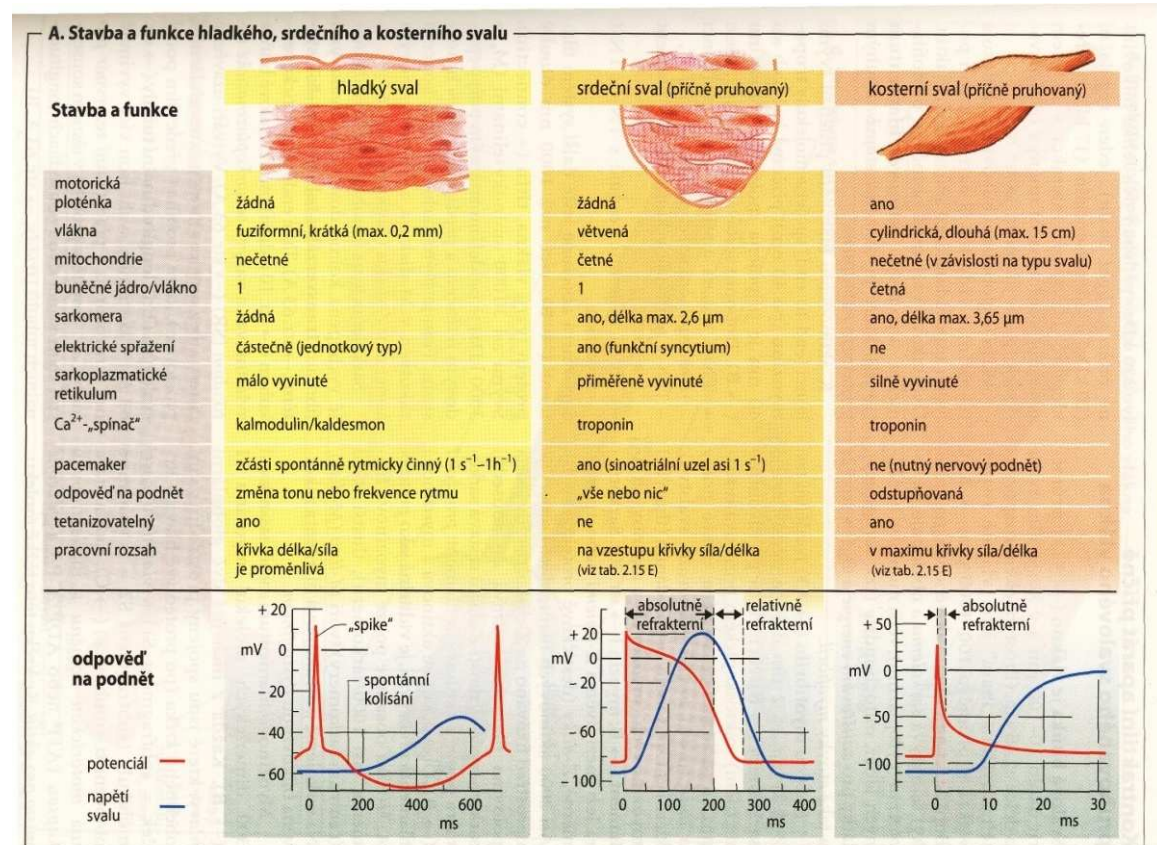
ELEKTROKARDIOGRAM



GENEZE VZNIKU

☑ ŠÍŘENÍ ELEKTRICKÉHO VZRUCHU SRDCEM

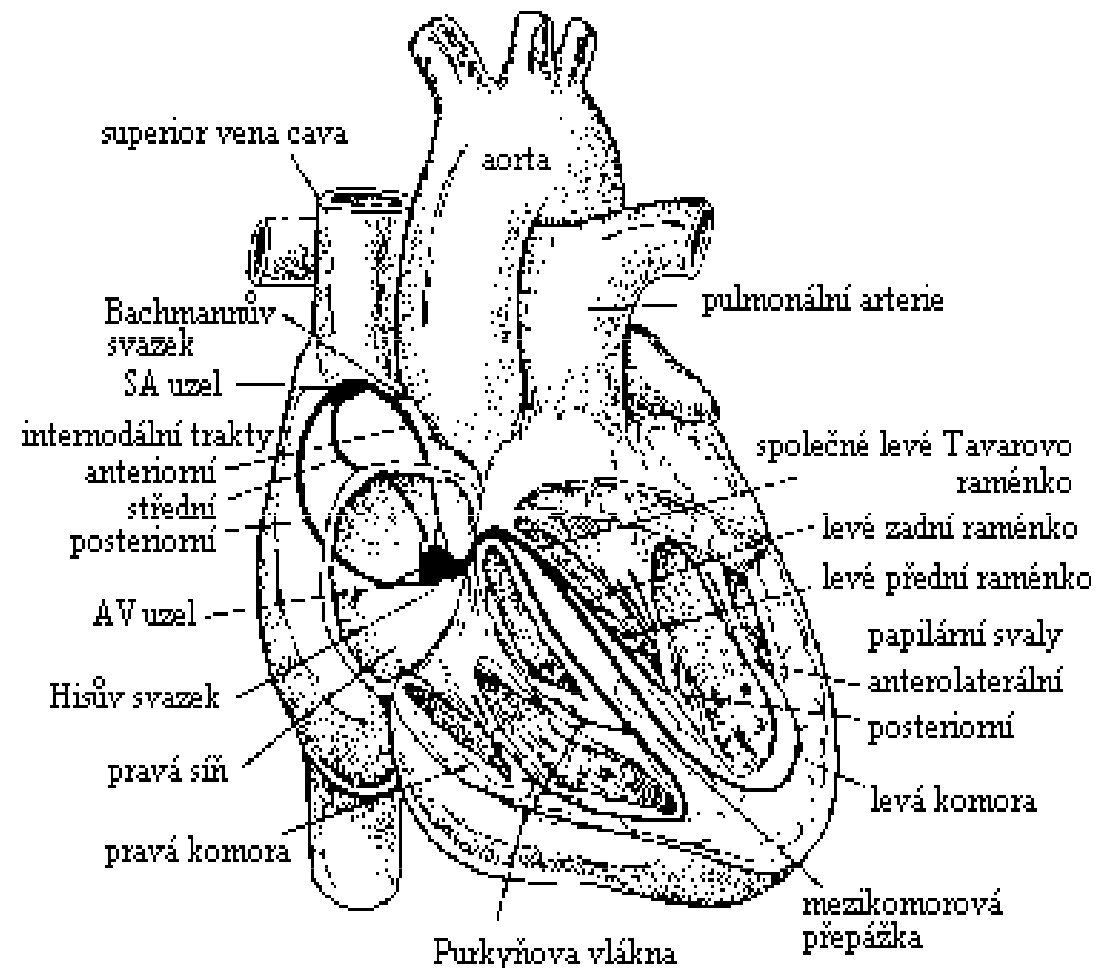
srdce je soubor specializovaných pacemakerových buněk, u kterých se střídá depolarizace a repolarizace, buď samovolně či na základě buzení od sousedních buněk



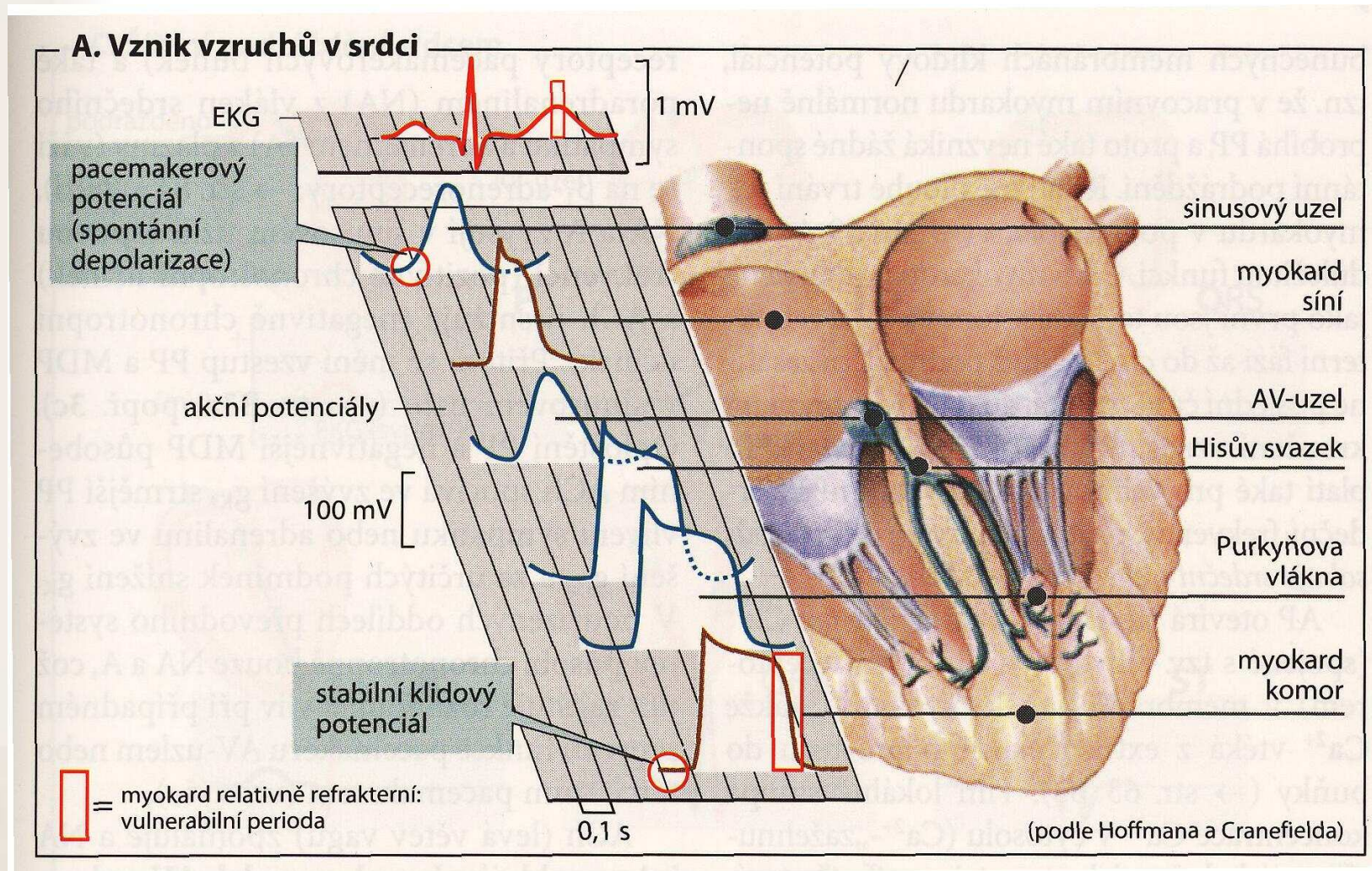
GENEZE VZNIKU

☑ ŠÍŘENÍ ELEKTRICKÉHO VZRUCHU SRDCEM

průchod elektrického proudu vodičem vyvolává kolem vodiče elektromagnetické pole, jehož elektrickou složku (vyjádřenou elektrickým potenciálem) měříme zpravidla povrchovými elektrodami

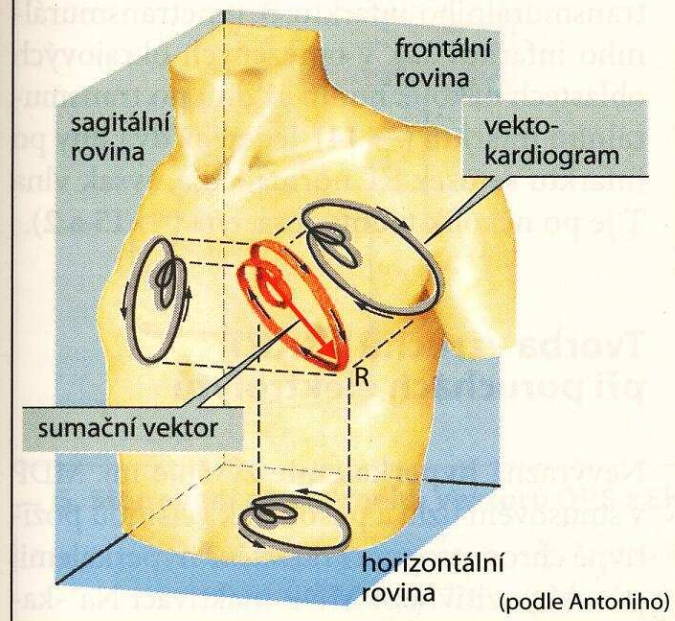


GENEZE VZNIKU

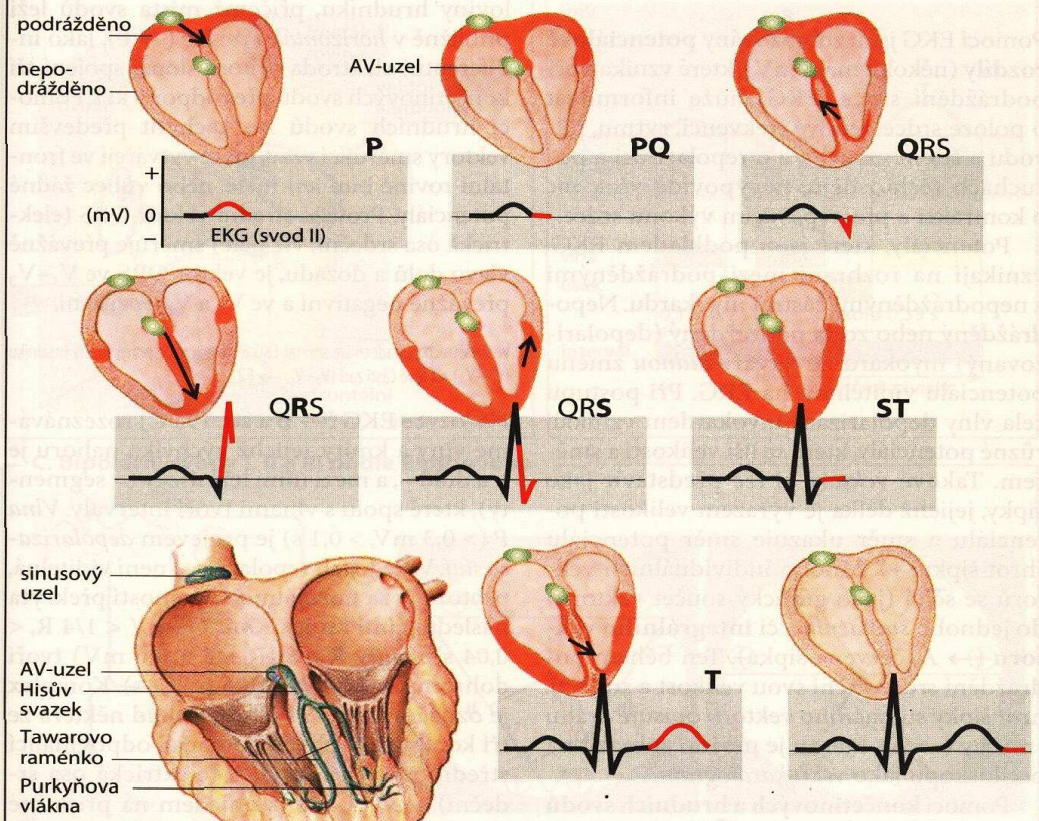


GENEZE VZNIKU

A. Vektorové smyčky při podráždění srdce



C. Šíření podráždění srdcem



normální průběh dráždění	čas (ms)	EKG	rychlost vedení ($m \cdot s^{-1}$)	vlastní frekvence (min^{-1})
sinusový uzel tvorba podnětů vstup impulzu do vzdálených částí síní	0 50 85	vlna P	0,05 0,8–1,0 v síní	60–100
pravá síň levá síň				
AV-uzel další vedení impulzu	50 125	úsek P-Q (zdržení dalšího vedení)	0,05	40–55
aktivován Hisův svazek	130			
aktivovány konce ramének	145		1,0–1,5	25–40
aktivována Purkyňova vlákna	150		3,0–3,5	
vnitřní strana myokardu plně aktivována	175 190	komplex QRS	1,0 v myokardu	žádná
pravá komora levá komora				
zevní strana myokardu plně aktivována	205 225			
pravá komora levá komora				

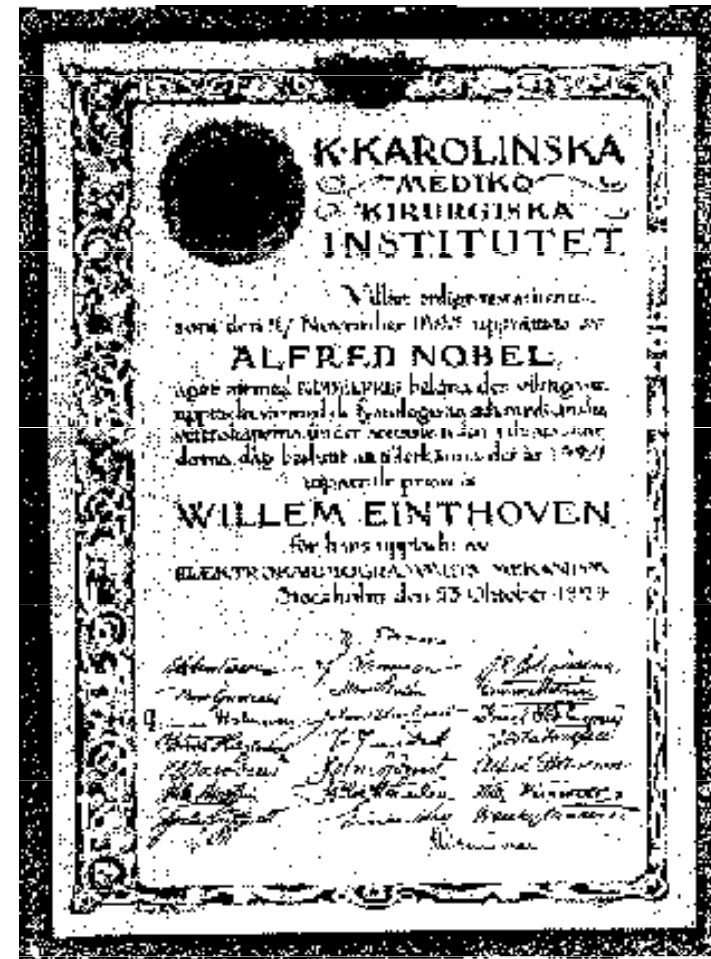
EKG SVODOVÉ SYSTÉMY



Willem Einthoven

(✱ 22.V.1860 - † 29.IX.1927)

1924 Nobelova cena za vynález
elektrokardiografu



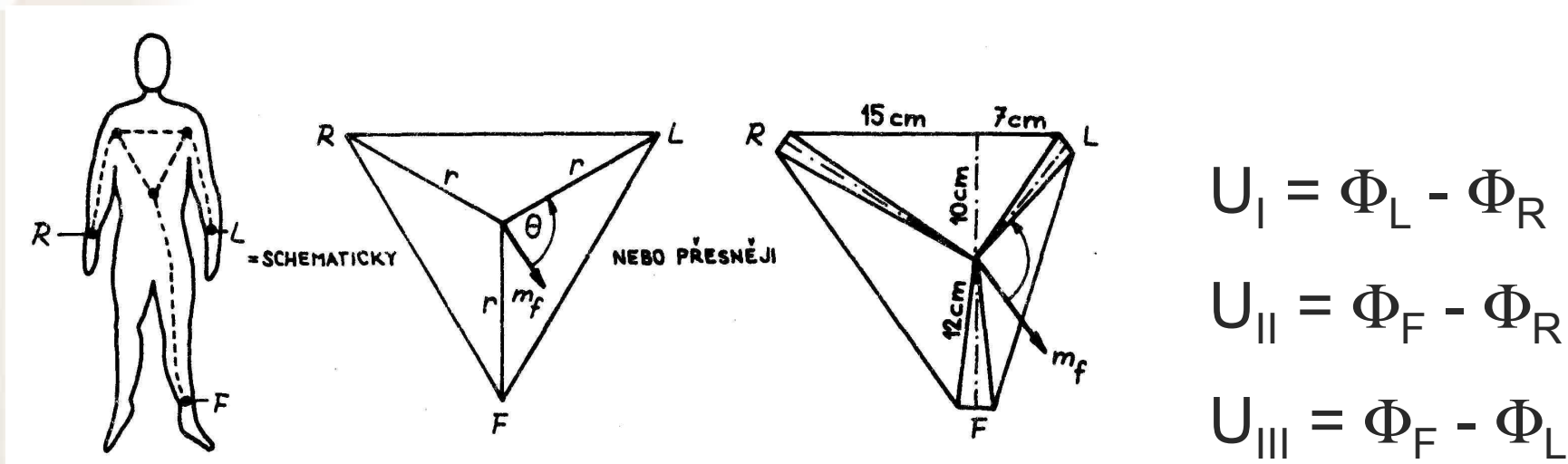
EKG SVODOVÉ SYSTÉMY



EKG SVODOVÉ SYSTÉMY

STANDARDNÍ 12 SVODOVÝ SYSTÉM

☑ končetinové svody – I, II, III



měrné vodivosti:

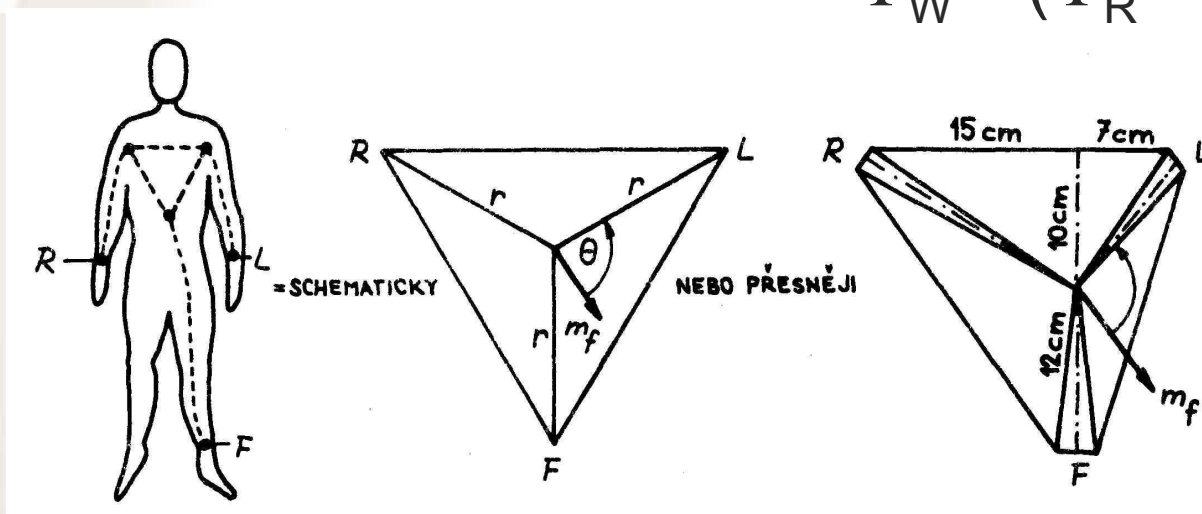
srdce $178 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$; krev $660 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$; plíce $47 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$;
podélná vodivost kosterního svalstva $360 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$;

EKG SVODOVÉ SYSTÉMY

STANDARDNÍ 12 SVODOVÝ SYSTÉM

☑ Wilsonova svorka

$$\Phi_W = (\Phi_R + \Phi_L + \Phi_F)/3 = 0$$



Wilsonovy svody

$$U_{VR} = \Phi_R$$

$$U_{VL} = \Phi_L$$

$$U_{VF} = \Phi_F$$

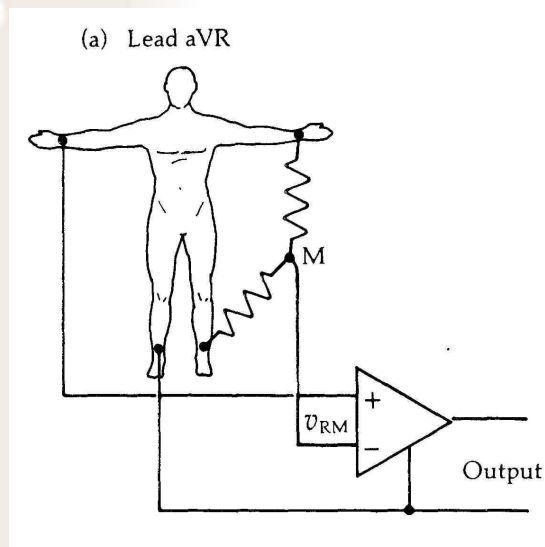
měrné vodivosti:

srdce $178 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$; krev $660 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$; plíce $47 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$;
podélná vodivost kosterního svalstva $360 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$;

EKG SVODOVÉ SYSTÉMY

STANDARDNÍ 12 SVODOVÝ SYSTÉM

☑ Goldbergerovy (zesílené) svody



$$U_{aVR} = \Phi_R - (\Phi_L + \Phi_F)/2 = 1,5 \cdot U_{VR}$$

$$U_{aVL} = \Phi_L - (\Phi_R + \Phi_F)/2 = 1,5 \cdot U_{VL}$$

$$U_{aVF} = \Phi_F - (\Phi_R + \Phi_L)/2 = 1,5 \cdot U_{VF}$$

měrné vodivosti:

**srdce $178 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$; krev $660 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$; plíce $47 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$;
podélná vodivost kosterního svalstva $360 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$;**

EKG SVODOVÉ SYSTÉMY

STANDARDNÍ 12 SVODOVÝ SYSTÉM

☑ unipolární hrudní svody

$$U_{V1} = \Phi_{V1} - \Phi_W$$

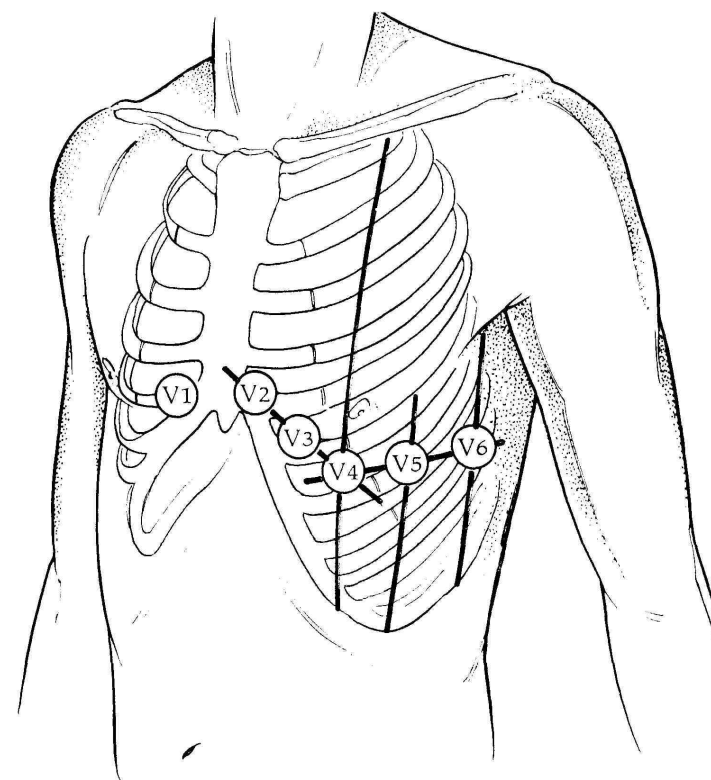
$$U_{V2} = \Phi_{V2} - \Phi_W$$

$$U_{V3} = \Phi_{V3} - \Phi_W$$

...

$$U_{V6} = \Phi_{V6} - \Phi_W$$

- V1 - At fourth intercostal space, at right margin of sternum
- V2 - At fourth intercostal space, at left margin of sternum
- V3 - Midway between sites of V2 and V4
- V4 - At fifth intercostal space, at midclavicular line
- V5 - At same level as site of V4, at anterior axillary line
- V6 - At same level as site of V4, at midaxillary line

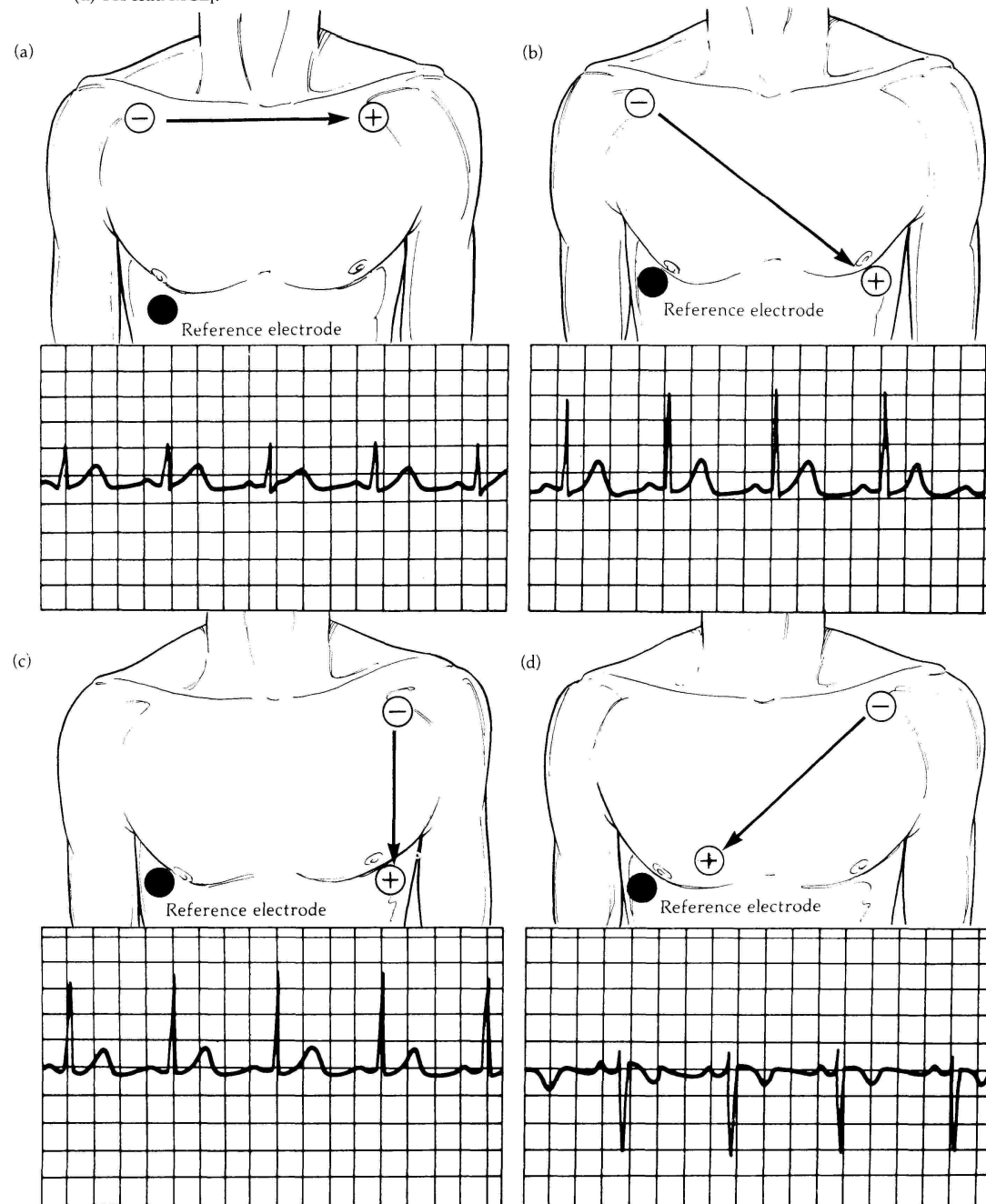


STANDARDNÍ 12 SVODOVÝ SYSTÉM

NÁHRADNÍ UMÍSTĚNÍ KONČETINOVÝCH ELEKTROD NA HRUDNÍKU

Figure 5.4— Placements of chest electrodes.

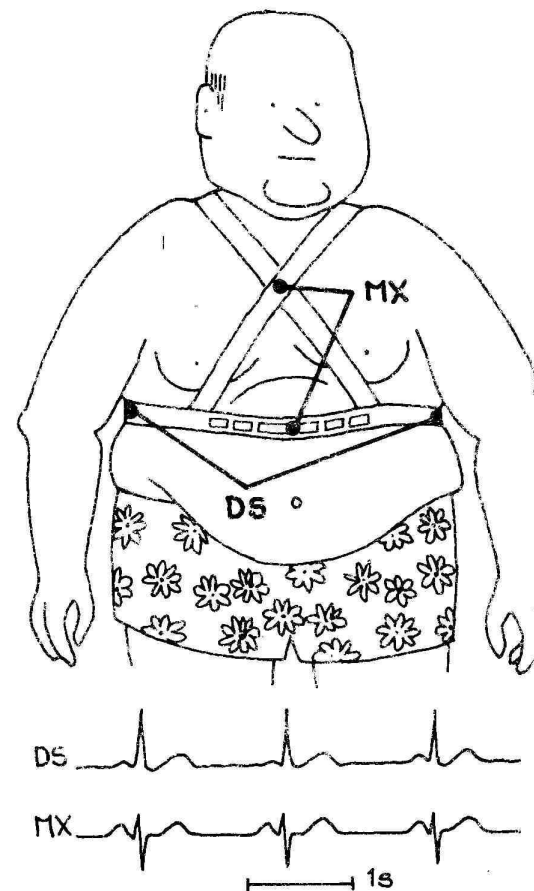
- (a) For signal similar to lead I.
- (b) For signal similar to lead II.
- (c) For signal similar to lead III.
- (d) For lead MCL₁.



EKG SVODOVÉ SYSTÉMY

NÁHRADNÍ UMÍSTĚNÍ ELEKTROD

- ✓ co nejmenší vliv pohybu vyšetřovaného na kvalitu signálu – pohybové artefakty, myopotenciály;
- ✓ co nejmenší vliv přívodů na mobilitu vyšetřovaného

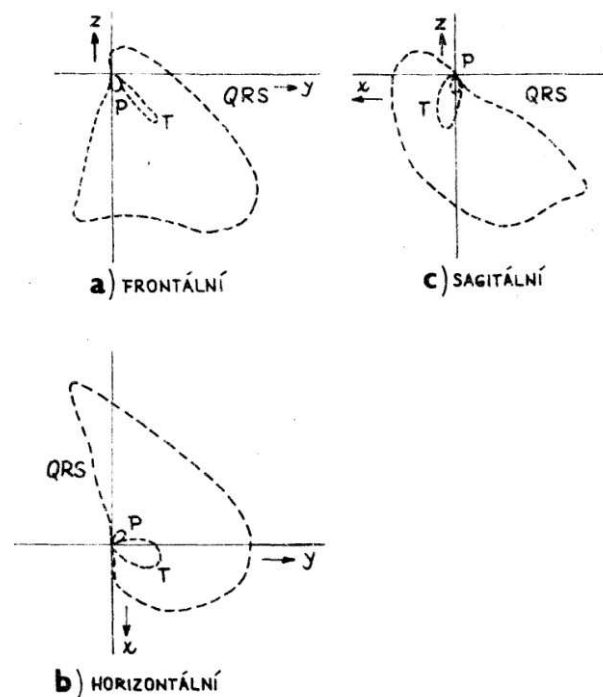


Obr. 109: Umístění elektrod a sejmuté průběhy Belletova D-S svodu a Geddesova M-X svodu

EKG SVODOVÉ SYSTÉMY

ORTOGONÁLNÍ SVODOVÉ SYSTÉMY

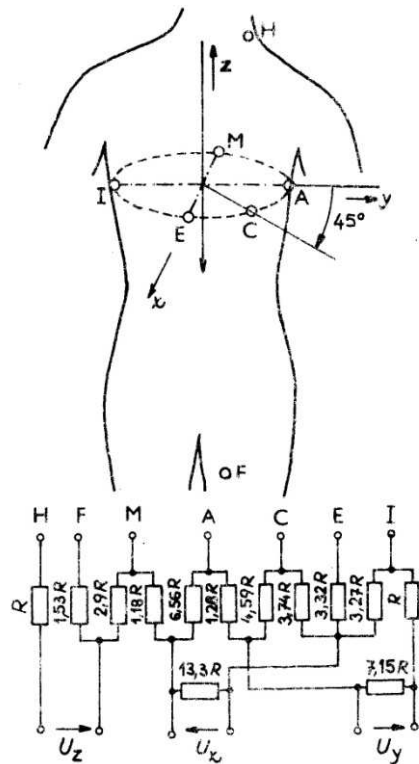
vyjadřují prostorové vlastnosti
elektrického pole kolem srdce
(hrudníku) pomocí tří ortogonálních
signálů;
zobrazení pomocí tří rovinných
smyček;



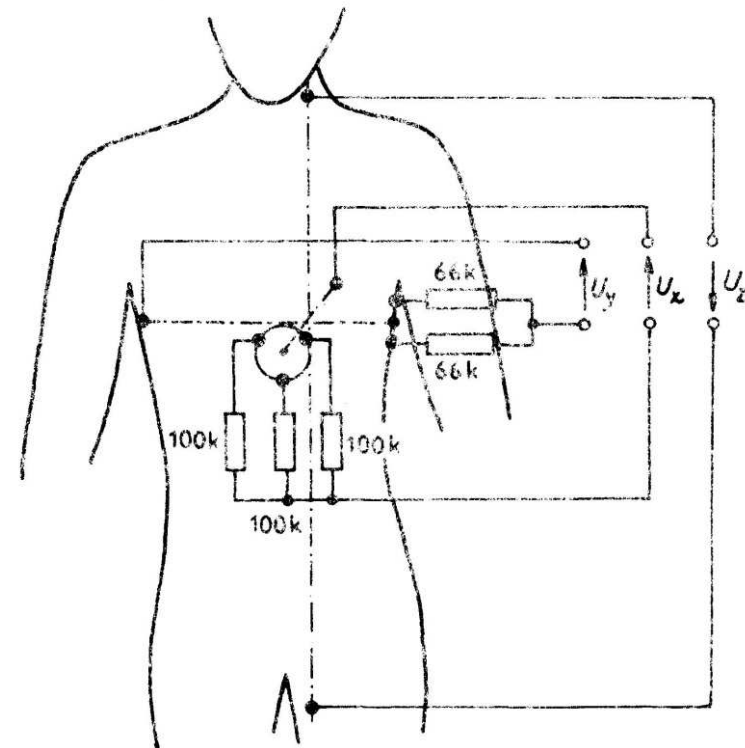
EKG SVODOVÉ SYSTÉMY

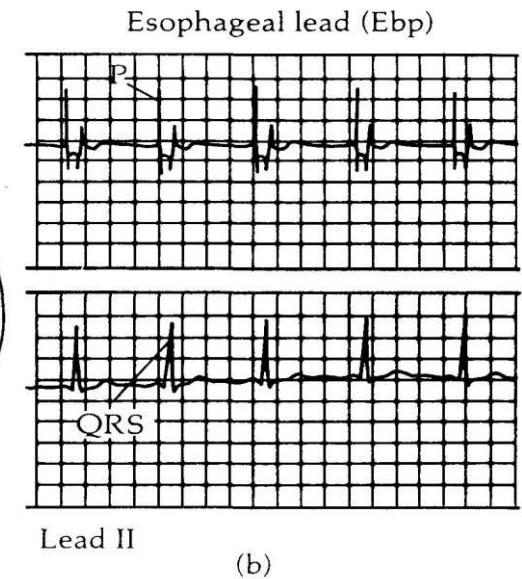
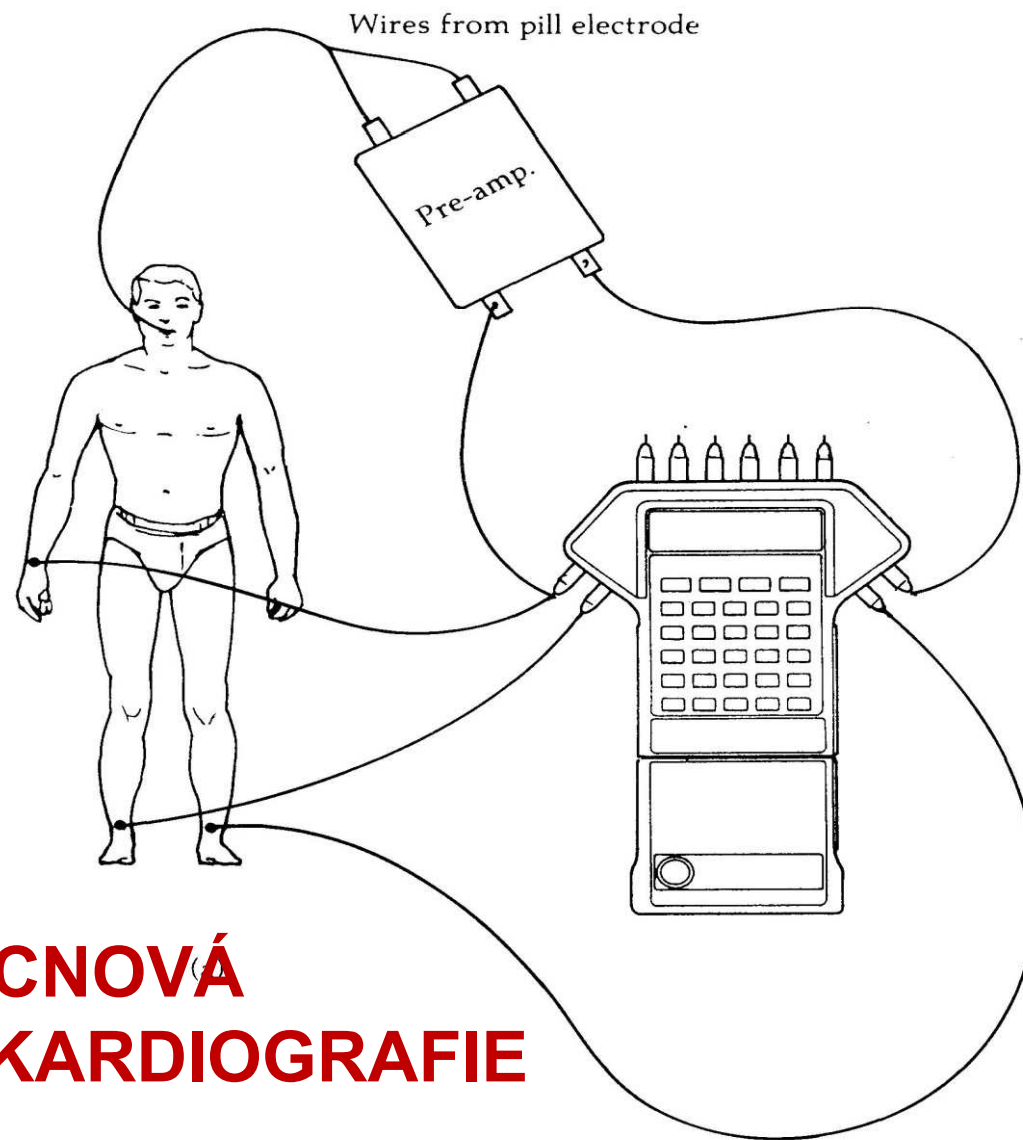
ORTOGONÁLNÍ SVODOVÉ SYSTÉMY

Frankův systém



McFee systém





JÍCNOVÁ ELEKTROKARDIOGRAFIE

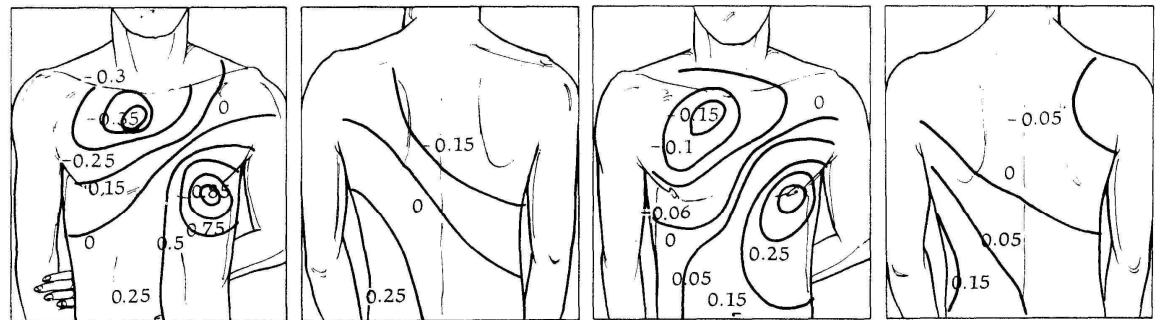
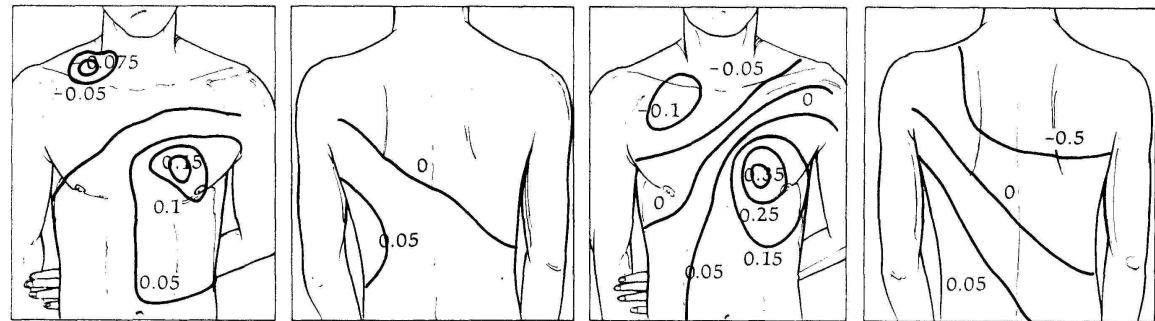


Esophageal lead (Ebp)

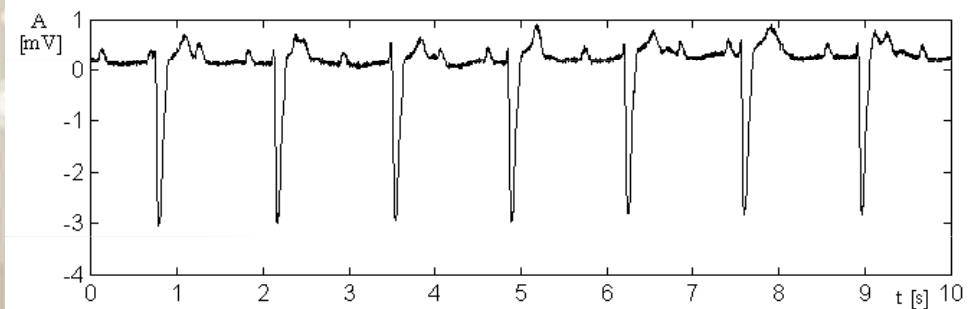
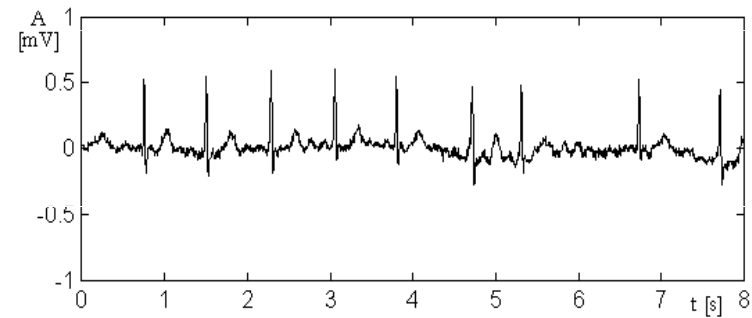
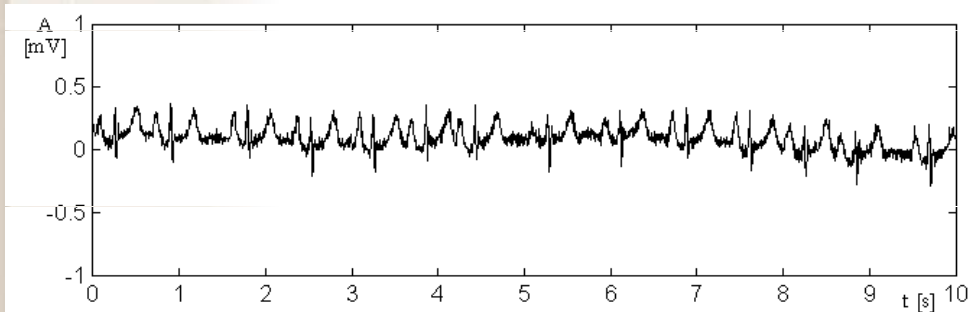
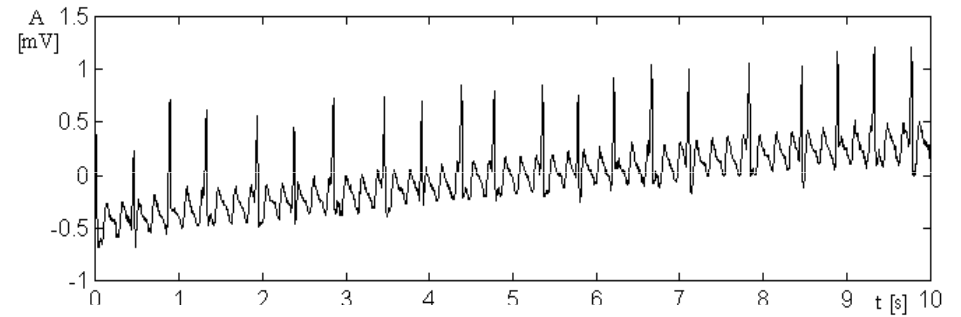
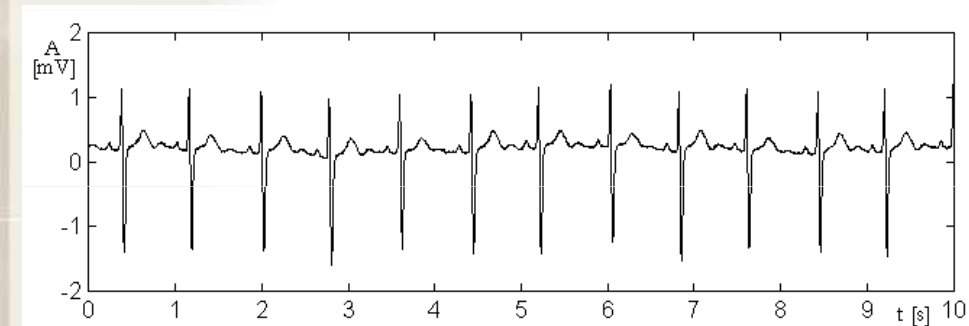
(c)

EKG SVODOVÉ SYSTÉMY

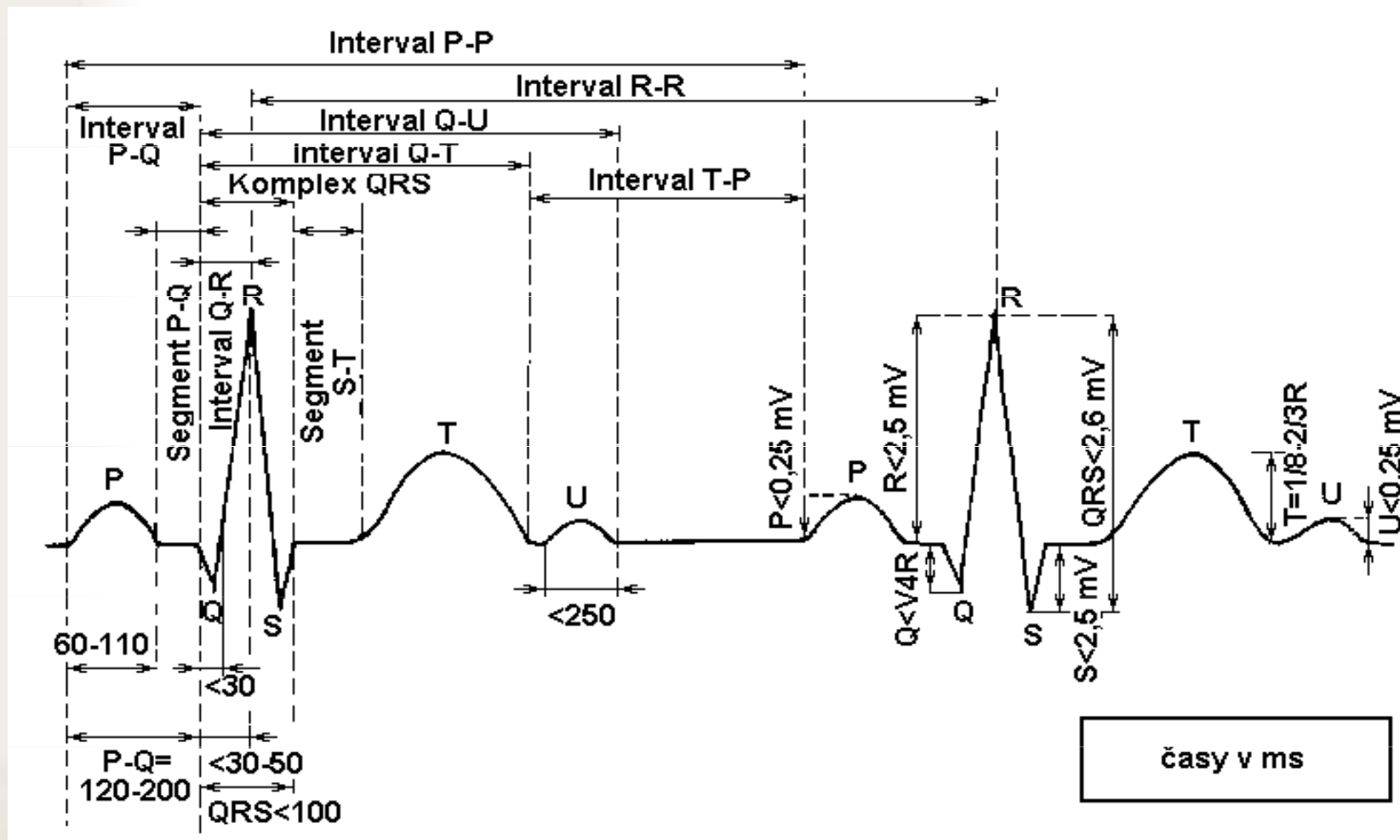
MAPOVÁNÍ



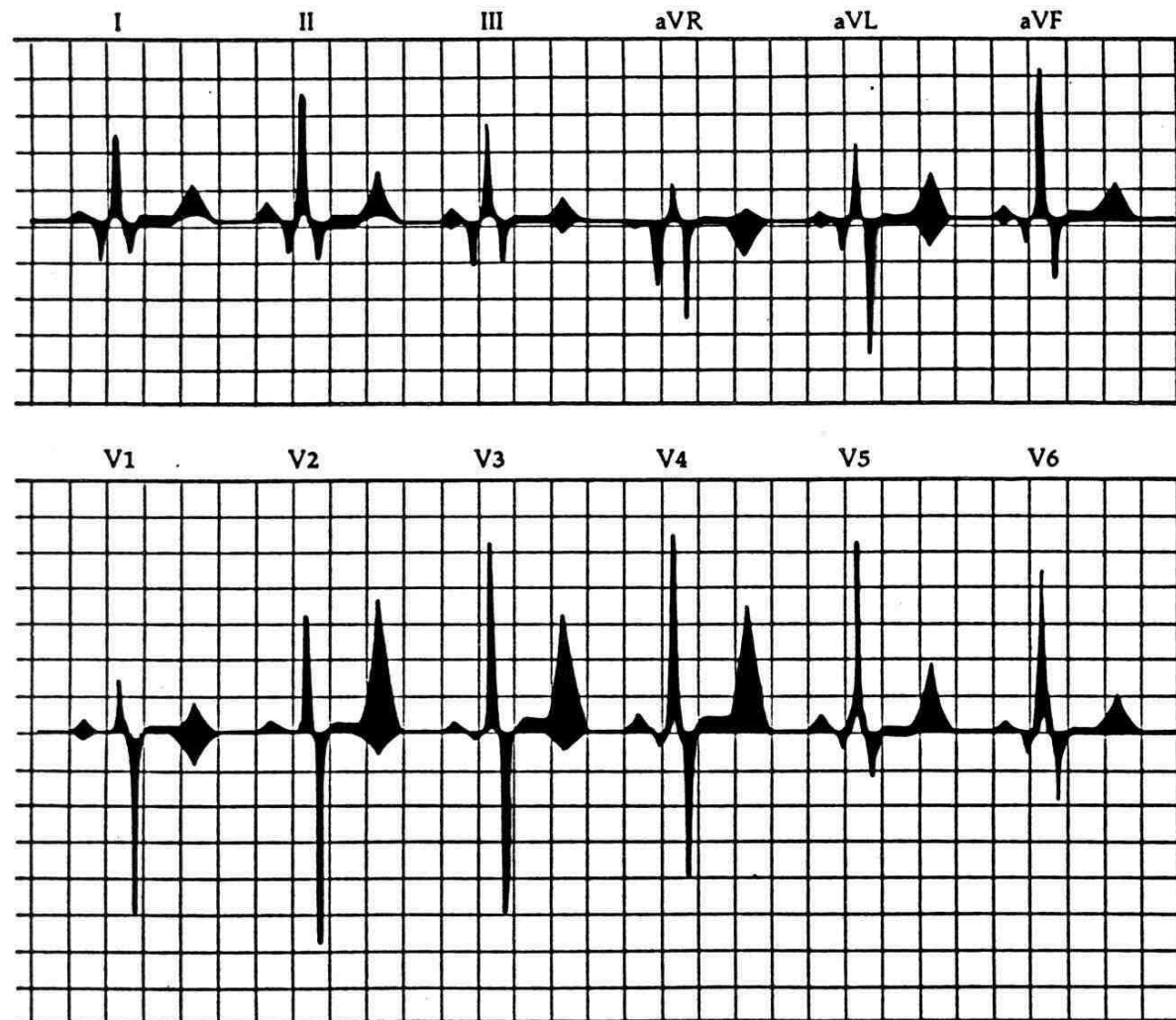
VLASTNOSTI V ČASOVÉ OBLASTI



VLASTNOSTI V ČASOVÉ OBLASTI



VLASTNOSTI V ČASOVÉ OBLASTI



VLASTNOSTI VE SPEKTRÁLNÍ OBLASTI

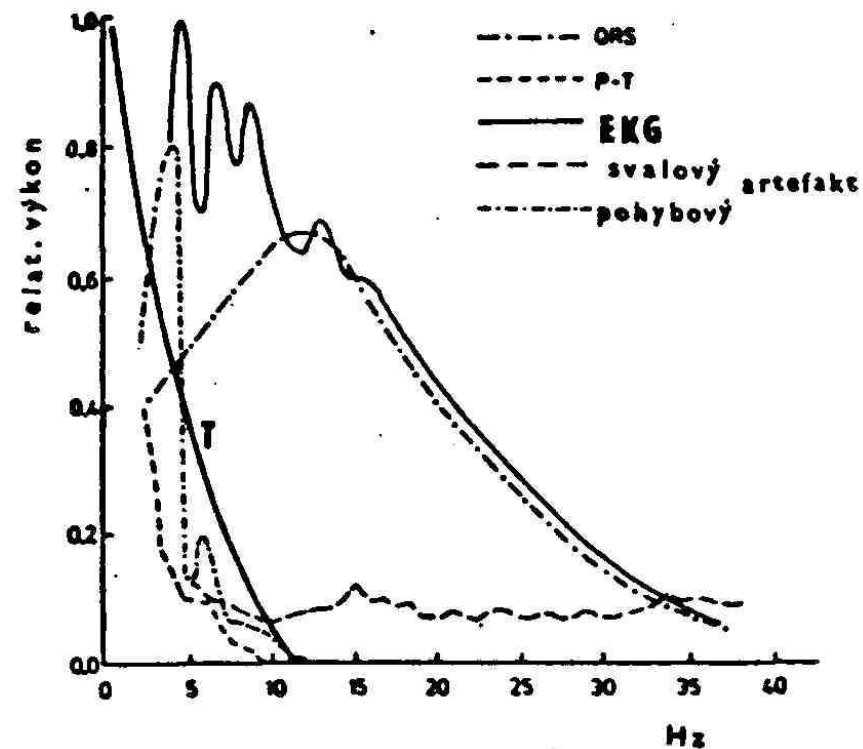
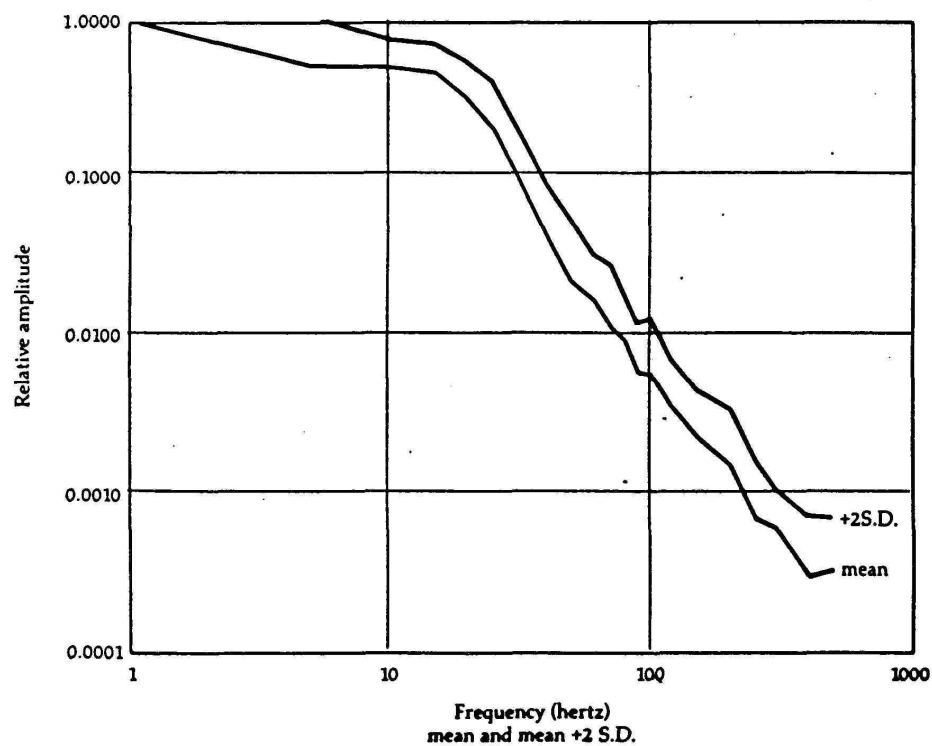
☑ **co je to spektrum?**

VLASTNOSTI VE SPEKTRÁLNÍ OBLASTI

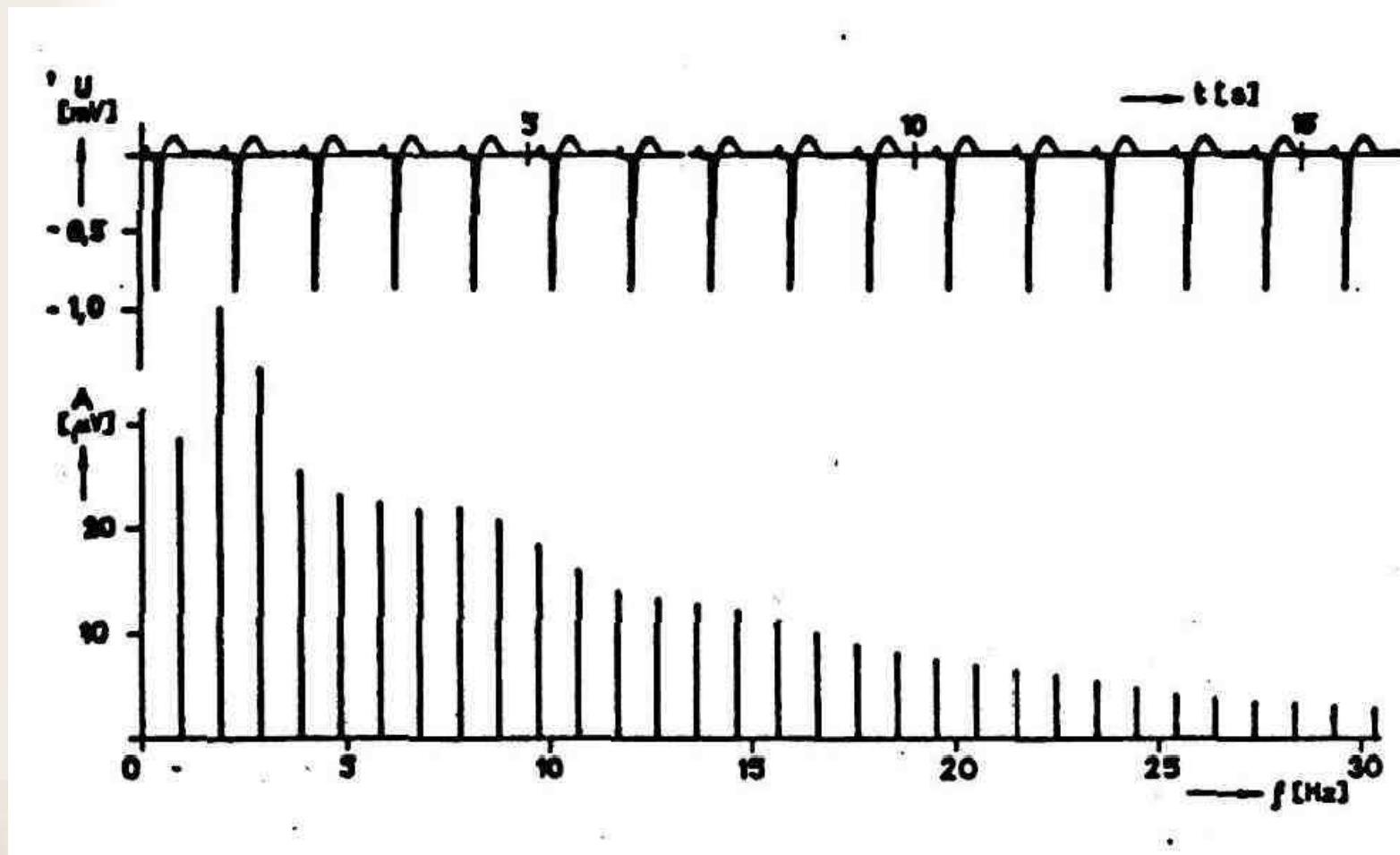
☑ **co je to spektrum?**

Frekvenční spektrum signálu je vyjádření rozložení amplitud a počátečních fází jednotlivých harmonických složek, ze kterých se signál skládá, v závislosti na frekvenci.

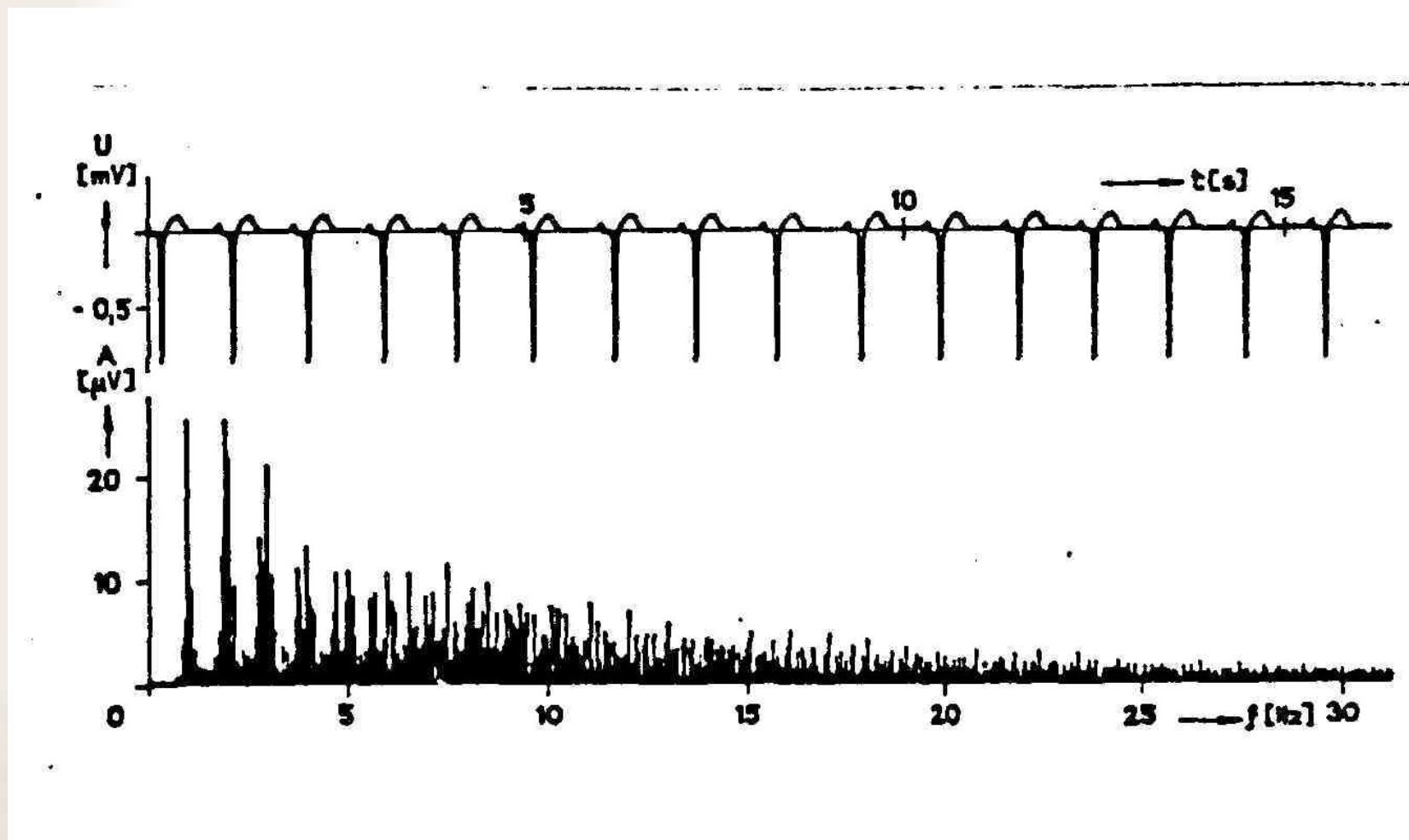
VLASTNOSTI VE SPEKTRÁLNÍ OBLASTI



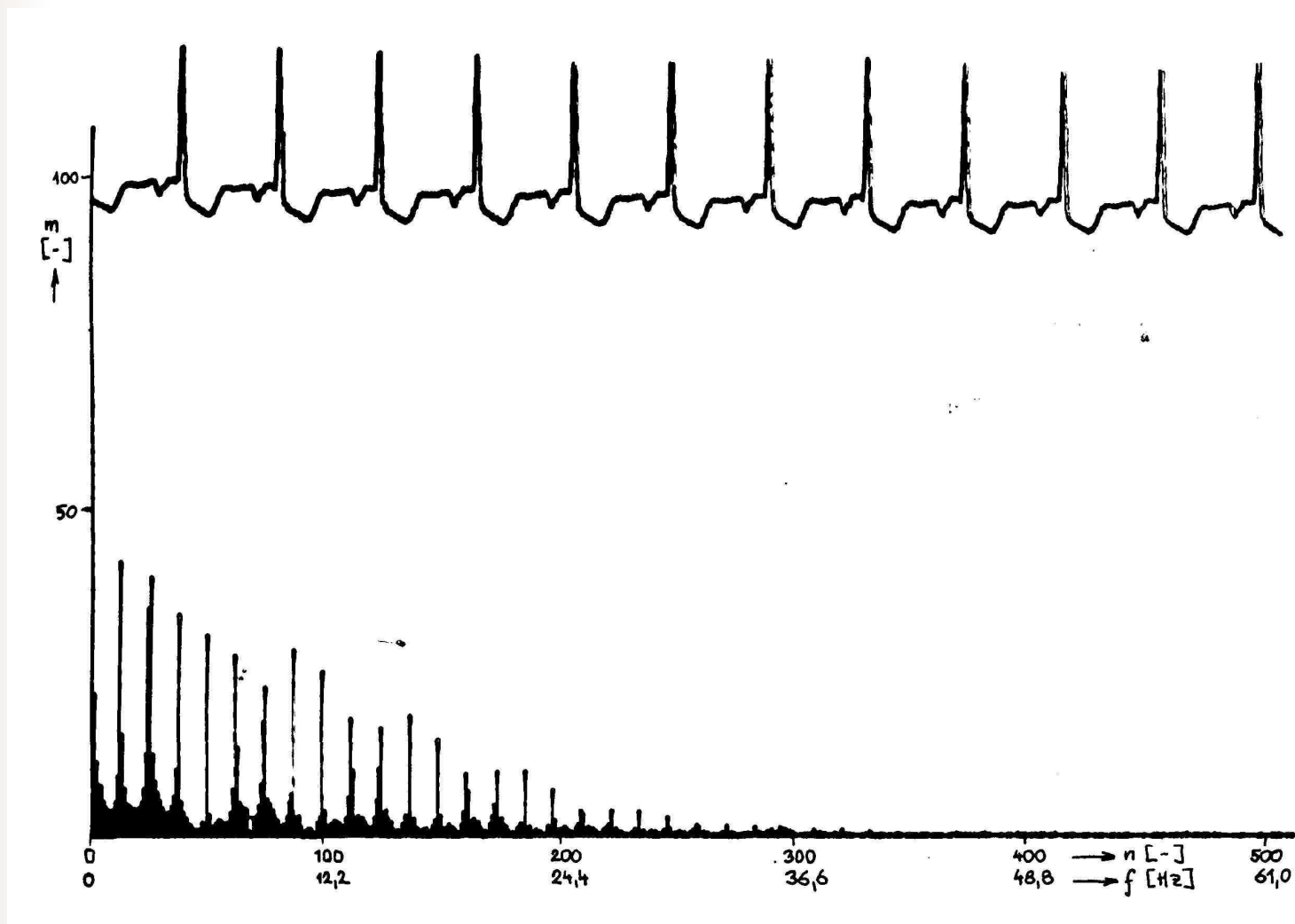
VLASTNOSTI VE SPEKTRÁLNÍ OBLASTI



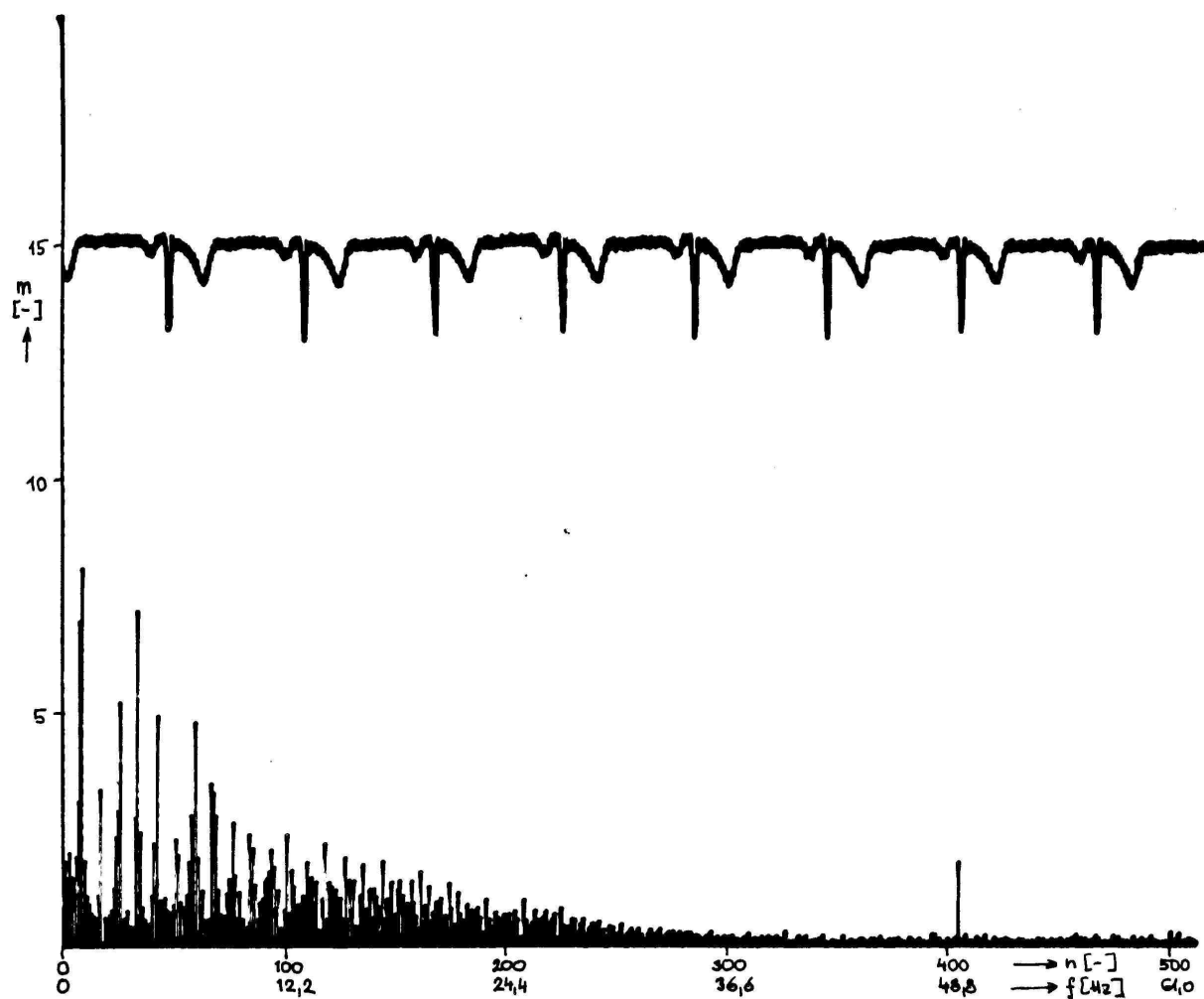
VLASTNOSTI VE SPEKTRÁLNÍ OBLASTI



VLASTNOSTI VE SPEKTRÁLNÍ OBLASTI



VLASTNOSTI VE SPEKTRÁLNÍ OBLASTI



OBLASTI POUŽITÍ

- ✓ **krátkodobé klidové** –
dospělí, děti –
morfologická analýza,
analýza rytmu

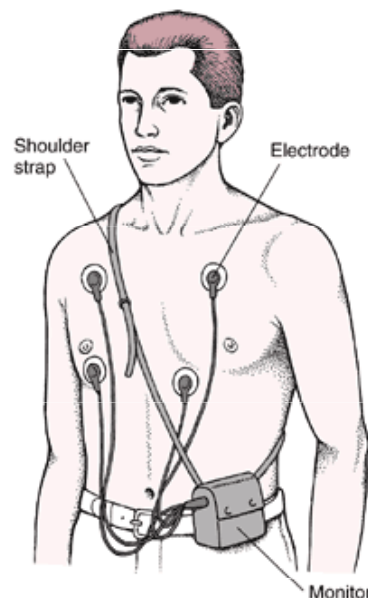
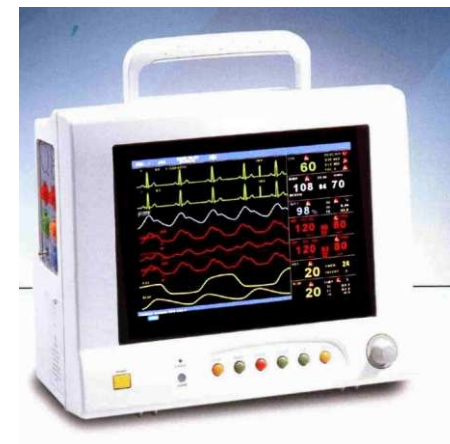


- zátěžové (XEKG)** –
- fyzická i mentální zátěž,
systémy s řízeným
vyšetřením podle
standardních protokolů;

OBLASTI POUŽITÍ

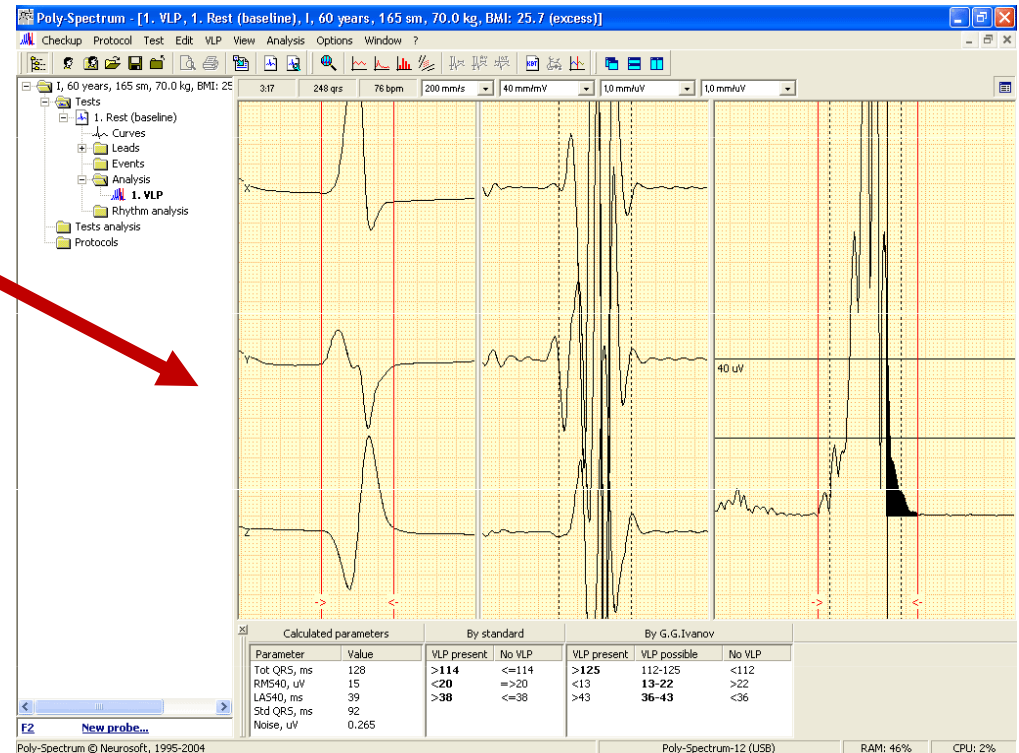
☑ **monitorování** (dlouhodobé)

- „bed side“ – zpracování v reálném čase, alarmy
- Holter – záznam s redukcí dat, analýza ve zrychleném čase



OBLASTI POUŽITÍ

- ✓ **vysokofrekvenční EKG** – Hisovy a pozdní potenciály
- ✓ **analýza srdečního rytmu (HRV)**
- ✓ **fetální EKG**



CÍL ZPRACOVÁNÍ

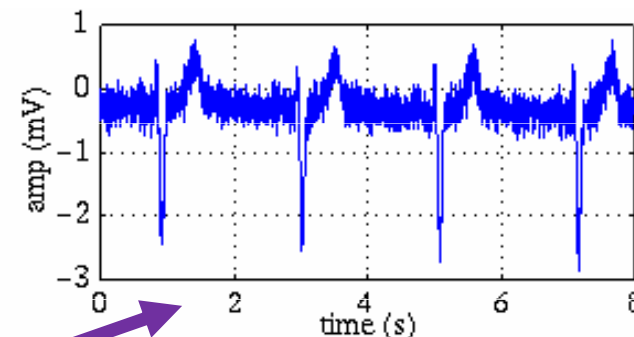
KLASIFIKACE

- **diagnostické klasifikační třídy** (morfologie, rytmus);
- **alarm** normál x nestandard;
- **detekce změn v čase** (během vyšetření – zátěže, v delším časovém horizontu);

RUŠENÍ SIGNÁLU EKG

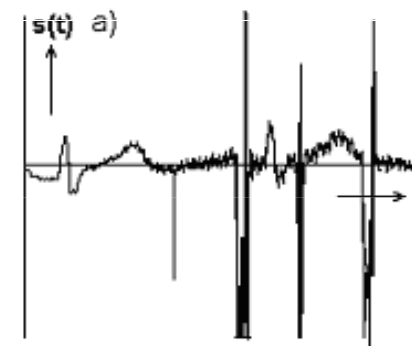
✓ ÚZKOPÁSMOVÉ RUŠENÍ

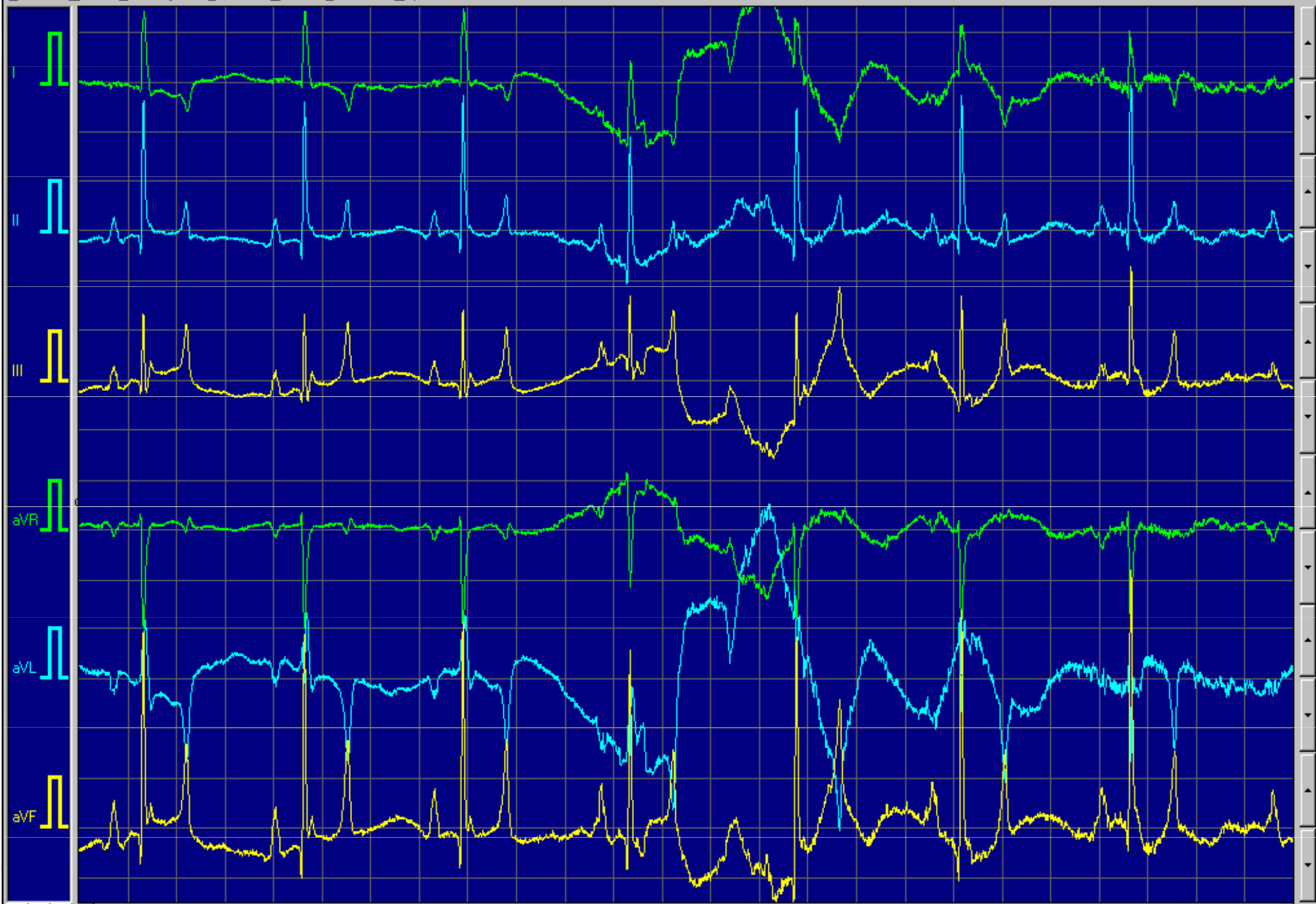
- kolísání (drift) základní izoelektrické linie
- síťové rušení (50 Hz, 60 Hz)



✓ ŠIROKOPÁSMOVÉ RUŠENÍ

- myopotenciály
- rychlé (skokové) změny izoline
- impulsní rušení





RUŠENÍ SIGNÁLU EKG

☑ drift izolinie

- pomalé elektrochemické děje na rozhraní elektroda x pokožka, dýchání pacienta (do 0,8 Hz);
- pomalé pohyby pacienta (do 1,5 Hz)

RUŠENÍ SIGNÁLU EKG

☑ myopotenciály

→ víceméně náhodný charakter, většinou nad 35 Hz, mohou zasahovat shora až k 20 Hz;

☑ rychlé změny nulové izolinie –

→ zdola do 15 Hz;

☑ impulsní rušení – fajnovosti – !! **POZOR** !! – nezaměnit s pacemakerovými impulsy

!! **POHOV** !!

RUŠENÍ SIGNÁLU EKG

