



ÚVOD DO MATEMATICKÉ BIOLOGIE I.

setkání páté



prof. Ing. Jiří Holčík, CSc.

**UKB, pav.A1, IBA LF MU, dv.č.613
holcik@iba.muni.cz**

© Institut biostatistiky a analýz

VÝZKUMNÉ AKTIVITY

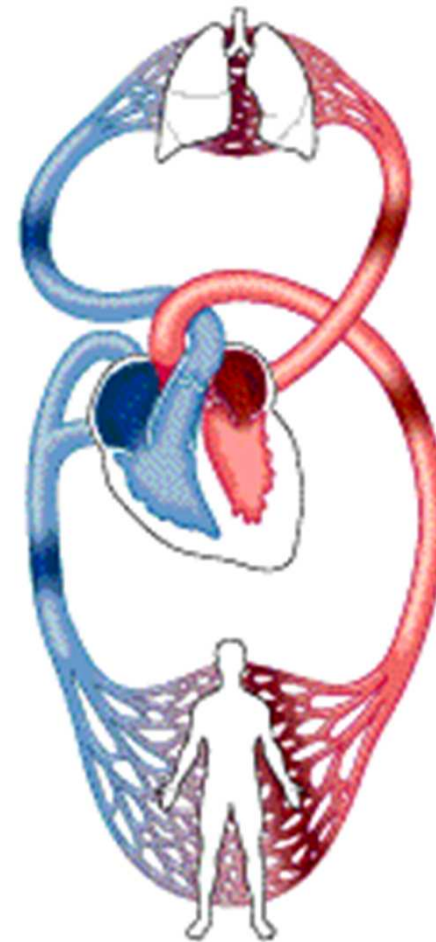
- ☑ kvantifikace vlivu sympatické a parasympatické větve autonomního nervového systému na funkci kardiovaskulární soustavy;
- ☑ stanovení parametrů křivky krevního tlaku pro řízení ventilace při anestézii u koní;
- ☑ hodnocení parametrů signálu EKG při zátěžovém vyšetření koní;
- ☑ detekce epileptických mikrozáchvatů v signálu EEG;

KVANTIFIKACE VLIVU SYMPATICKÉ A PARASYMPATICKÉ VĚTVE AUTONOMNÍHO NERVOVÉHO SYSTÉMU NA FUNKCI KARDIOVASKULÁRNÍ SOUSTAVY

KARDIOVASKULÁRNÍ SOUSTAVA

ÚKOLY

- **zajistit uspokojení požadavků jednotlivých tkání a orgánů:**
 - na zásobení kyslíkem, živinami, minerály, ...;
 - na odstranění metabolických odpadů;
- **poskytnout pohyblivé médium**
 - pro endokrinní (hormonální) řízení;
 - imunitní systém;
- **termoregulace**



ŘÍZENÍ KARDIOVASKULÁRNÍ SOUSTAVY

☑ **centrální řízení krevního oběhu**

→ nervová soustava

- ☐ autonomní nervový systém (sympatická a parasympatická větev)

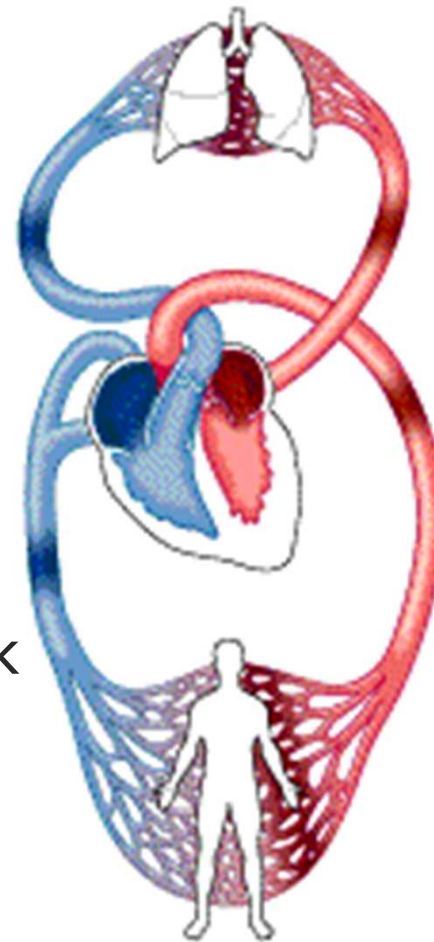
→ hormonální řízení

- ☐ přímo, příp. nepřímo uvolněním vazoaktivních látek

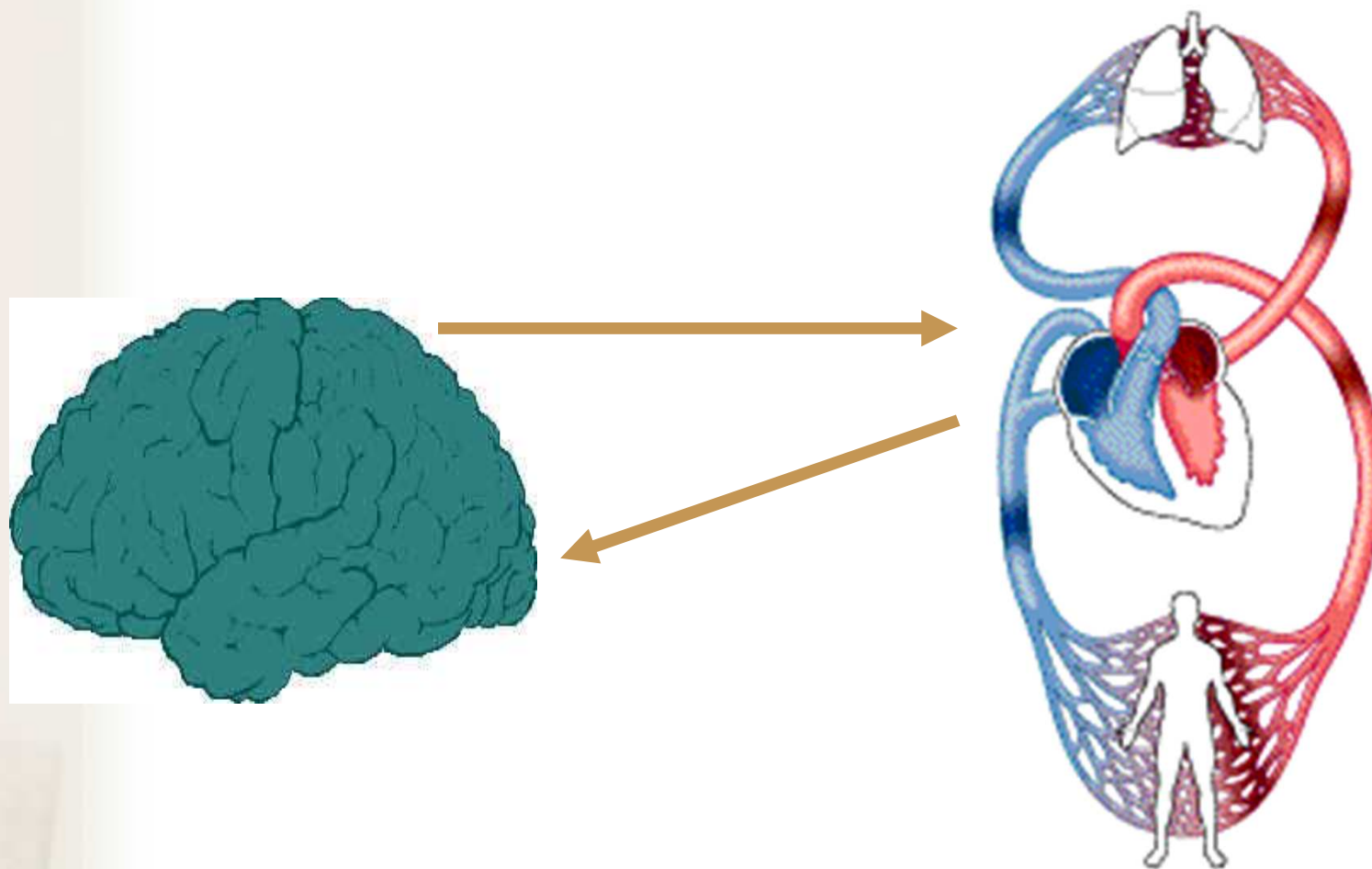
☑ **lokální řízení**

→ myogenní efekty

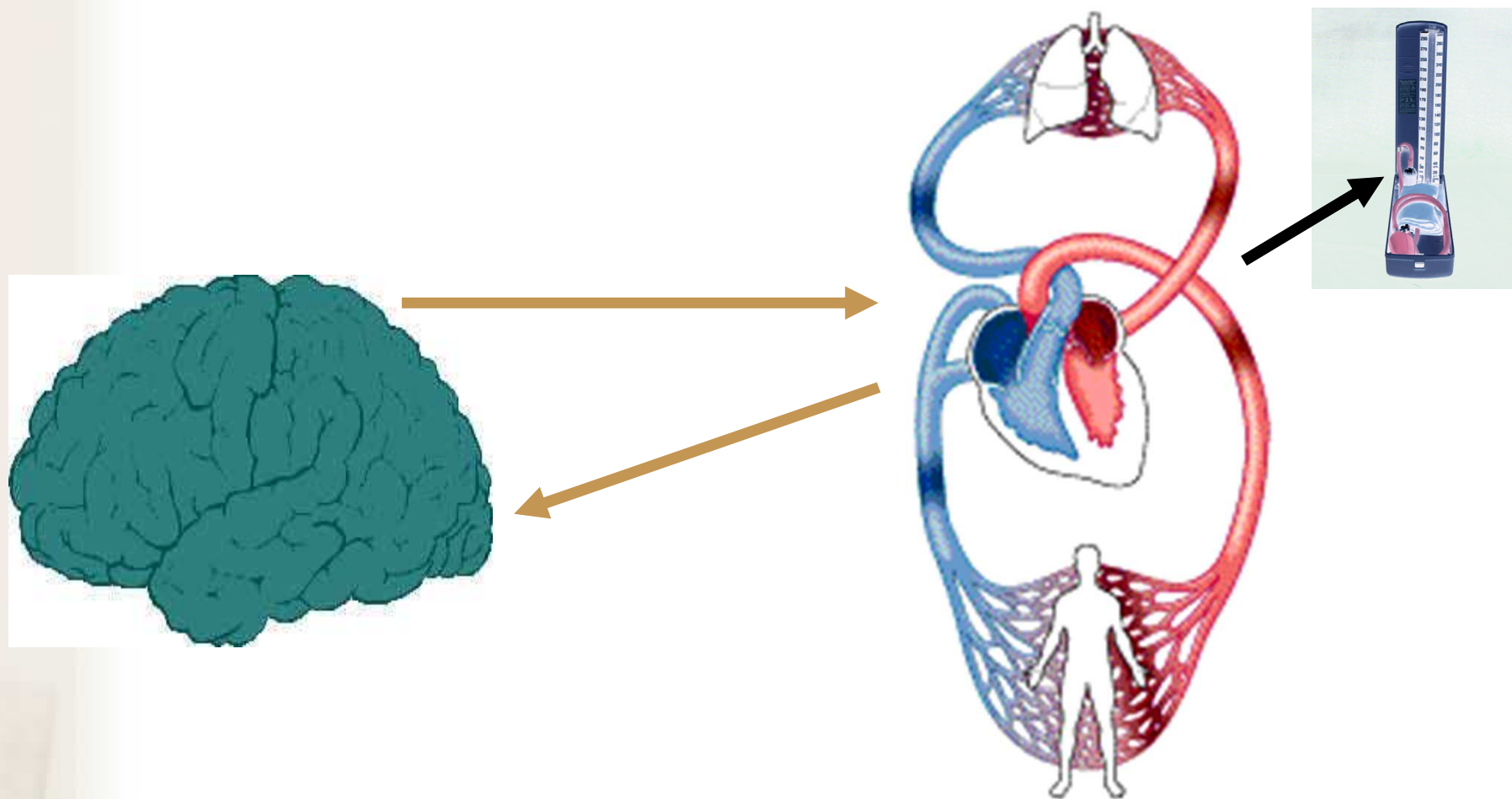
→ metabolické efekty



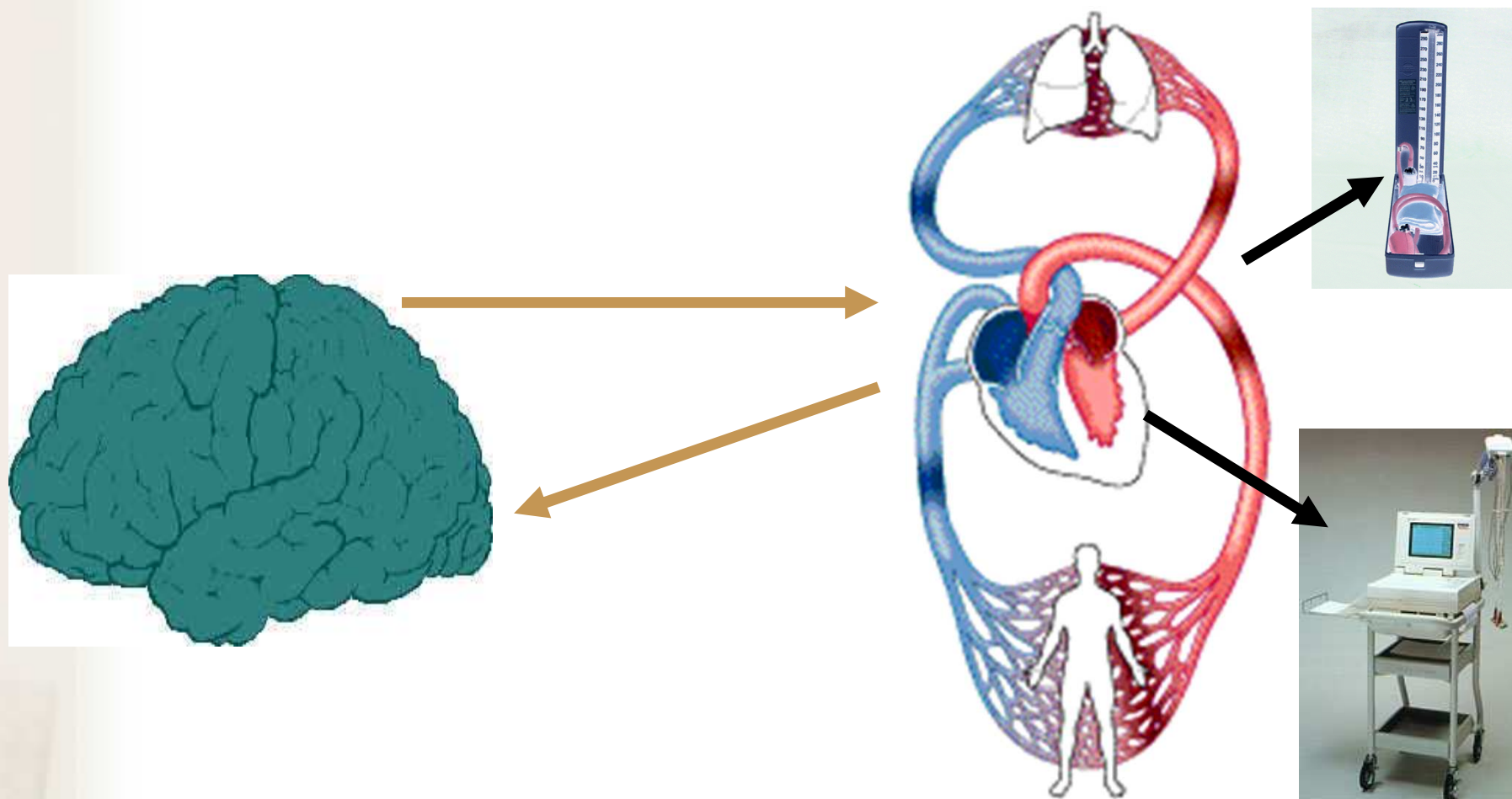
ŘÍZENÍ KARDIOVASKULÁRNÍ SOUSTAVY



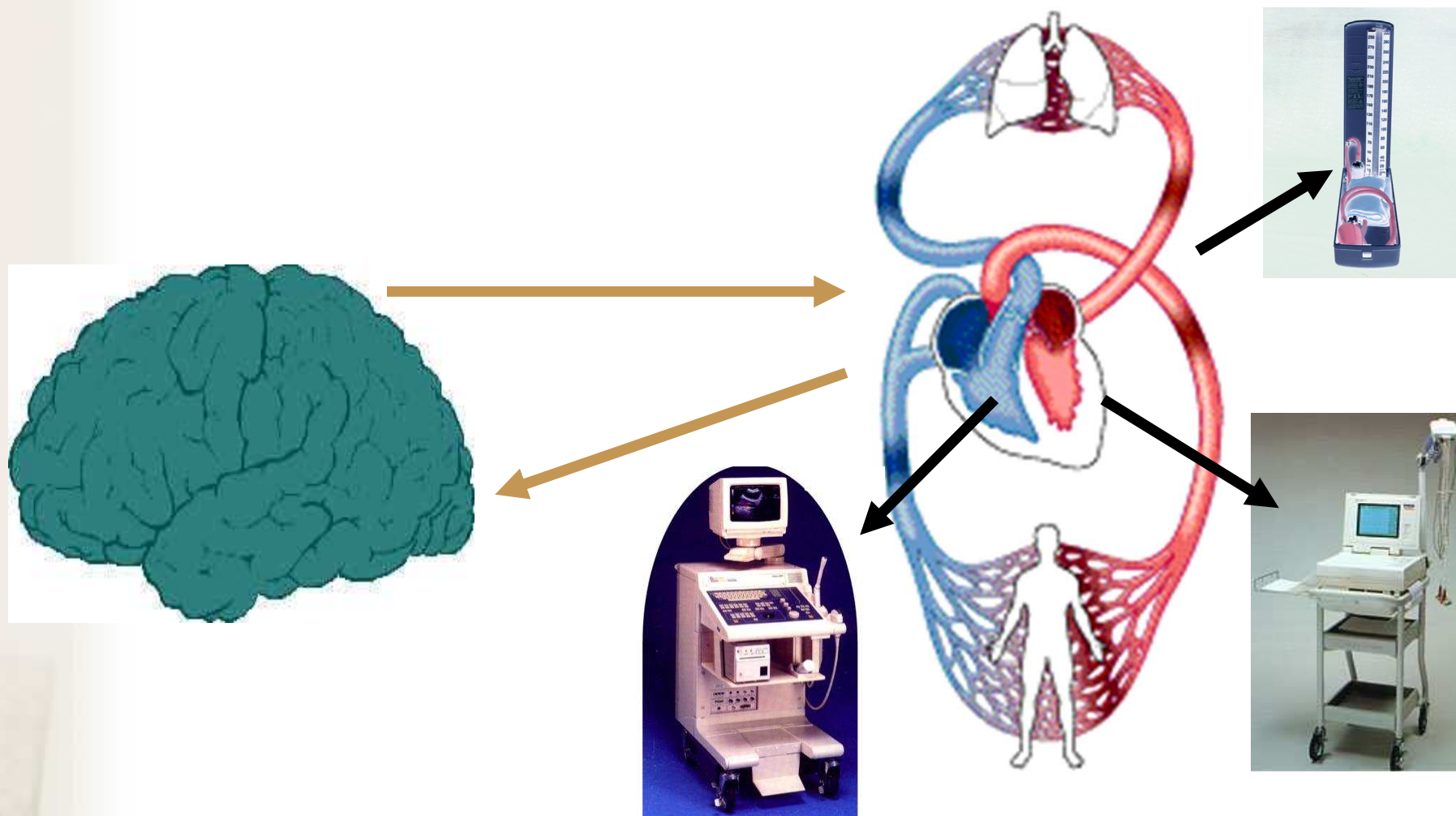
ŘÍZENÍ KARDIOVASKULÁRNÍ SOUSTAVY



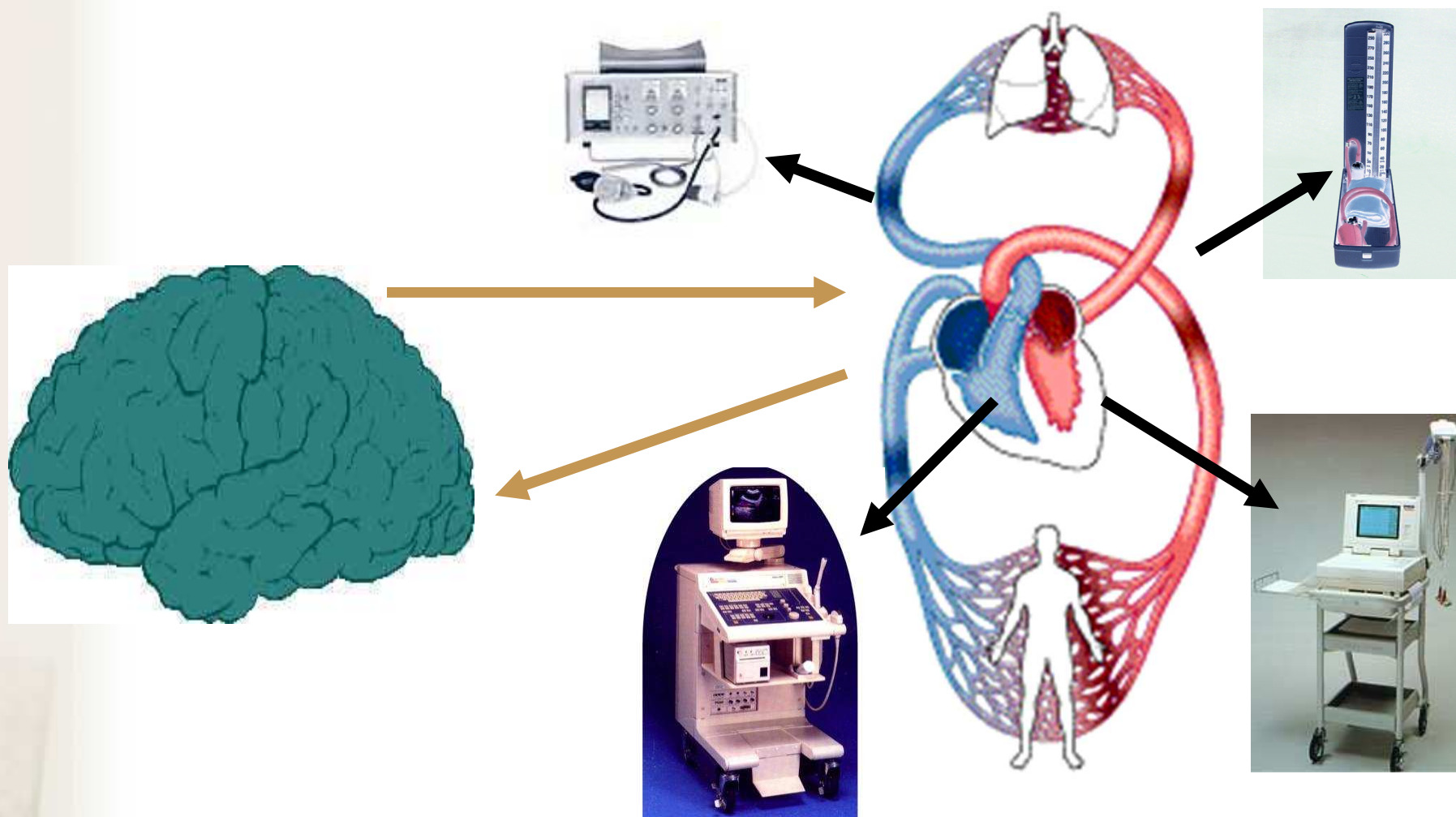
ŘÍZENÍ KARDIOVASKULÁRNÍ SOUSTAVY



ŘÍZENÍ KARDIOVASKULÁRNÍ SOUSTAVY

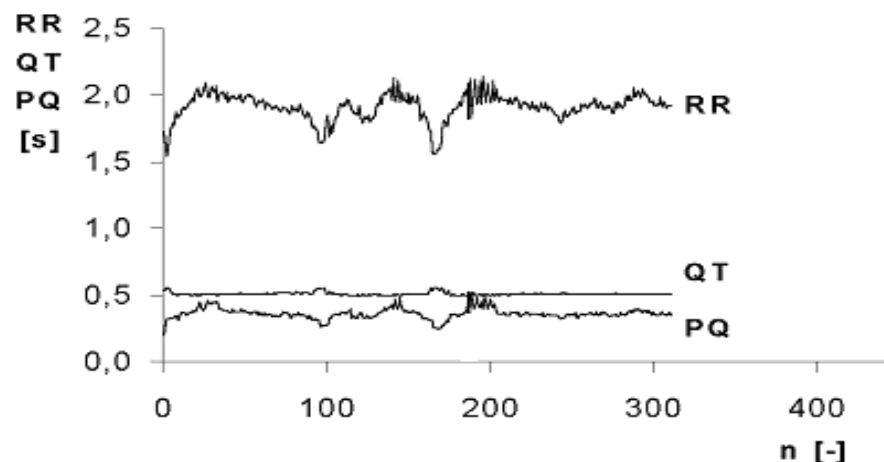


ŘÍZENÍ KARDIOVASKULÁRNÍ SOUSTAVY



VARIABILITA SRDEČNÍHO RYTMU

- ☑ **VARIABILITA SRDEČNÍHO RYTMU**, tj. fluktuace dob trvání po sobě jdoucích srdečních cyklů, tak hodnot okamžité srdeční frekvence (**HRV** – Heart Rate Variability) je jev, který reprezentuje stav autonomního nervového systému řídicího srdeční činnosti.



SOUVISLOSTI

- ☑ v závislosti na **stavu** a **zatížení** nervového a kardiovaskulárního systému se srdeční rytmus mění v rozsahu 5 ÷ 15 %
- ☑ **vnější faktory** (svalové a psychické zatížení, trávení, poloha, hluk, podnebí, počasí);
- ☑ **vnitřní faktory** (dány autonomní fyziologickou aktivitou – dýchání, oscilace tlaku krve, termoregulace);

VNITŘNÍ FAKTORY

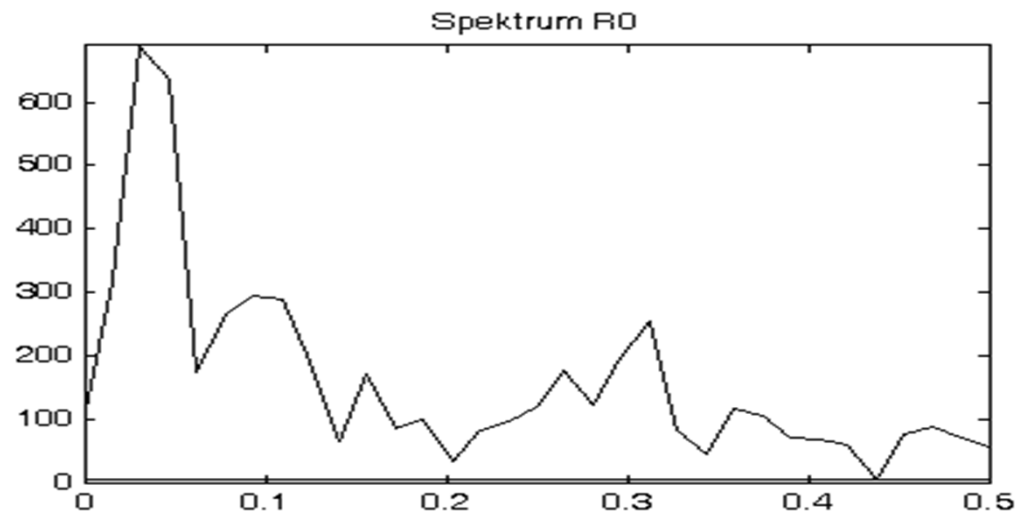
☑ dýchání

→ (respirační arytmie x sinová arytmie)

→ frekvence 10 ÷ 30 vdechů/min, tj. 0,15 ÷ 0,5 Hz

☑ **krevní tlak** – spontánní oscilace o frekvenci $\sim 0,1$ Hz (Mayerovy oscilace)

☑ **termoregulace** – oscilace do 0,08 Hz



ANALÝZA VARIABILITY KVS KONÍ

- ☑ náhlá srdeční smrt při anestézii
(u trénovaných koní ⇒ problém nejen zdravotní, nýbrž i ekonomický a právní);
- ☑ vzhledem k tomu, že u koní se vyskytuje syndrom náhlé srdeční smrti až o dva řády častěji než u lidí a o řád častěji než u malých zvířat, lze považovat koně za modelový živočišný druh;
- ☑ reaktivita autonomního nervového systému za různých patologií:
 - esenciální hypertenze;
 - diabetes;
 - astma;

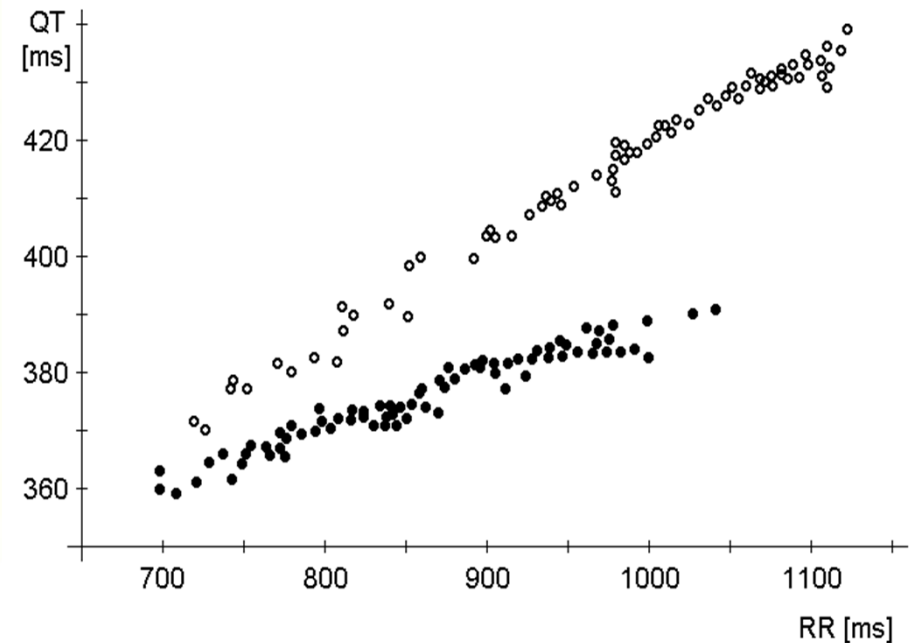
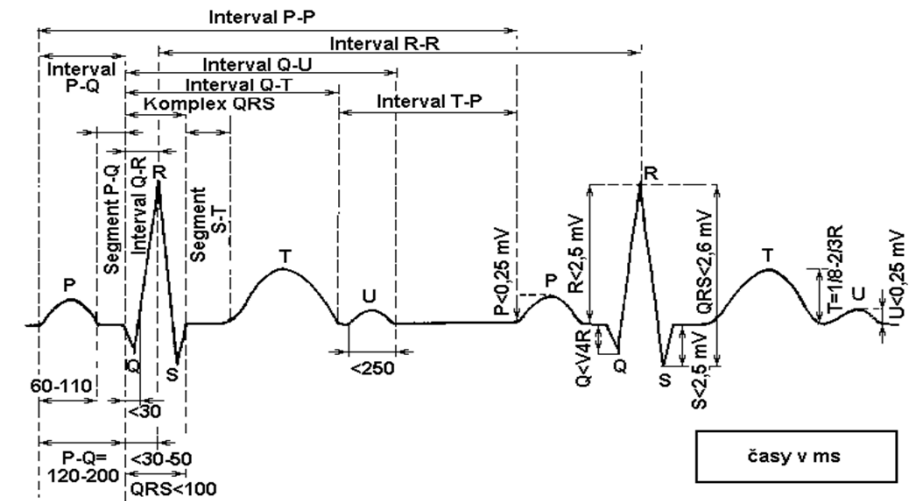
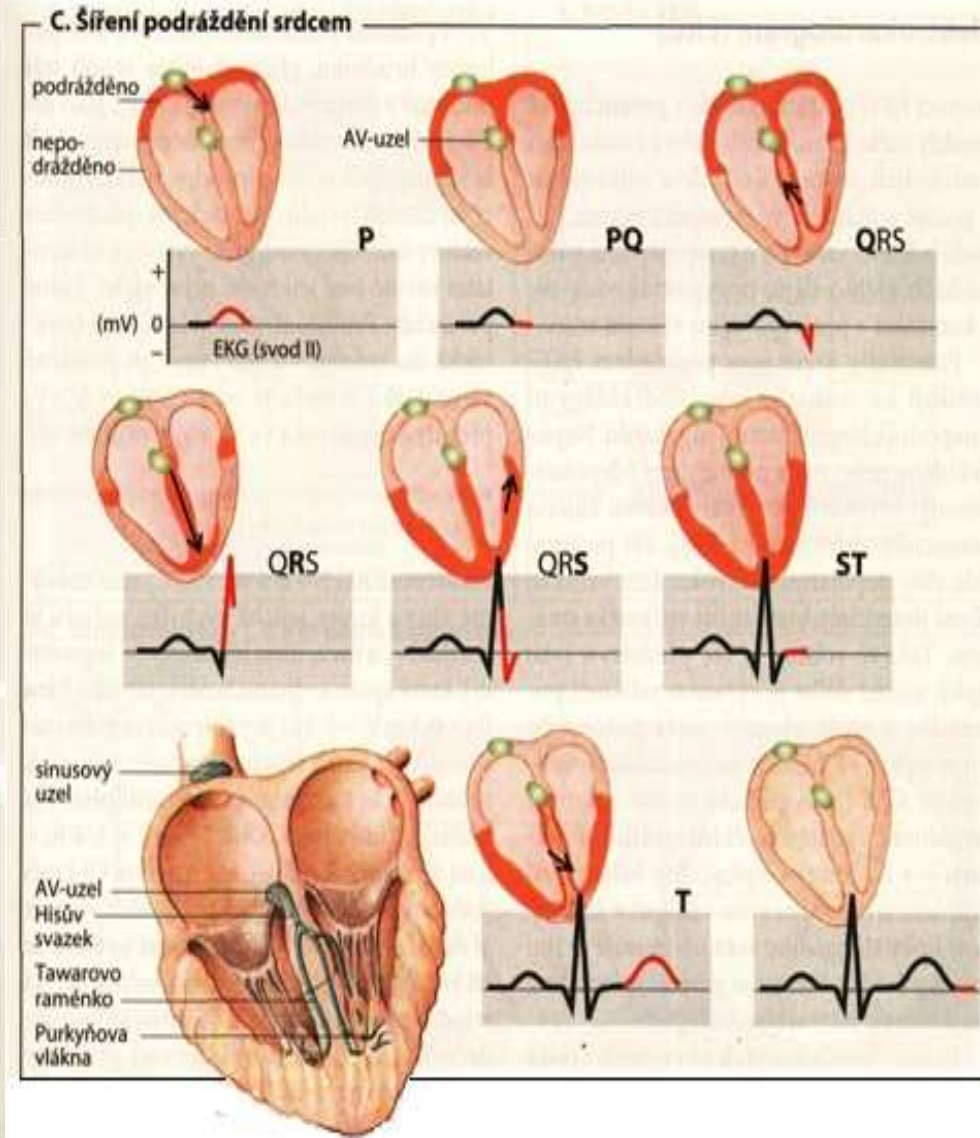
ANALÝZA VARIABILITY KVS KONÍ

CO A JAK MĚŘIT?

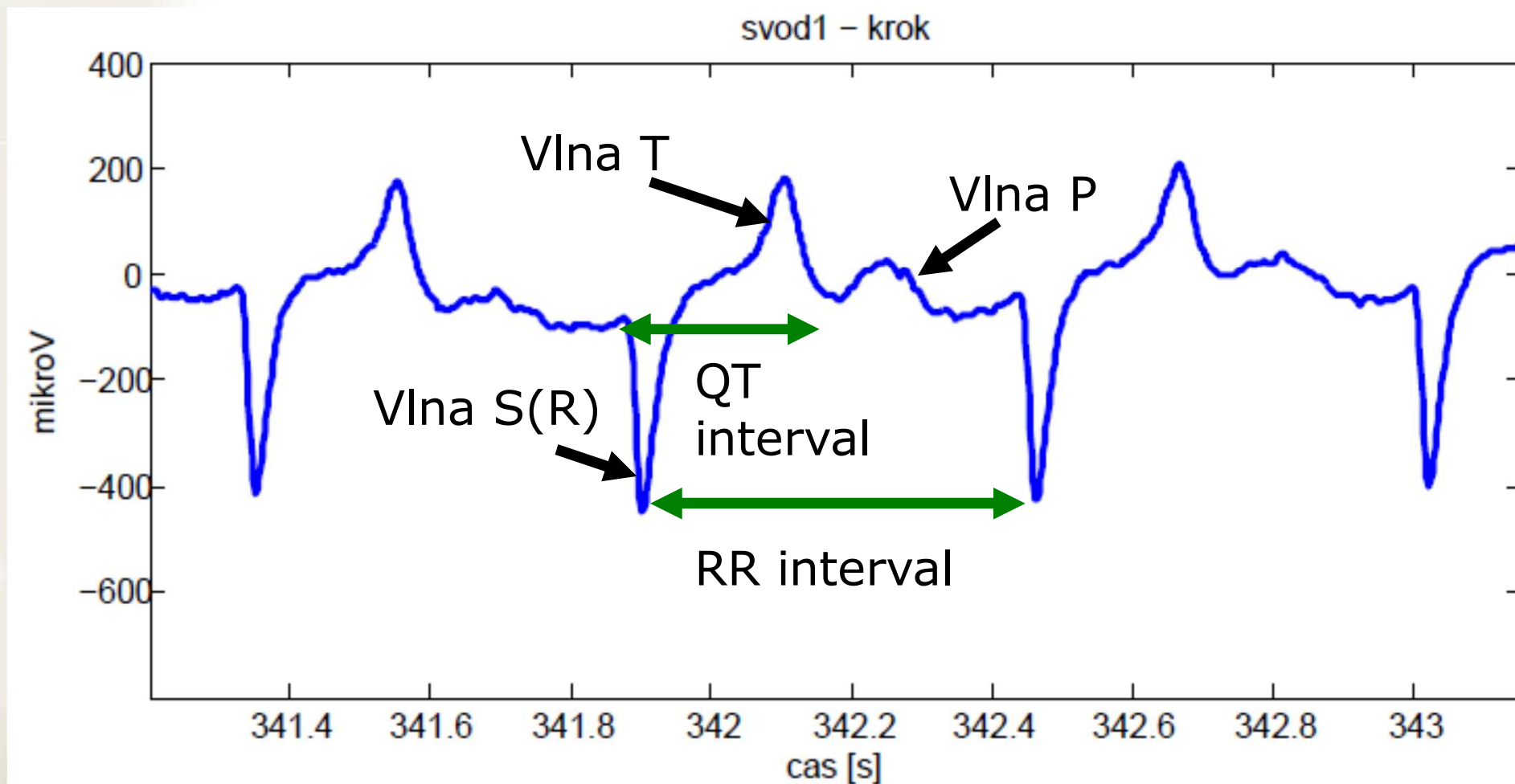
- činnost nervové soustavy
 - *RR intervaly*, ...? ⇒ EKG ;
- činnost srdce
 - elektrické buzení zejména levé komory – morfologie komplexů QRS-T, *QT intervaly*, ...? ⇒ EKG ;
 - mechanická činnost – průtok, resp. tlak krve ⇒ fonokardiogram, UZV, invazivní měření;
- činnost cévní soustavy
 - průtok, resp. tlak krve ve velkých cévách – invazivní měření, UZV, *impedanční měření*

VZTAH INTERVALŮ RR A QT

⇒ LIDÉ ⇐



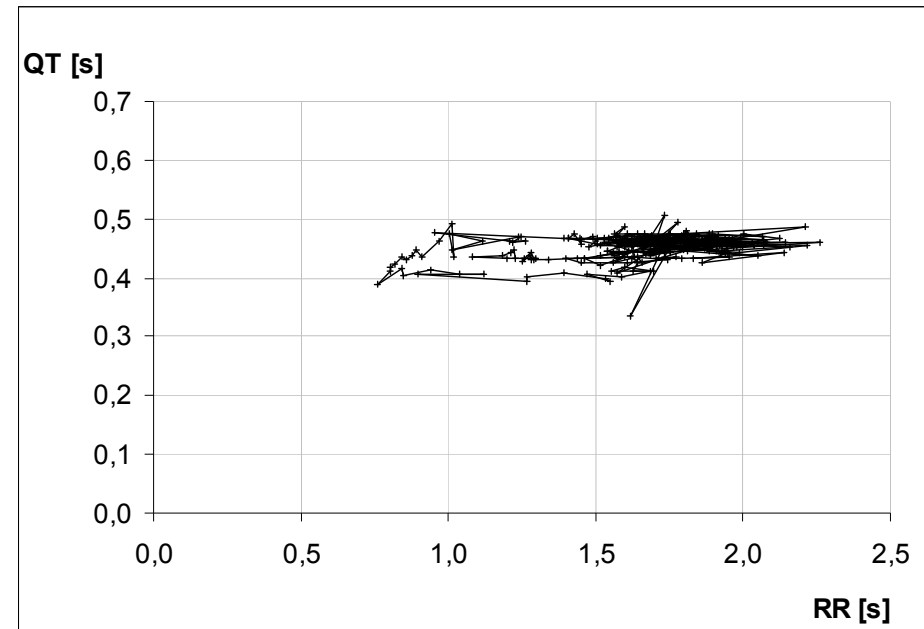
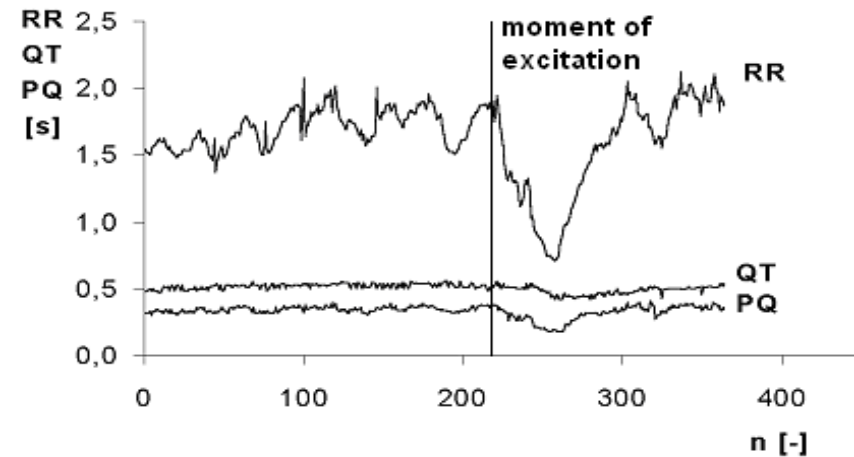
PARAMETRY, KTERÉ LZE URČOVAT



VZTAH INTERVALŮ RR A QT

⇒ KONĚ ⇐

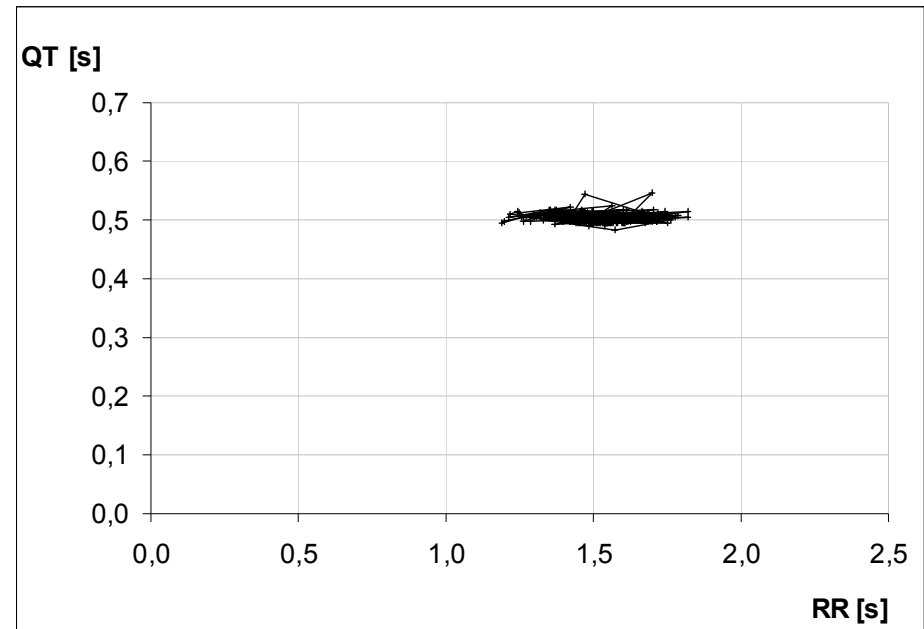
- ☑ zpožděné zkrácení intervalů QT se objevuje po okamžitém zkrácení intervalů RR, často je při návratu do původního stavu následováno pomalými oscilacemi



VZTAH INTERVALŮ RR A QT

⇒ KONĚ ⇐

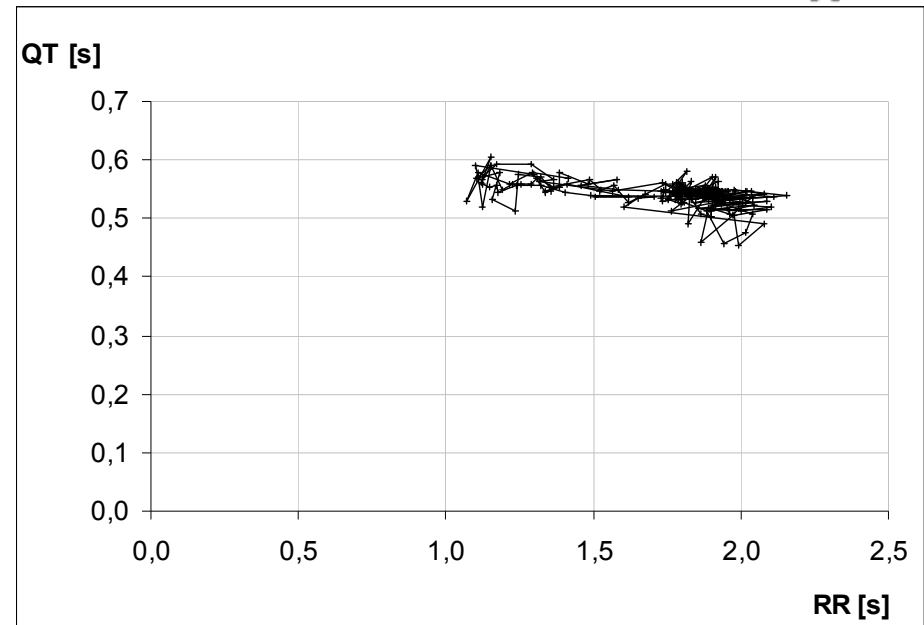
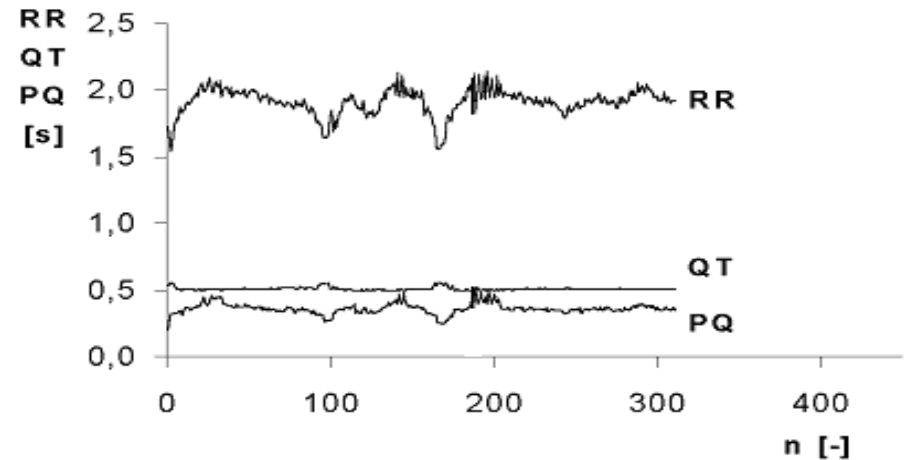
- ☑ zanedbatelná variabilita QT při významné variabilitě srdečního rytmu



VZTAH INTERVALŮ RR A QT

⇒ KONĚ ⇐

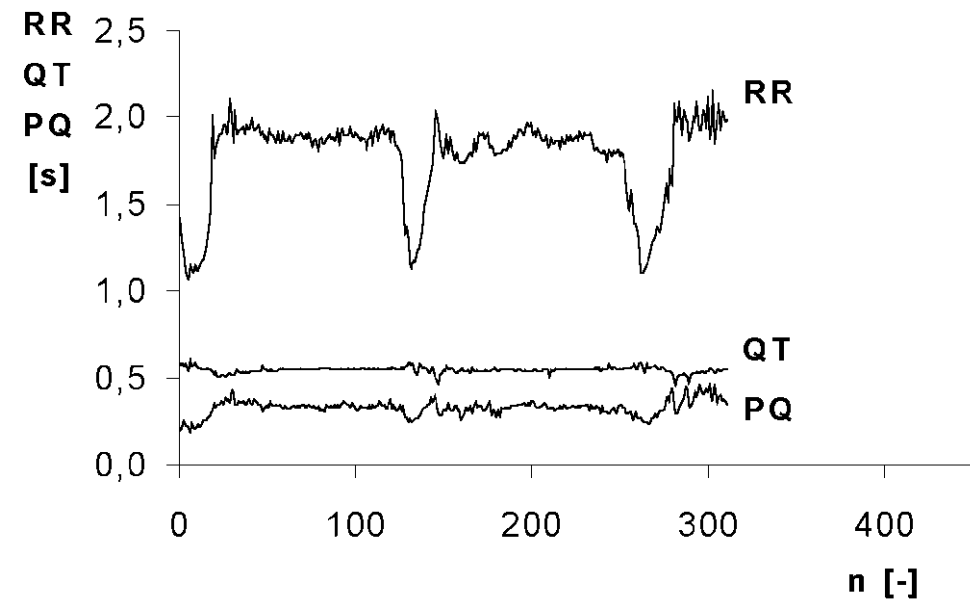
- ✓ nejdříve se při zkracování intervalů RR intervaly QT prodlouží a teprve poté se jejich hodnoty vrátí po počátečního stavu
- ✓ regresní přímka ve stavovém diagramu QT x RR má zápornou směrnici



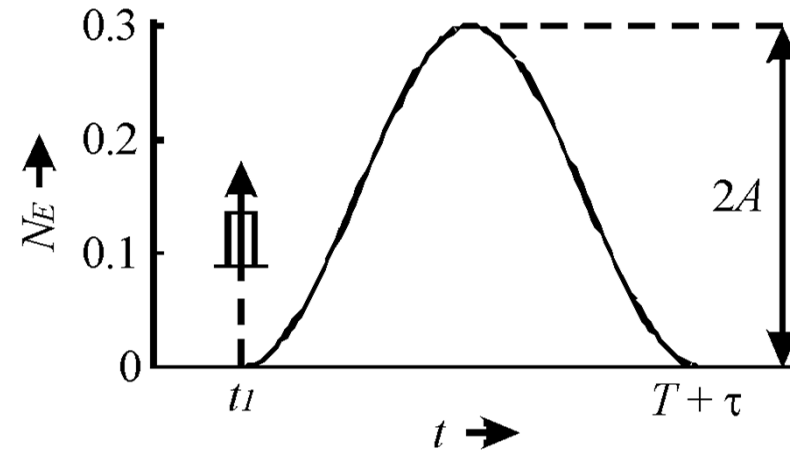
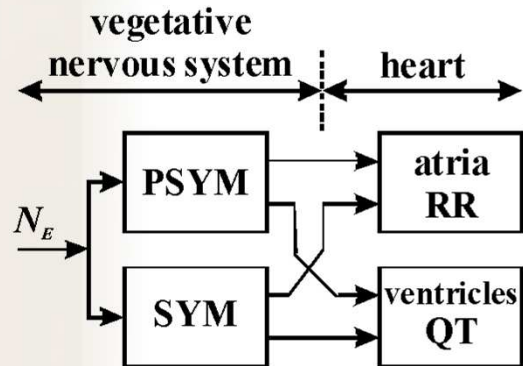
VZTAH INTERVALŮ RR A QT

⇒ KONĚ ⇐

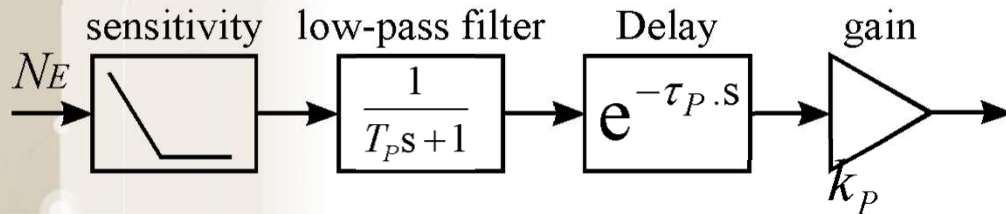
- ☑ spontánní periodické zrychlení srdeční činnosti s dobou opakování cca 180 až 340 s



VZTAH INTERVALŮ RR A QT

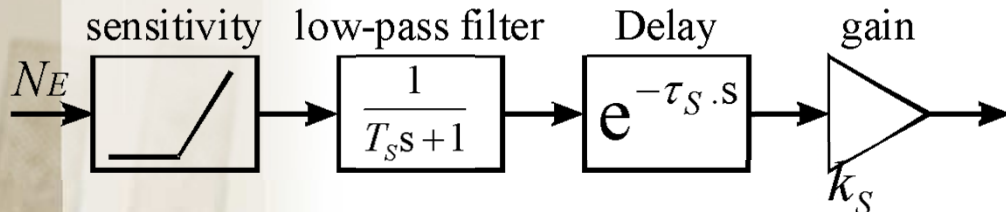


PSYM – parasympatická větev



N_E – empiricky stanovený tvar vstupního signálu (emulace zpětné vazby)

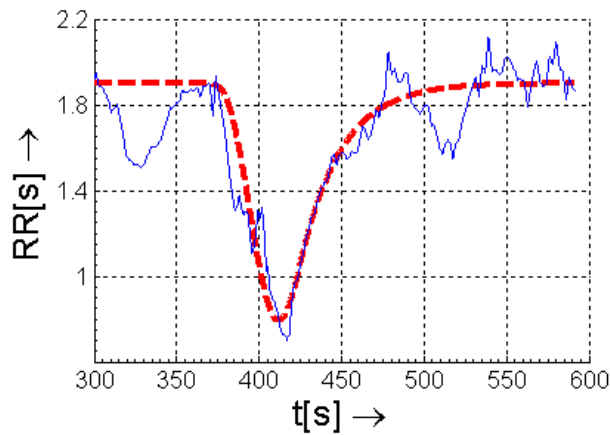
SYM – sympatická větev



$$N_E = \begin{cases} A \left[\sin\left(\frac{2\pi}{T}(t - t_1) - \frac{\pi}{2}\right) + 1 \right] & \text{když } t_1 \leq t \leq t_1 + T \\ 0 & \text{jinak} \end{cases}$$

t_1 – doba stimulace

VÝSLEDKY



$$T_{SR} = 25 \text{ s}$$

$$T_{PR} = 25 \text{ s}$$

$$T_{SQ} = 19 \text{ s}$$

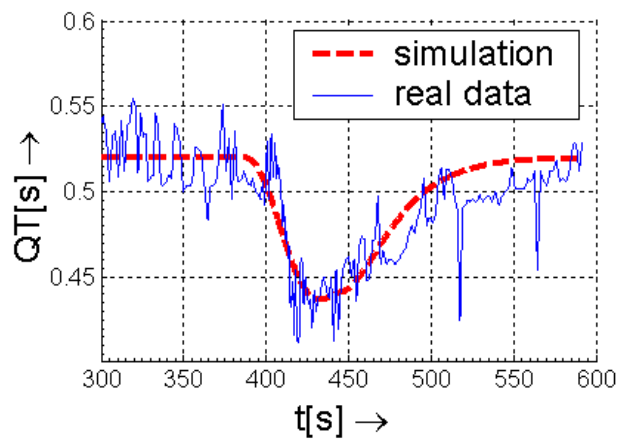
$$T_{PQ} = 17 \text{ s}$$

$$t_{SQ} = 18 \text{ s}$$

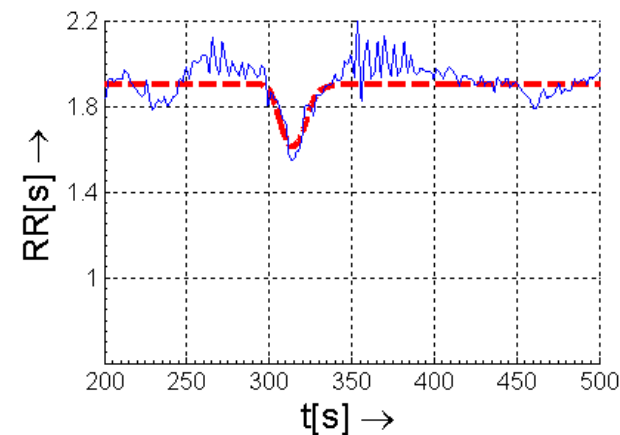
$$t_{PQ} = 20 \text{ s}$$

$$k_{SQ} = -5.1$$

$$k_{PQ} = -4.6$$



očekávaný vztah mezi
intervaly RR a QT



$$T_{SR} = 4 \text{ s}$$

$$T_{PR} = 4 \text{ s}$$

$$T_{SQ} = 18 \text{ s}$$

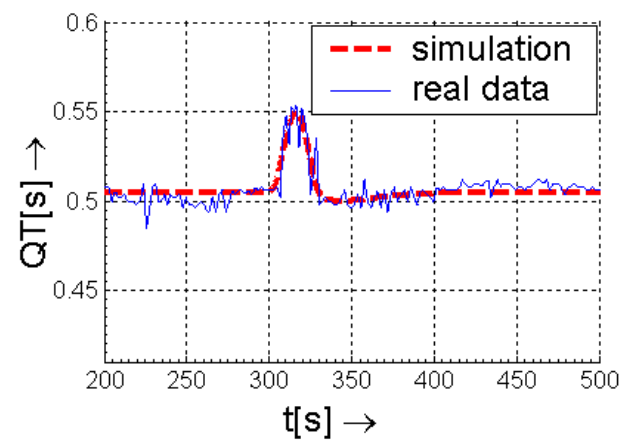
$$T_{PQ} = 18 \text{ s}$$

$$t_{SQ} = 4 \text{ s}$$

$$t_{PQ} = 1.2 \text{ s}$$

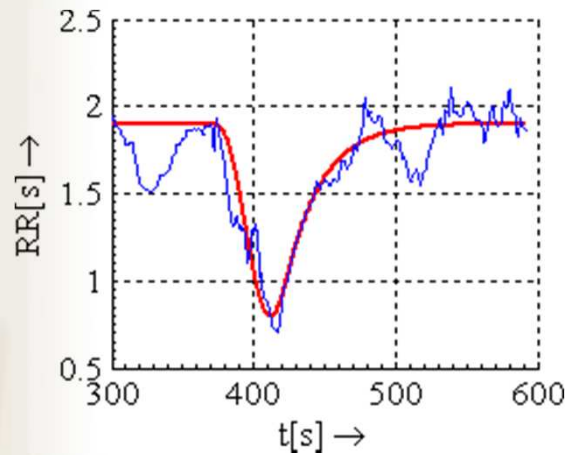
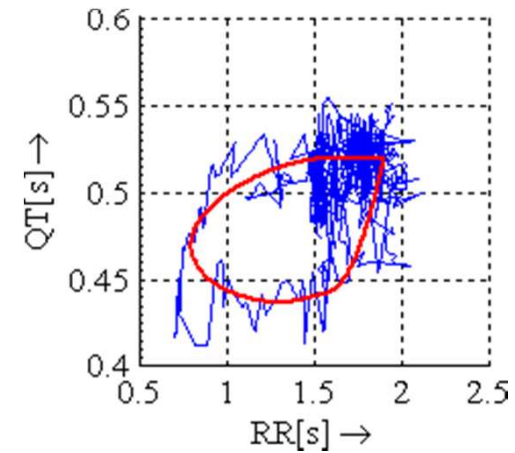
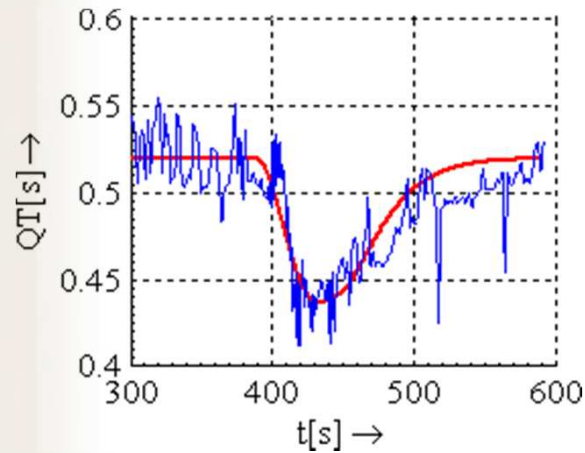
$$k_{SQ} = -4.2$$

$$k_{PQ} = -4.6$$



nestandardní průběh odezvy
intervalů QT

VÝSLEDKY – MODEL v2.3



$$T = 58 \text{ s}$$

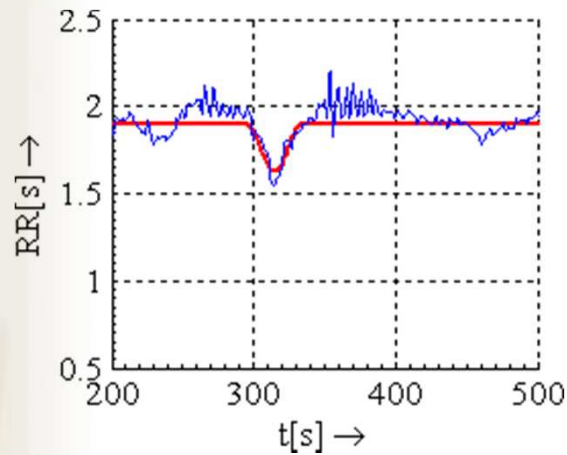
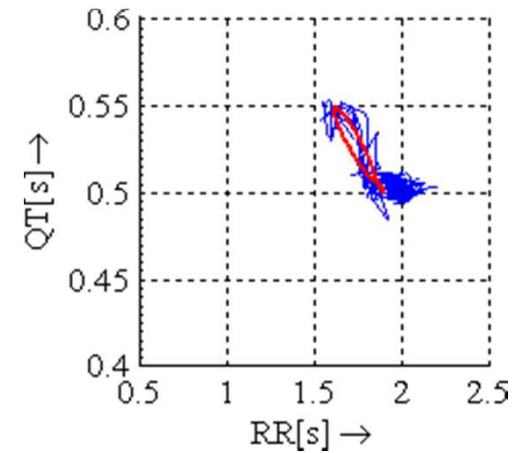
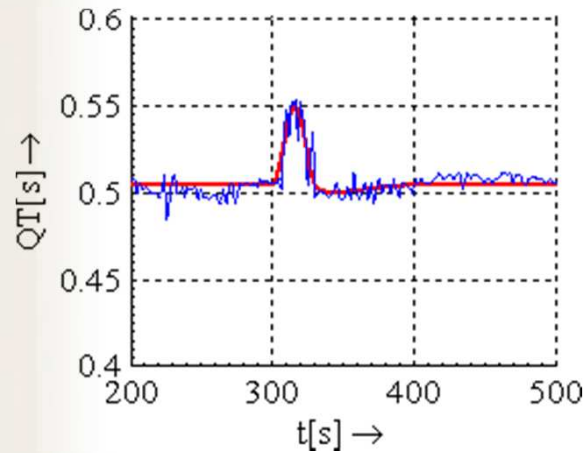
$$A = 0.233 \text{ nu}$$

$$RR_{SAU} = 1.33 \text{ s} \quad QT_k = 3.65 \text{ s}$$

$$\tau_{SYM_QT} = 18 \text{ s} \quad k_{SYM_QT} = 4.8$$

$$\tau_{PSYM_QT} = 19 \text{ s} \quad k_{PSYM_QT} = 4.3$$

VÝSLEDKY – MODEL v2.3



$$T = 32 \text{ s}$$

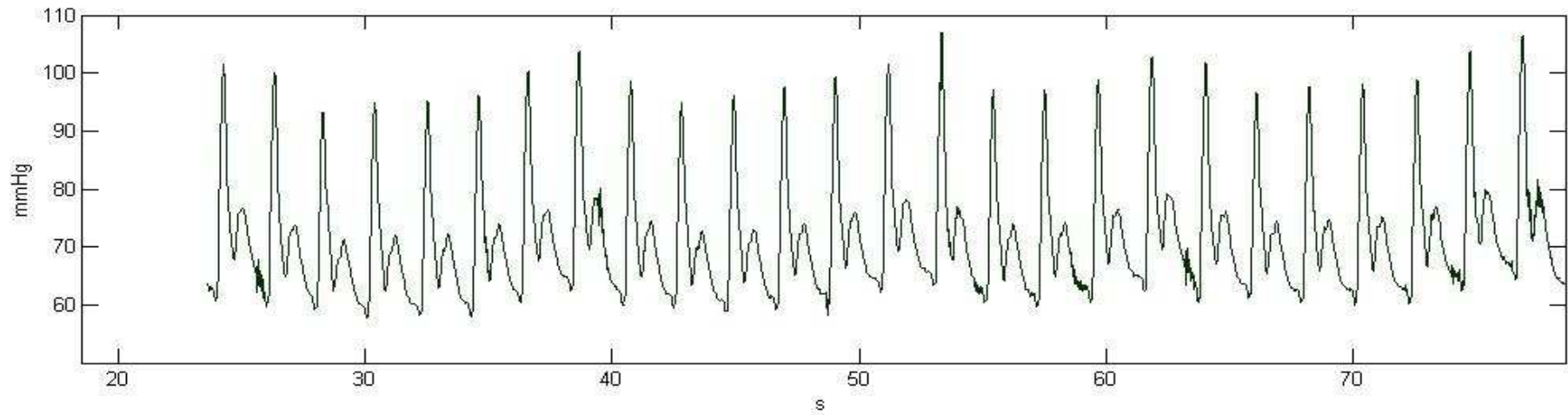
$$A = 0.0418 \text{ nu}$$

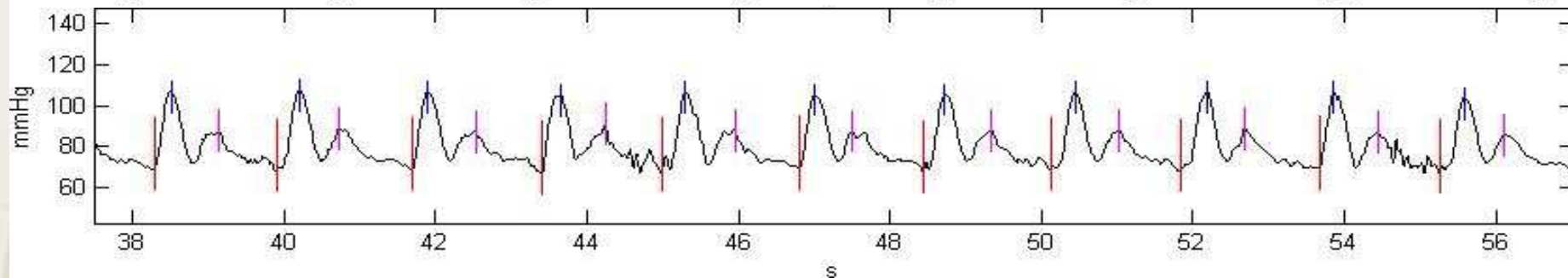
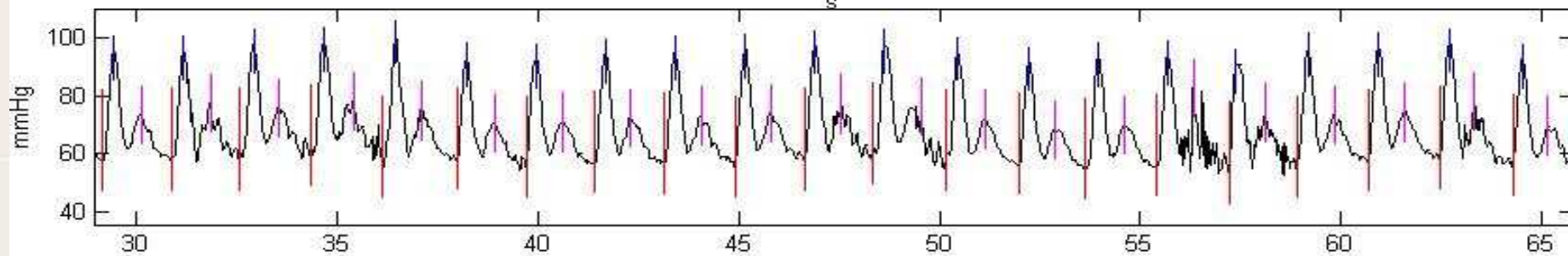
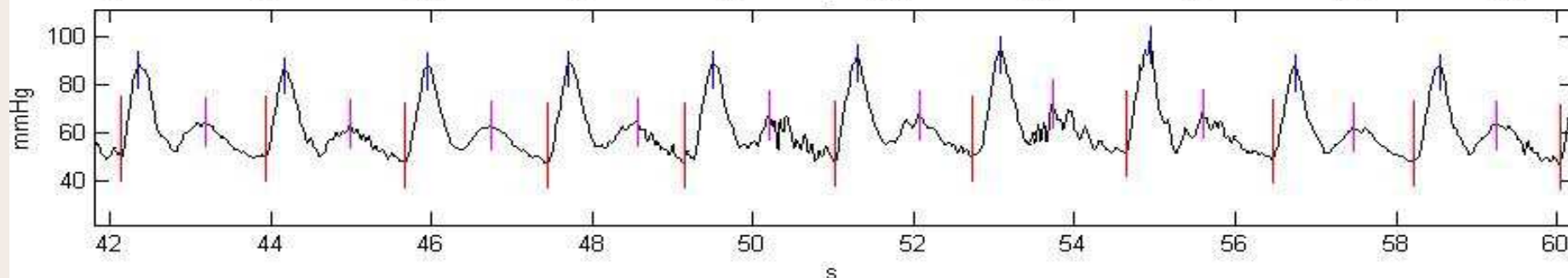
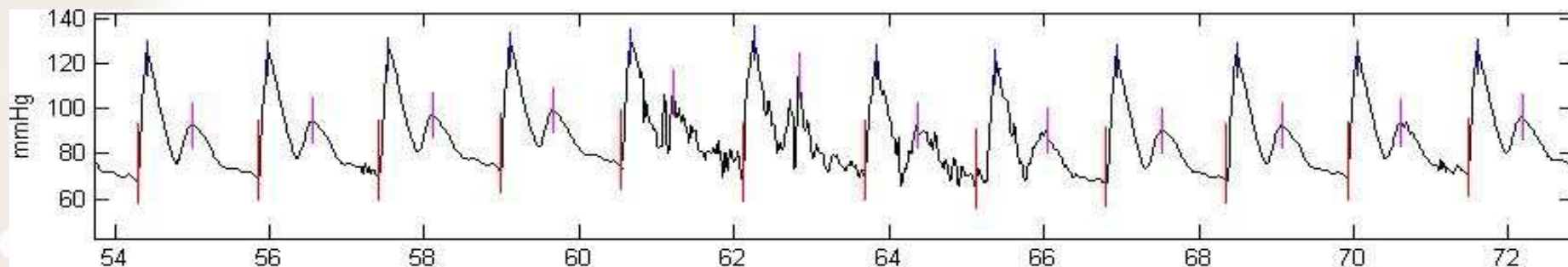
$$RR_{SAU} = 1.33 \text{ s} \quad QT_k = 3.36 \text{ s}$$

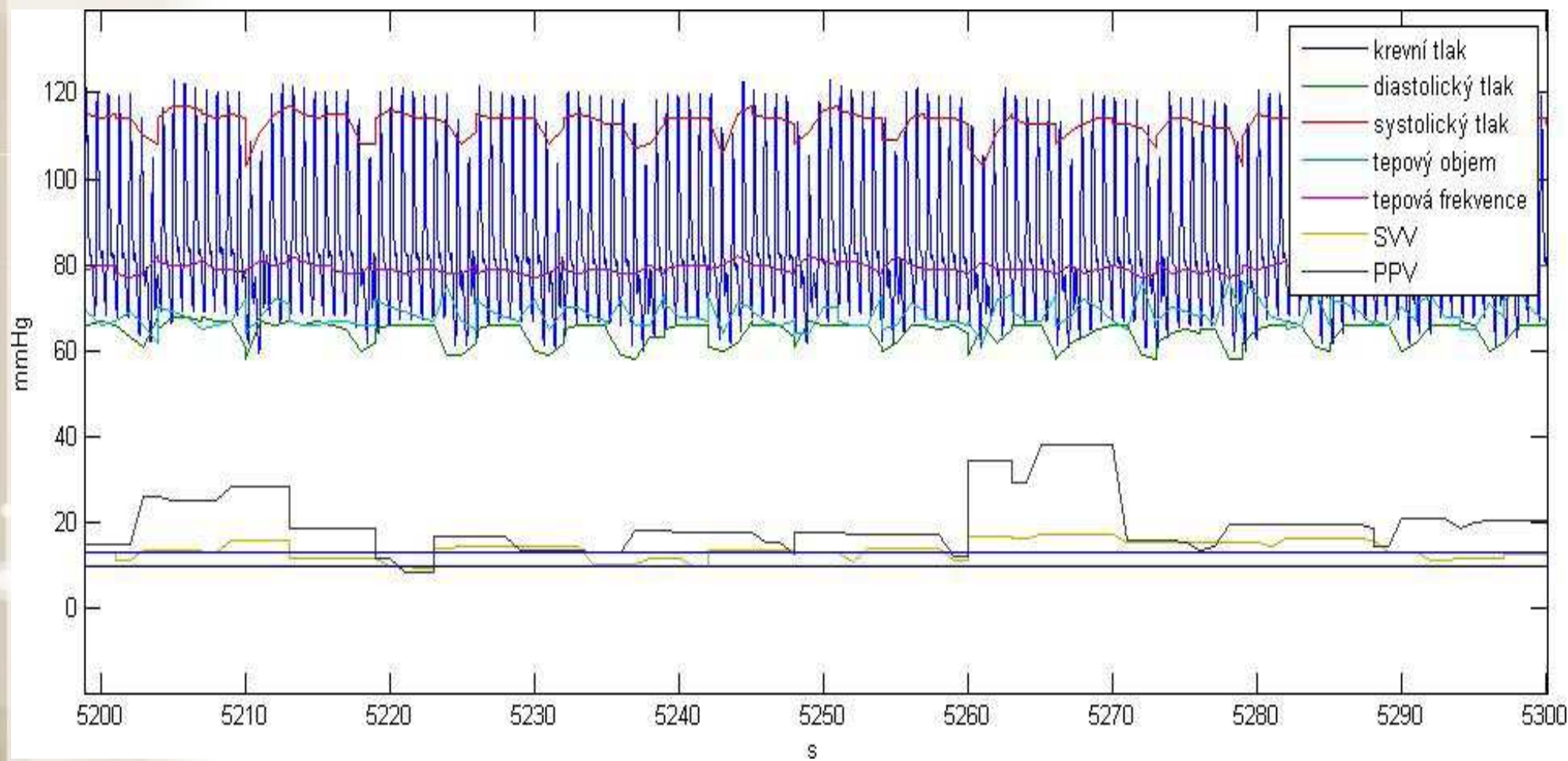
$$\tau_{SYM_QT} = 6.4 \text{ s} \quad k_{SYM_QT} = 3.8$$

$$\tau_{PSYM_QT} = 4.4 \text{ s} \quad k_{PSYM_QT} = 4.2$$

STANOVENÍ PARAMETRŮ KŘIVKY KREVNÍHO TLAKU PRO ŘÍZENÍ VENTILACE PŘI ANESTÉZII U KONÍ





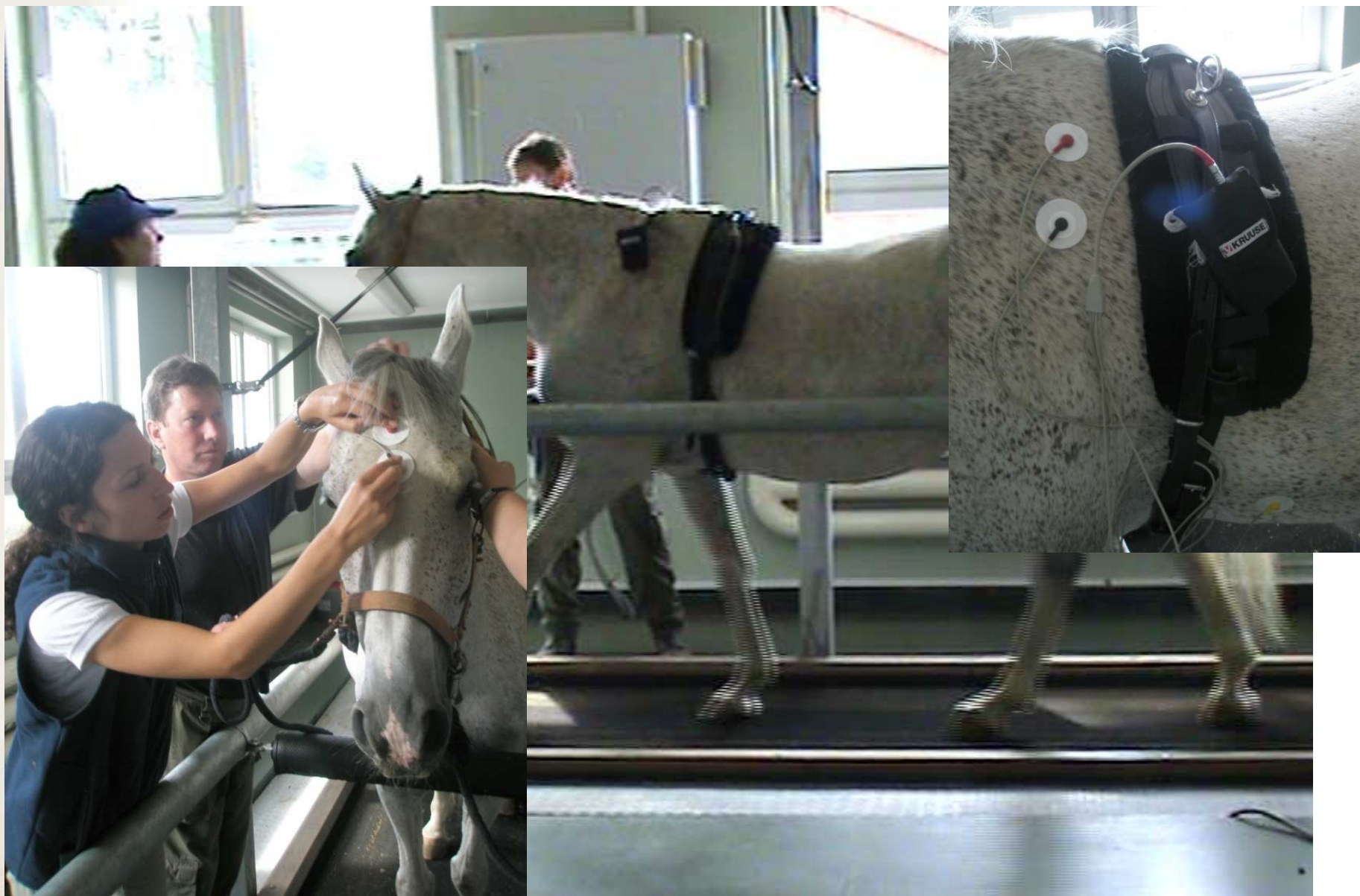


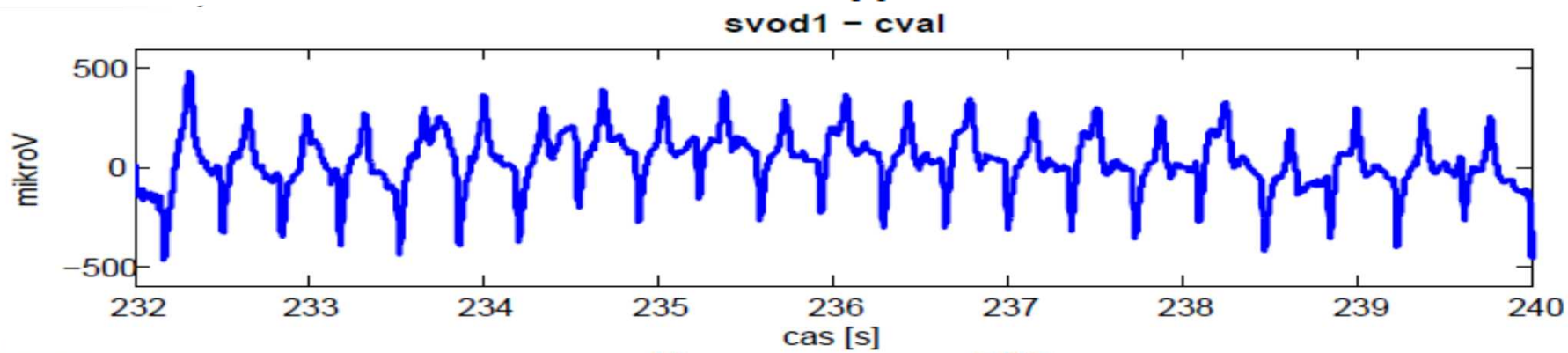
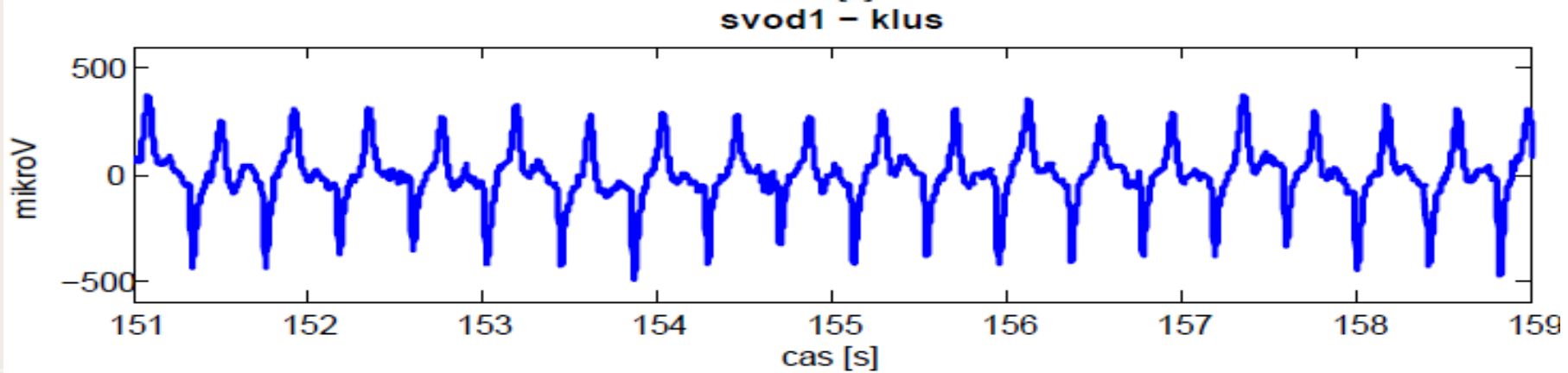
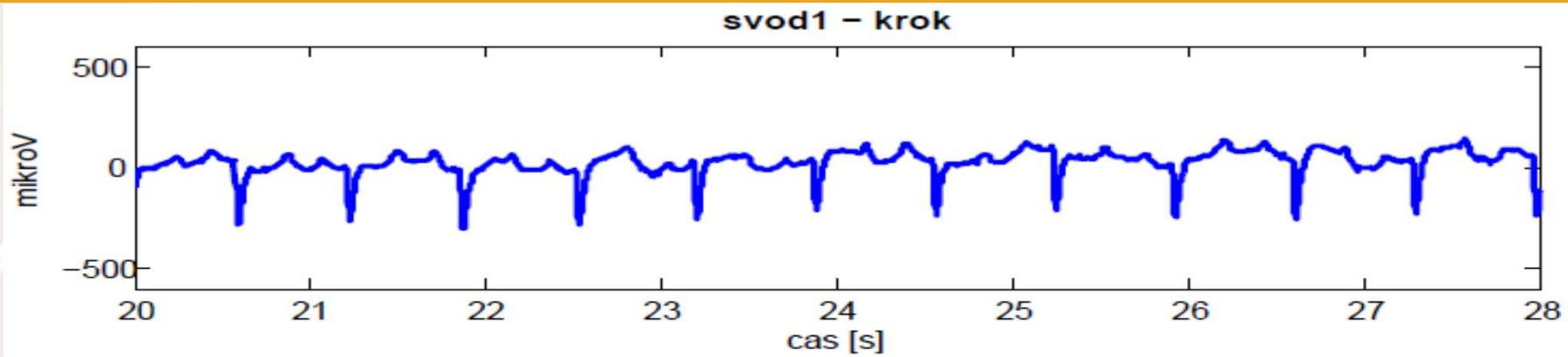
HODNOCENÍ PARAMETRŮ SIGNÁLU EKG PŘI ZÁTĚŽOVÉM VYŠETŘENÍ KONÍ

ZÁTĚŽOVÉ VYŠETŘENÍ KONÍ

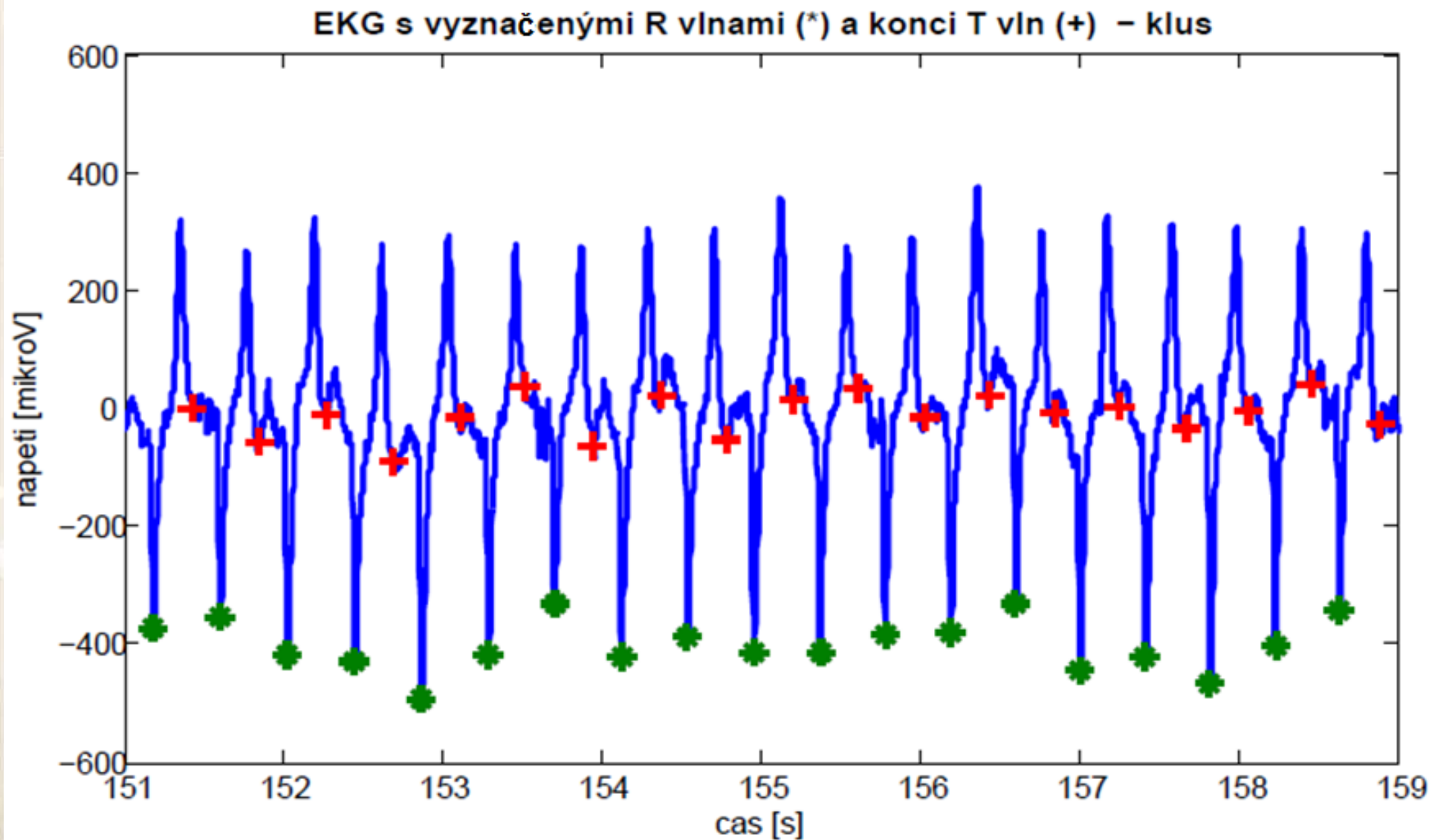


ZÁTĚŽOVÉ VYŠETŘENÍ KONÍ

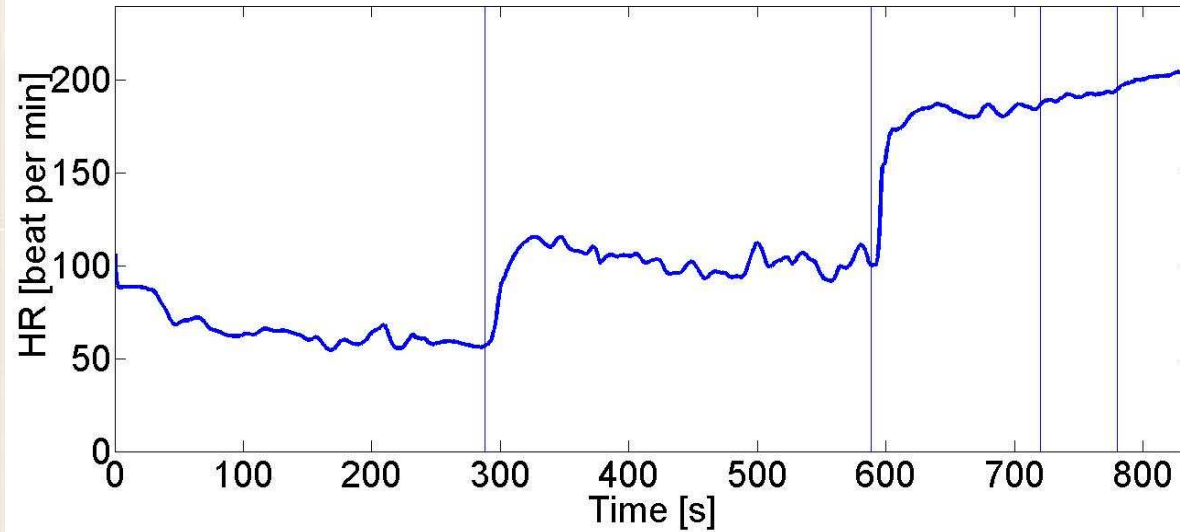




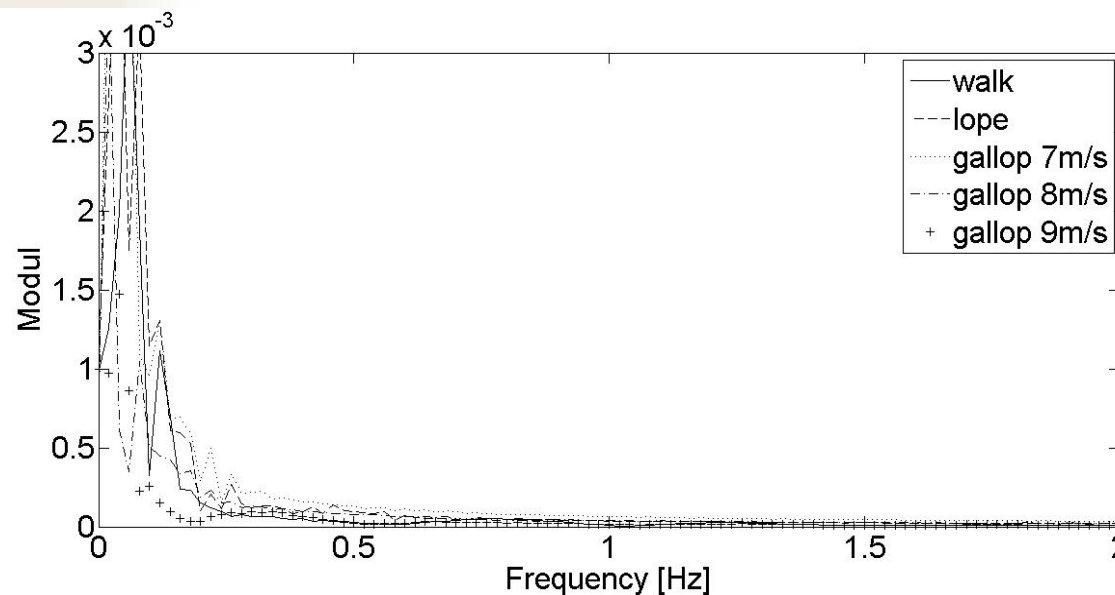
VÝSLEDEK DETEKCE QRS KOMPLEXŮ A KONCŮ VLN T KLUS



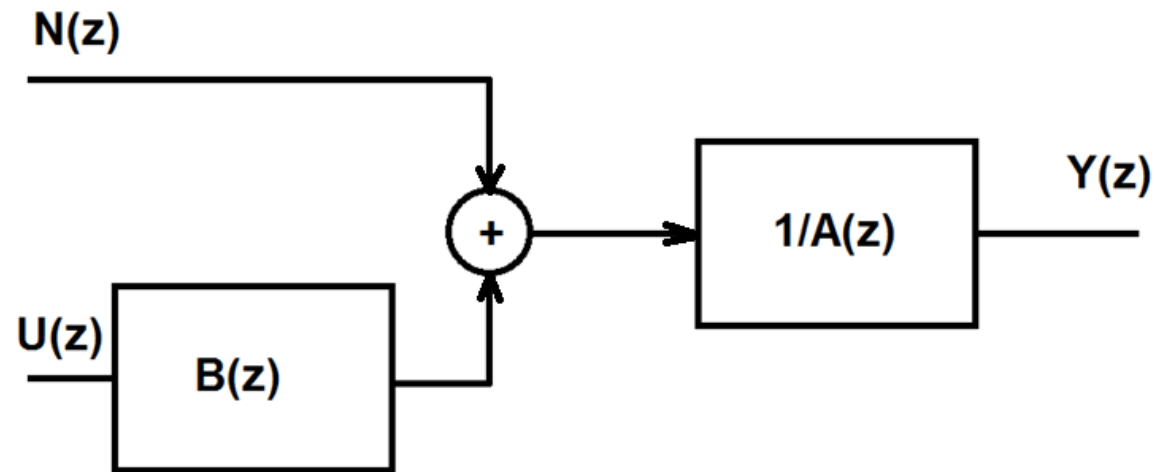
POSLOUPNOST RR INTERVALŮ A FREKVENČNÍ SPEKTRA JEJÍCH ÚSEKŮ



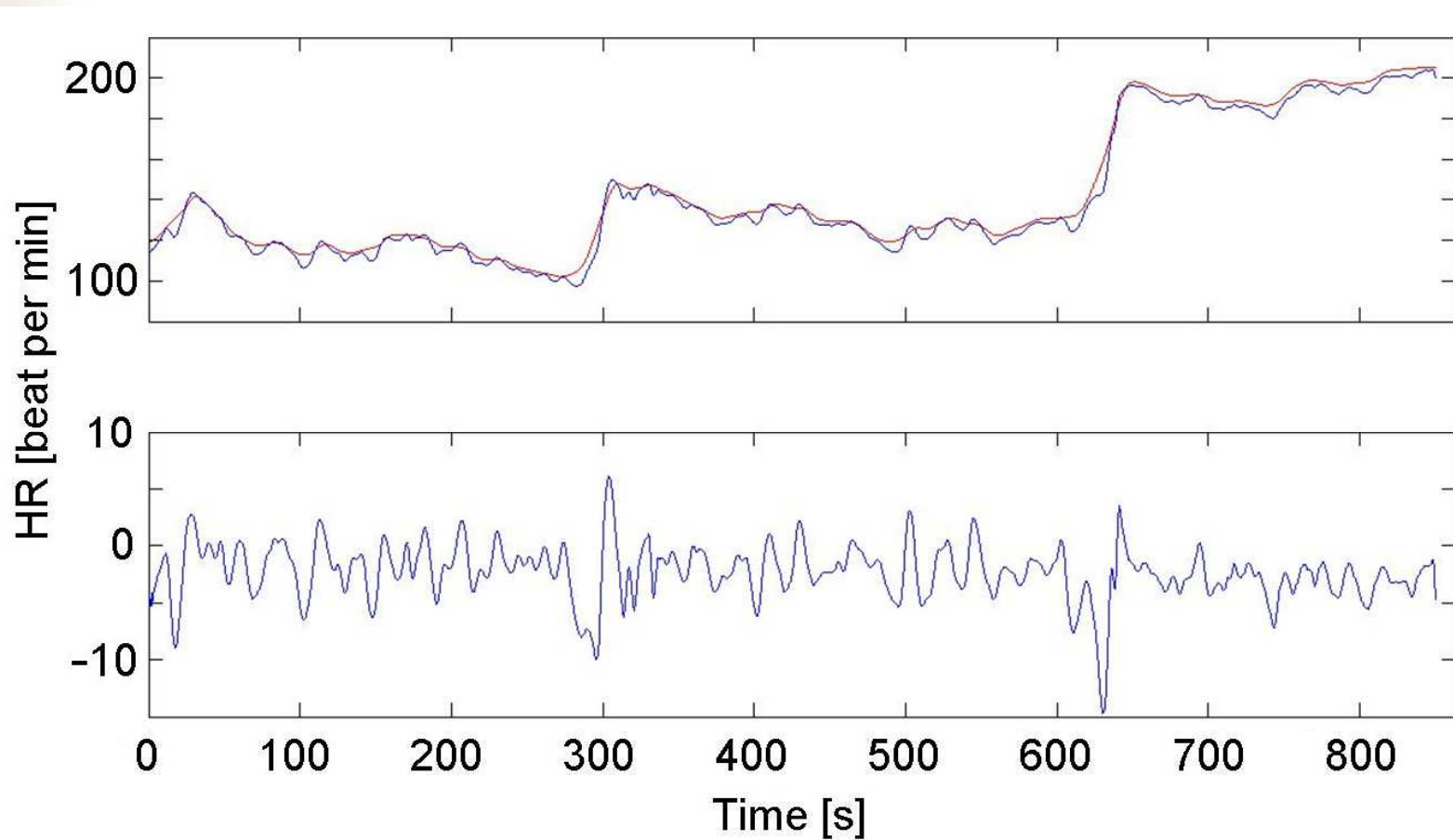
posloupnost hodnot okamžité srdeční frekvence při standardizované zátěži



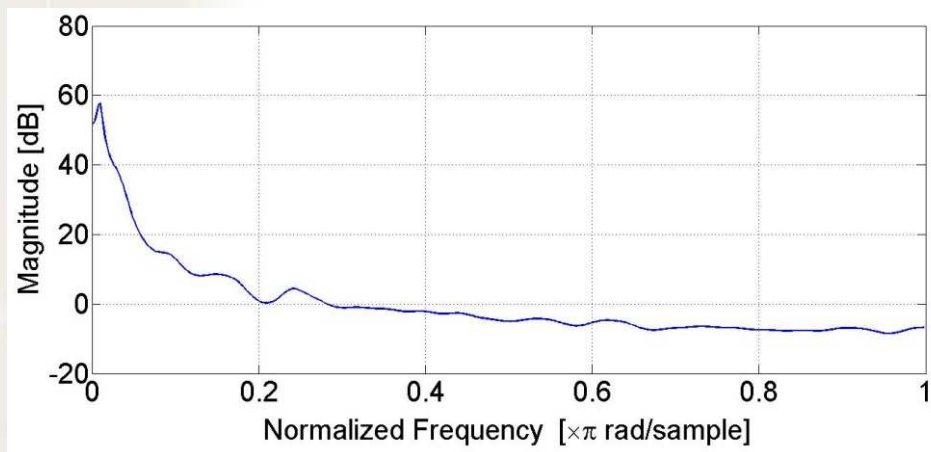
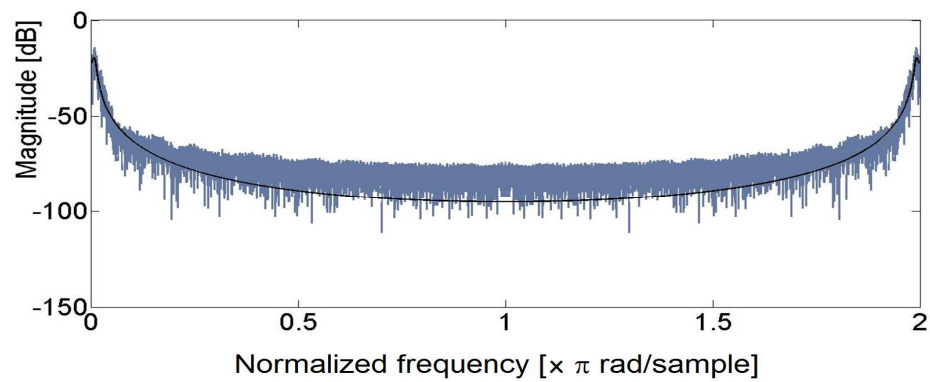
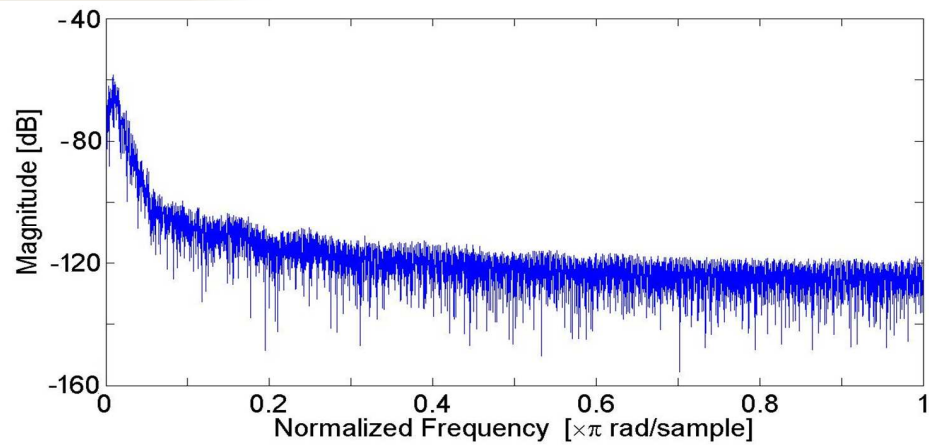
frekvenční spektra jednotlivých fází zátěže



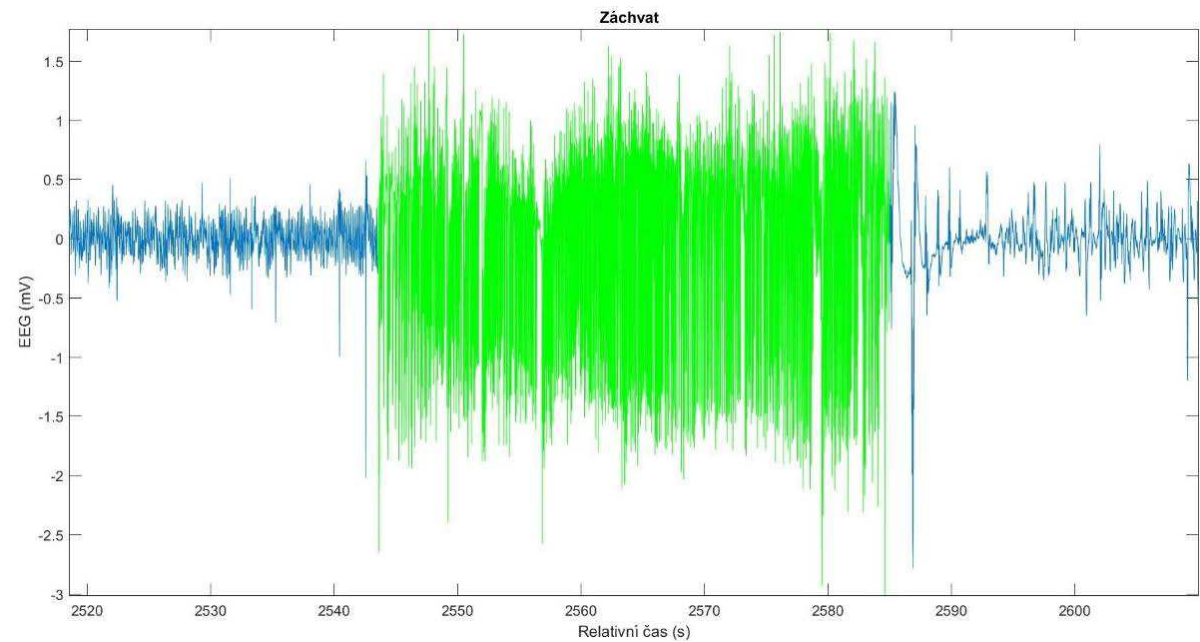
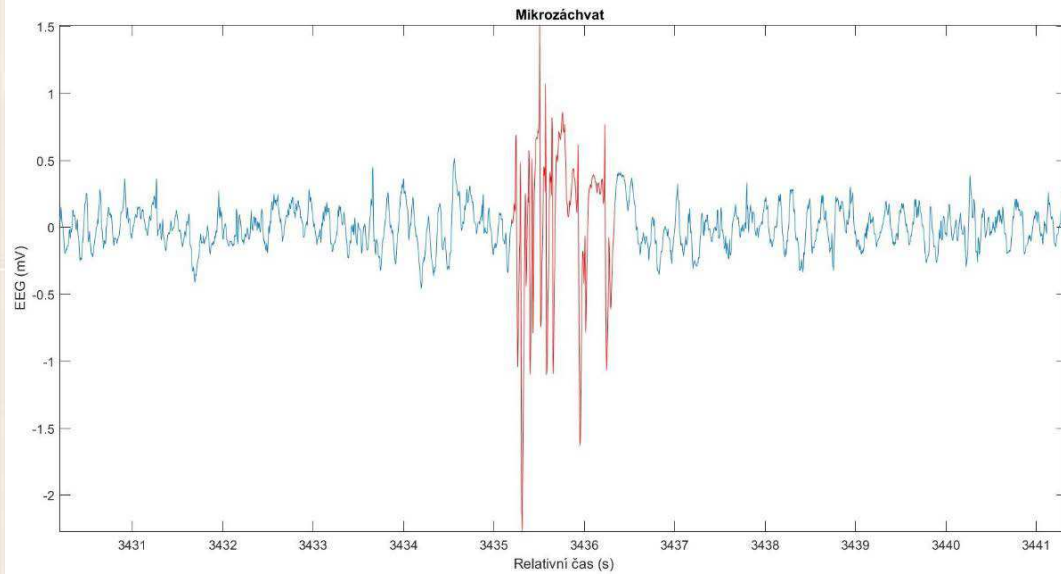
$$Y(z) = \frac{B(z)}{A(z)} \cdot U(z) + \frac{1}{A(z)} N(z)$$



odstranění nestacionární složky okamžité srdeční frekvence a eliminovaná stacionární složka

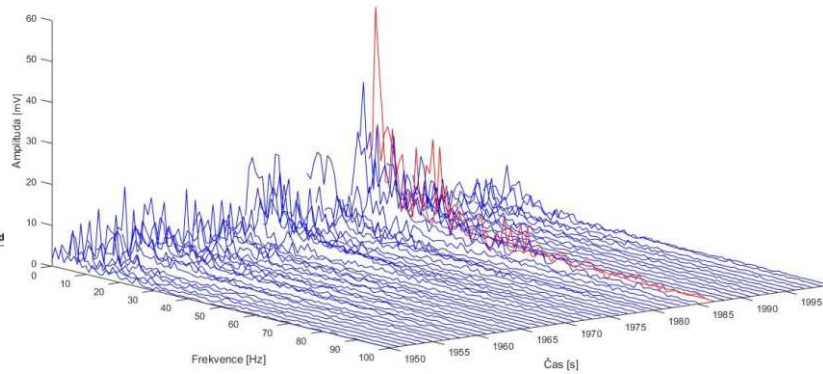


MIKROZÁCHVATY EPILEPSIE

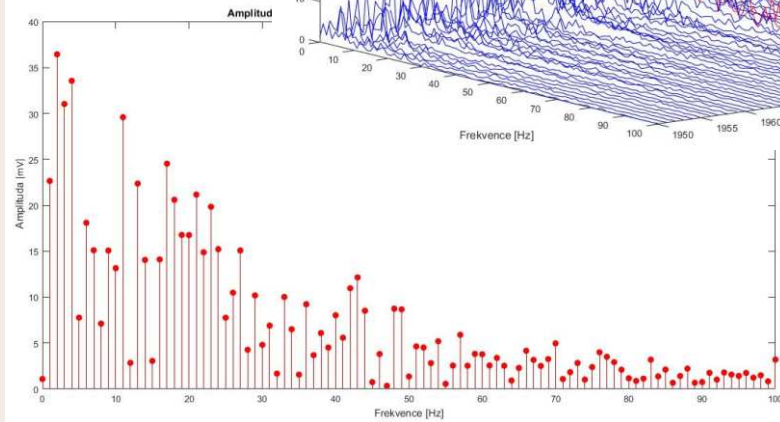


MIKROZÁCHVATY EPILEPSIE

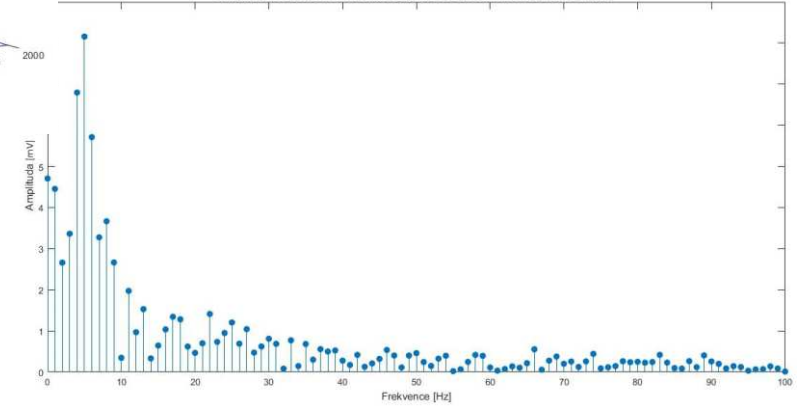
Amplitudová frekvenční spektra po 1 s



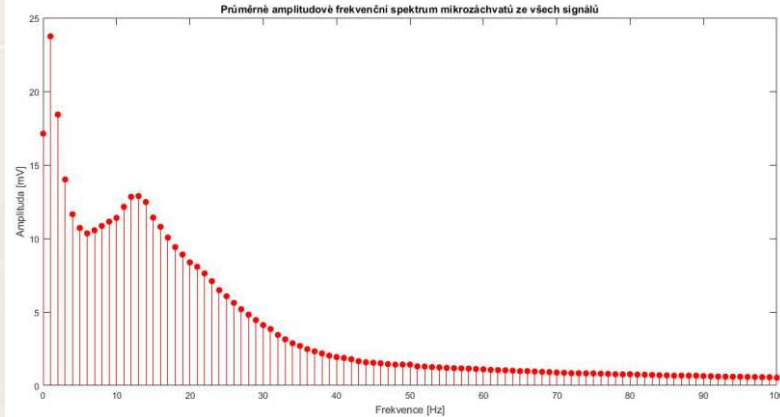
Amplitud



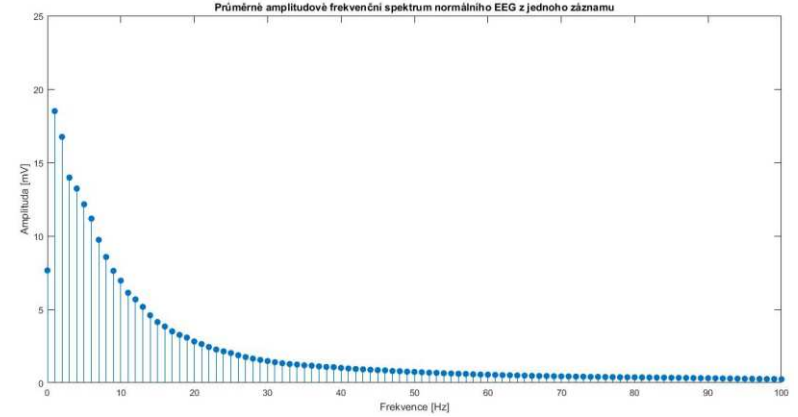
Amplitudové spektrum normálního signálu EEG během 1 s od začátku záznamu



Průměrné amplitudové frekvenční spektrum mikrozáchvatů ze všech signálů



Průměrné amplitudové frekvenční spektrum normálního EEG z jednoho záznamu



VÝUKA

☑ Bc studium

- Časové řady (Bi5440)
povinný předmět - 3.ročník, 5.semestr
- Vícerozměrné metody (Bi8600) + cvičení (Bi8600c)
povinný předmět - 3. ročník, 5. semestr
(RNDr.E.Janoušová, RNDr J.Jarkovský)

☑ Mgr studium

- Lineární a adaptivní zpracování dat (Bi0440)
povinný předmět - 1.ročník, 1.semestr (Doc.D.Schwarz)
- Analýza a klasifikace dat (Bi0034)
povinný předmět - 1.ročník, 1.semestr (RNDr.E.Janoušová)
- Spektrální analýza časových řad (Bi6446)
doporučený volitelný předmět - jarní semestr

NA SHLEDANOU ZA 2 TÝDNY