

# **KARDIOVASKULÁRNÍ REGULACE**

# TYPY REGULACÍ z obecného pohledu

Rozdíl mezi pojmy: řízení x regulace

2 základní typy:

- ✓ nervová regulace
- ✓ humorální

# REGULACE V KARDIOVASKULÁRNÍM SYSTÉMU

Úkolem těchto regulací – jak srdeční, tak cévní soustavy - je v souladu s měnícími se metabolickými požadavky organismu:

- udržovat relativně konstantní arteriální tlak
- zabezpečit dostatečné prokrvení tkání

# Regulace cévního tonu

- Cévní tonus = základní klidové napětí hladké svaloviny cév
- Vazomotorika = možnost cév se v případě potřeby stahovat či roztahovat
- Regulace - lokální (místní) autoregulace
  - systémová regulace

# Autoregulace

Autoregulace = céva ovlivňuje sama sebe

- **Myogenní** – Baylissův fenomén ( hladká svalovina cév odpovídá na roztažení kontrakcí)
  - Při větší náplni cév se zvyšuje tlak uvnitř cévy (intravaskulární) - napíná se cévní stěna, s ní i buňky hladké svaloviny - jejich membrána se depolarizuje, zvýšený vstup vápníku do buněk - což vyvolá vazokonstrikci (tímto se udrží relativně stálý průtok krve i při změnách tlaku krve – uplatňuje se hlavně v ledvinách, v mozku i systémovém oběhu)



# Autoregulace

- **Metabolická** – průměr cév (platí hlavně pro arterioly, metarterioly, malé arterie) se mění podle požadavků tkání
- Je zprostředkovávána různými látkami:
  - Metabolity – konečné produkty energetického metabolismu =  $\text{CO}_2$ , kyselina mléčná,  $\text{K}^+$
  - Hypoxie (systémová cirkulace: vazodilatace x plicní oběh: vazokonstrikce)
  - Adenozin – koronární řečiště: vazodilatace

# Autoregulace

- **Humorální** – působení látek (podobných hormonům) vznikajících
  - v endotelu
  - ve tkáních orgánů
  - nebo produkovaných krvinkami

**na stěnu cév**



## **ENDOTEL**

### ***Vazodilatační působky:***

Oxid dusnatý (NO)

Prostaglandiny (PGE<sub>2</sub>, PGD<sub>2</sub>)

### ***Vazokonstrikční působky:***

Endoteliny (peptidy – 21AK)

endotelin 1, 2 , 3

# Působky produkované jinými tkáněmi

**Histamin** – přírodní endogenní látka s výskytem v buňkách plic, kůže, GIT, bazofilních granulocytech. Uvolňuje se při poškození, zánětu či alergické reakci v podstatě ze všech tkání.

Celkový efekt histaminu na krevní oběh: dilatace arteriol a kapilár, pokles systémového cévního odporu a tlaku krve, zvýšení propustnosti kapilár

**Bradykinin** – zástupce plazmatických kininů (lyzylbradykinin=kalidin). Tvorba z kininogenů prostřednictvím proteáz=kalikreinů (plazmatický + tkáňový). Působení: ve tkáních, které při zvýšené aktivitě uvolňují kalikrein=slinné a potní žlázy - při intenzivním pocení vyvolá lokální vazodilataci.

10x silnější než histamin

Účinky v poškozených tkáních: relaxace hladkého svalstva, snížení tlaku krve, zvýšení propustnosti kapilár

**Serotonin** – výskyt: chromafinní buňky GIT, CNS, trombocyty

Vazba: serotonin + 5 HT receptory – po navázání na receptor dojde ke kontrakci hladkého svalstva cév, bronchů i střeva

Účinek na cirkulaci je závislý na specifických vlastnostech cévního řečiště v jednotlivých orgánech: vazodilatace cév – kosterní svaly, kůže

: vazokonstrikce cév – ledviny, mozek, plíce, splachnické řečiště

(serotonin – jako neurotransmitter – ovlivní procesy spánku a bdění, chování, příjem potravy, termoregulaci)

# Systemová regulace

**HORMONÁLNÍ** – působením hormonů ovlivňujících tonus hladkého svalstva cév:

- Katecholaminy (ze dřeně nadledvin, zástupci: adrenalin, noradrenalin, dopamin; účinky podobné jako při stimulaci sympatikem, s delší dobou trvání)
- Systém renin – angiotenzin (uplatňuje se hlavně při stresu)
- Antidiuretický hormon (mimo účinek na ledvinné tubuly vyvolává generalizovaně vazokonstrikci, nejvýrazněji v GIT a kožním řečišti)
- Atriální natriuretický peptid (syntéza v srdečních síních jako odpověď na roztažení – působí přímo na hladké svalstvo arteriálního a venózního řečiště vazodilatačně (sníží tlak krve))

# **Systemová regulace**

**NERVOVÁ – přes autonomní nervový systém**

***Sympatikus: vazokonstrikce***

Většina hladké svaloviny cév – arterioly a vény,  
aktivace sympatiku zprostředkovává klidový cévní tonus  
(postgangliová vlákna – uvolnění noradrenalinu – působení  
na alfa1 adrenergní receptory

***Parasympatikus: vazodilatace***

Pouze sakrální parasympatická cholinergní vlákna (Ach)  
inervující arterioly vnějších pohlavních orgánů



# REGULACE KARDIO(VASKULÁRNÍHO) SYSTÉMU

***Centrum kardiomotorické*** (pro regulaci srdeční činnosti)

– Rami cardiaci n. vagi x nn. cardiaci

**Kardioinhibiční centrum:** prodloužená mícha (ncl.dorsalis, ncl. ambiguus) – parasympatická vlákna X.hlavového nervu

: je stále aktivní – tzv. vagový tonus

Účinky: „negativní“ – snížení frekvence srdce, snížení kontraktility

# REGULACE KARDIO(VASKULÁRNÍHO) SYSTÉMU

***Centrum kardiomotorické*** (pro regulaci srdeční činnosti)

– Rami cardiaci n. vagi x nn. cardiaci

**Kardioexcitační centrum:** není přesná lokalizace, předpoklad: retikulární formace laterální části prodloužené míchy – spinální centra sympatiku v segmentech Th1-Th3; nn.cardiaci

Účinky: „pozitivní“ – zvýšení frekvence srdce, zvýšení kontraktility

# REGULACE (KARDIO)VASKULÁRNÍHO SYSTÉMU

***Centrum vazomotorické*** (pro regulaci činnosti cév)

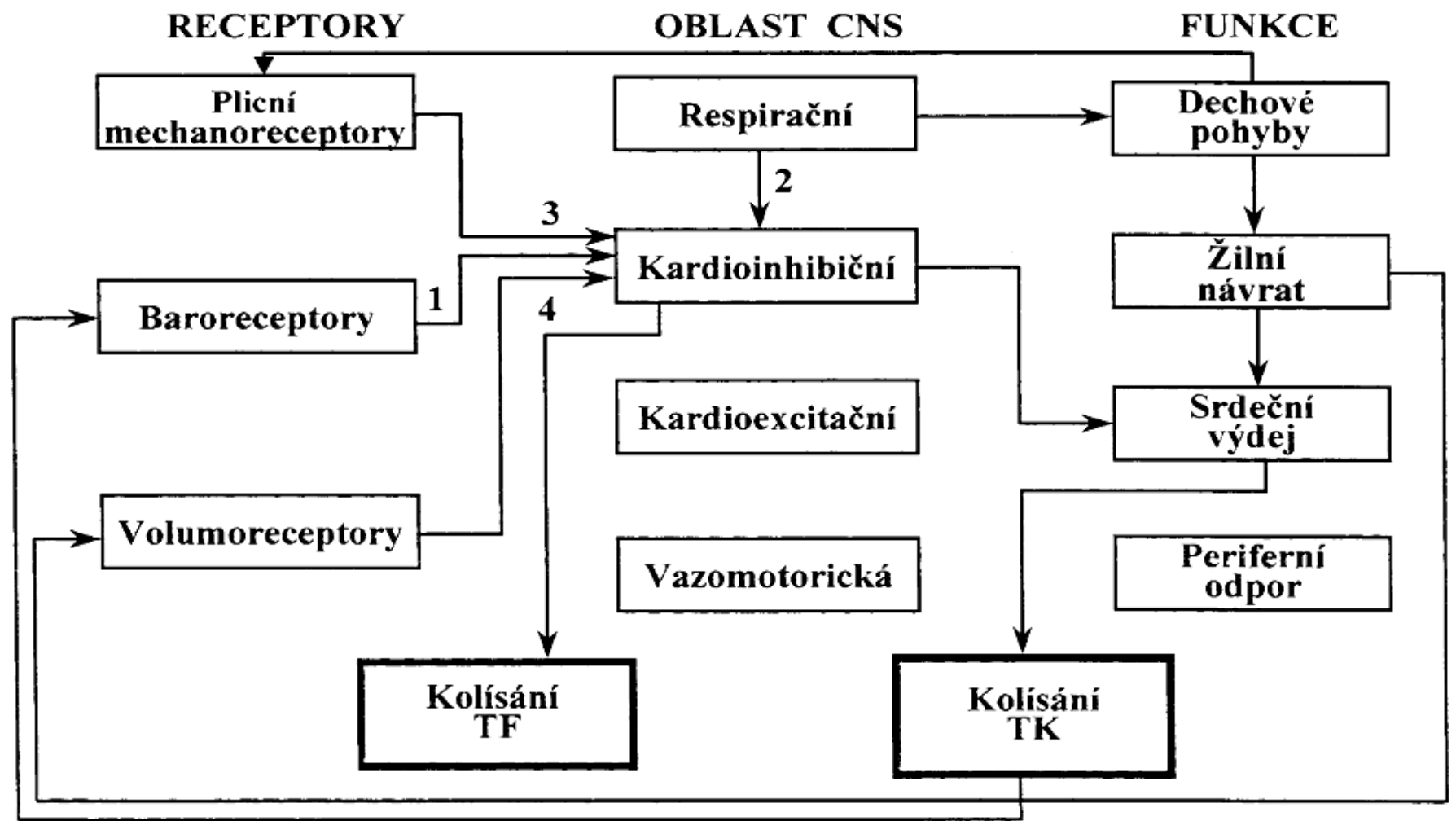
Rozprostřeno v oblastech prodloužené míchy

- ✓ *Presorická* oblast (aktivace rostrální a laterální části – vazokonstrikce, zvýšení tlaku krve; stále aktivní, zodpovědné za cévní tonus)
- ✓ *Depresorická* oblast (aktivace mediokaudální oblasti – vazodilatace, pokles tlaku krve)



# INTEGRACE REGULACÍ

- Kardiovaskulární centra jsou ovlivněna informacemi z periferie a jiných oblastí CNS:
  - z retikulární formace mostu, mezencefala a diencefala
  - z hypothalamu (zadní hypothalamus má vztah k sympatickému NS)
  - z mozkové kůry – motorická oblast - regulace průtoku kosterními svaly; v souvislosti s emocemi





# Regulační mechanismy krevního tlaku

## System **krátkodobé** regulace

- baroreflex

## System **střednědobé** regulace

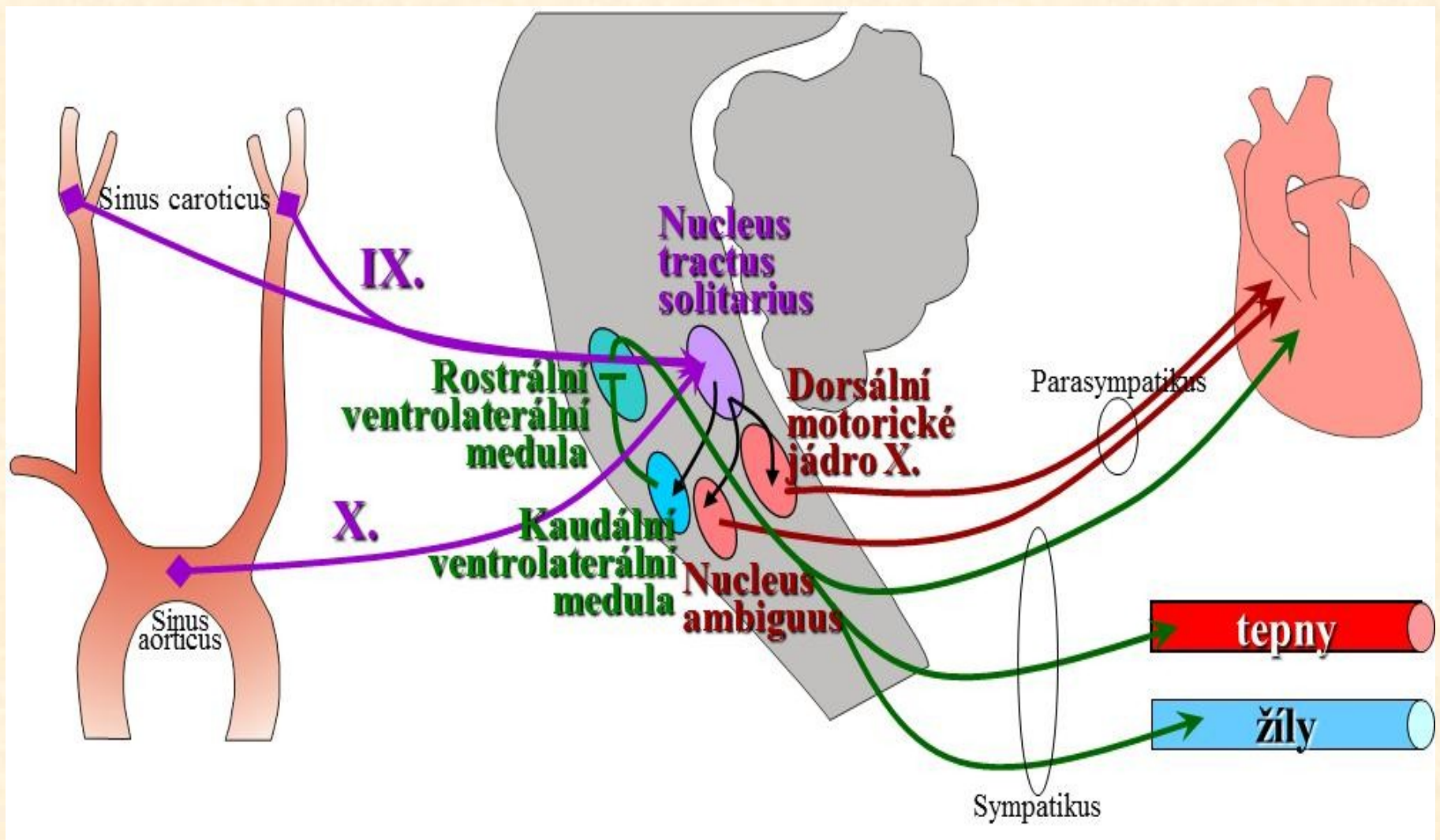
- humorální regulace
- sympatikem zprostředkovaný vliv katecholaminů
- systém renin-angiotenzin-aldosteron
- působení antidiuretického hormonu

## System **dlouhodobé** regulace

- regulační systém ledviny

# Krátkodobá regulace krevního tlaku

## BAROREFLEX



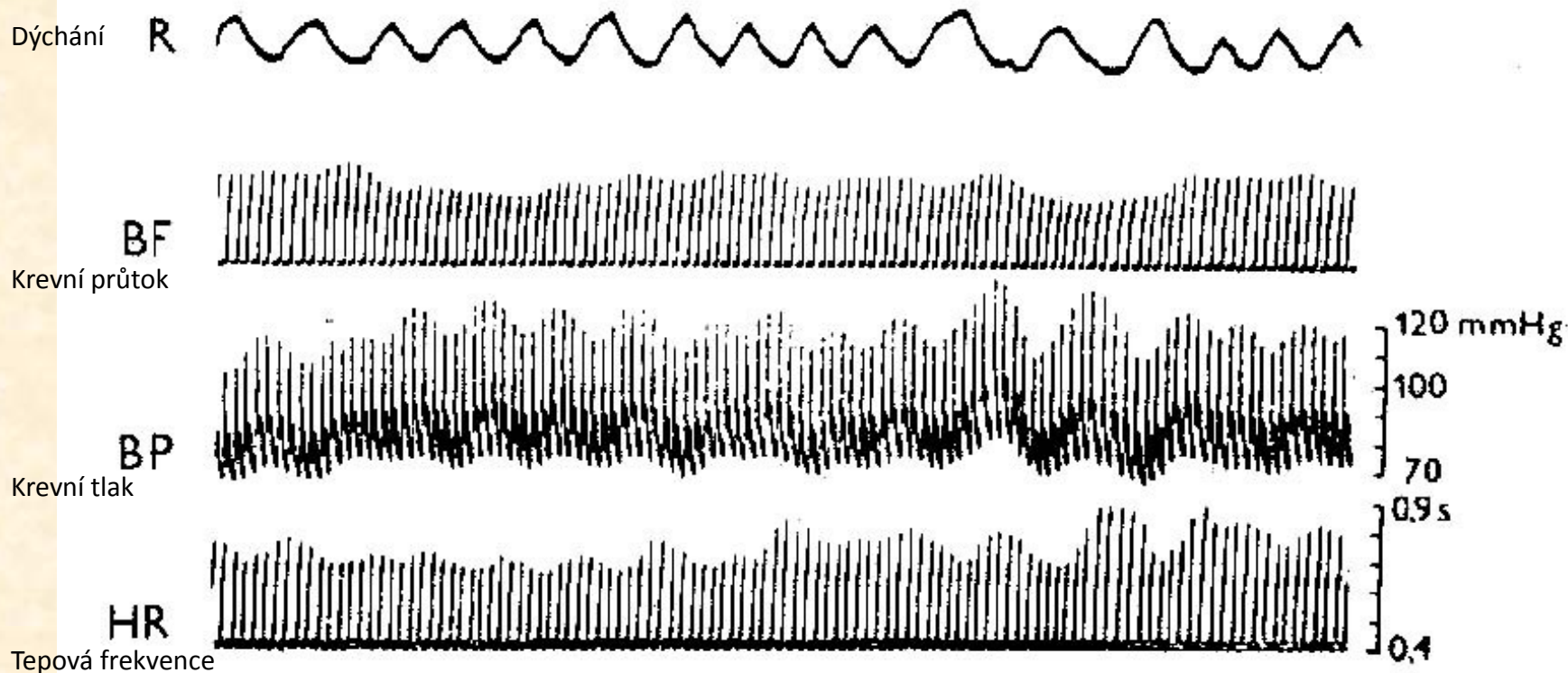
# Systemy dlouhodobé regulace

- Méně známy
  - Vliv renin-angiotenzinového systému na stimulaci sekrece aldosteronu přetrvává dny a týdny
- Existuje vztah mezi hodnotou krevního tlaku a solnou (vodní) bilancí
- **Tlaková diuréza** přispívá regulací objemu k tlakové homeostáze
- Pokud je setrvalý vzestup TK – za 2 hodiny po té nastupuje tlaková natriuréza a trvá řadu dní (při vzestupu TK ledviny vylučují více sodíku – a tím i vody – snížení extravaskulárního objemu s následným poklesem TK)
- **Jediný systém regulace, který nepodléhá adaptaci** – působení trvá tak dlouho, dokud není tlak vrácen k původním hodnotám (nebo pokud není její působení zvráceno jinými mechanismy)
- Při setrvalém poklesu TK – opačný účinek



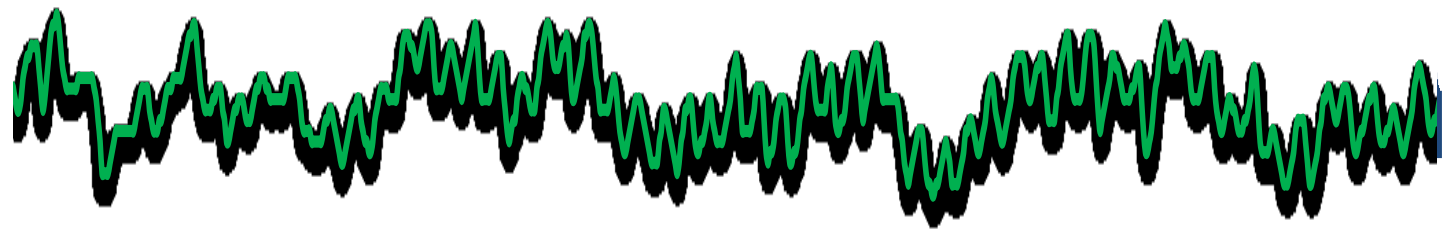
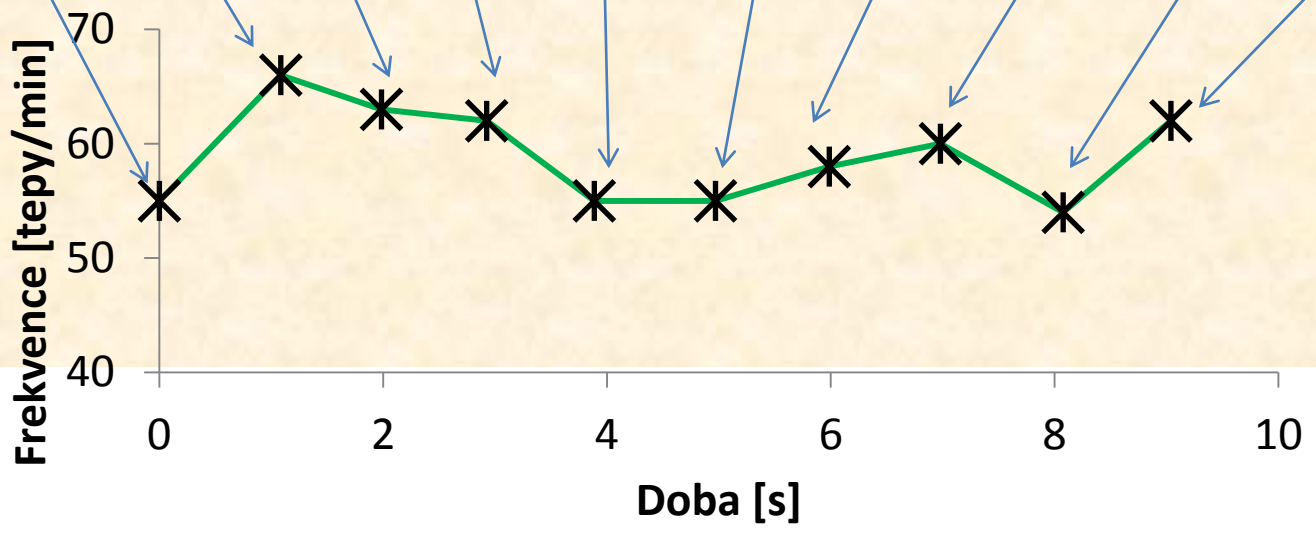
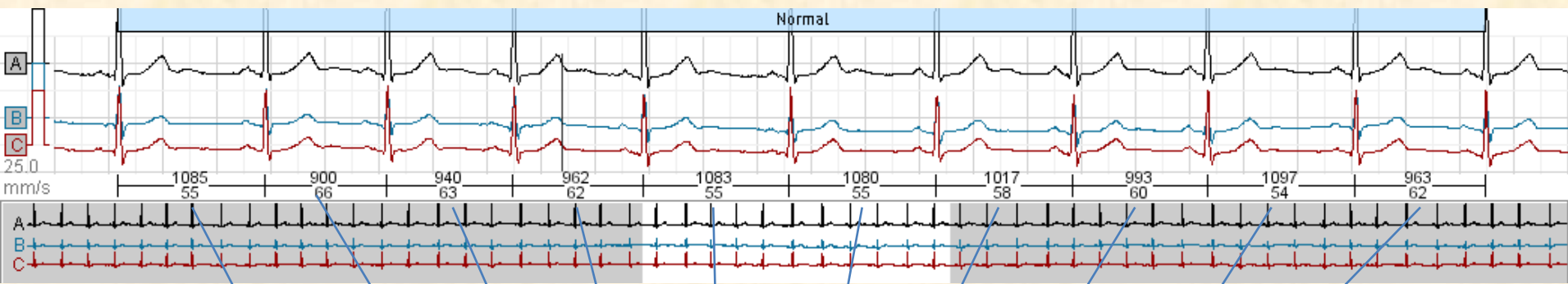
# Záznam dýchání a vln v oběhových parametrech

- originální záznam pomocí Peňázova fotopletysmografu

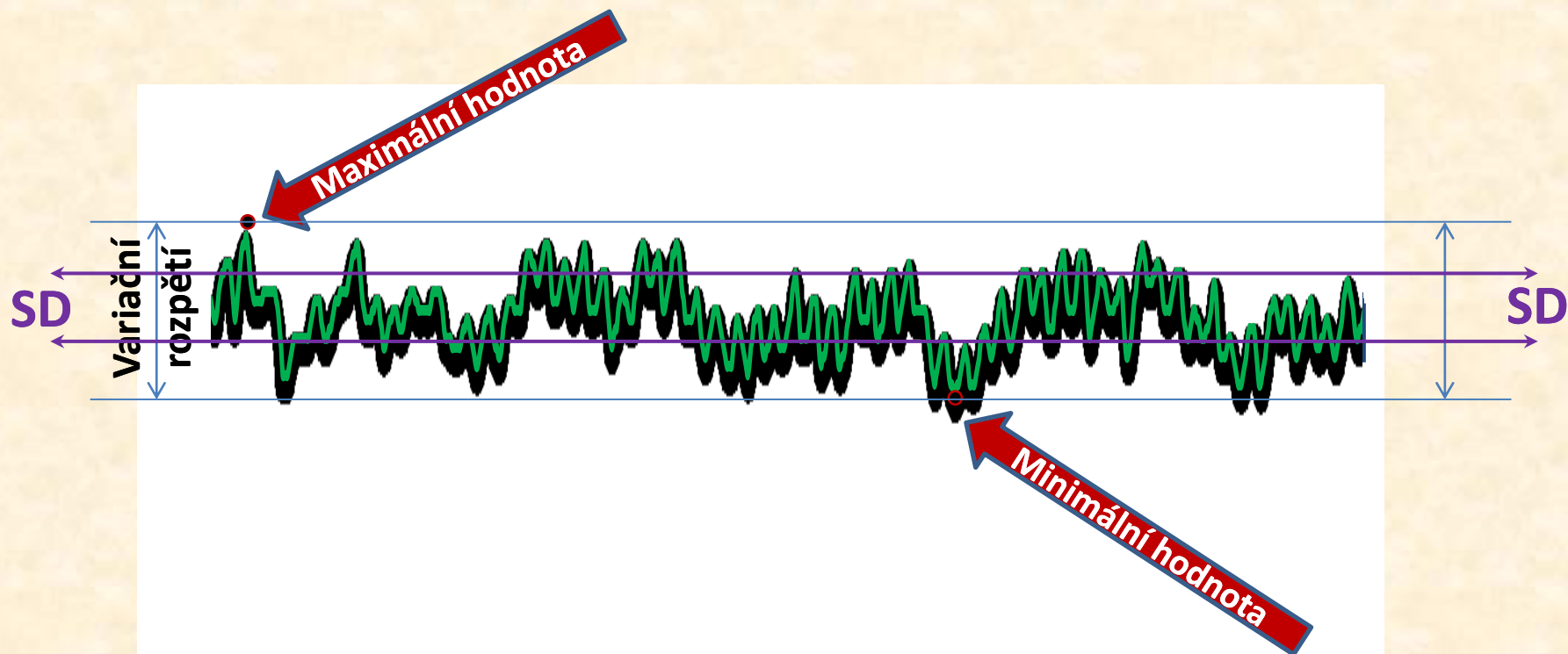




# Variabilita oběhových parametrů – příklad kolísání délky RR intervalů v EKG záznamu

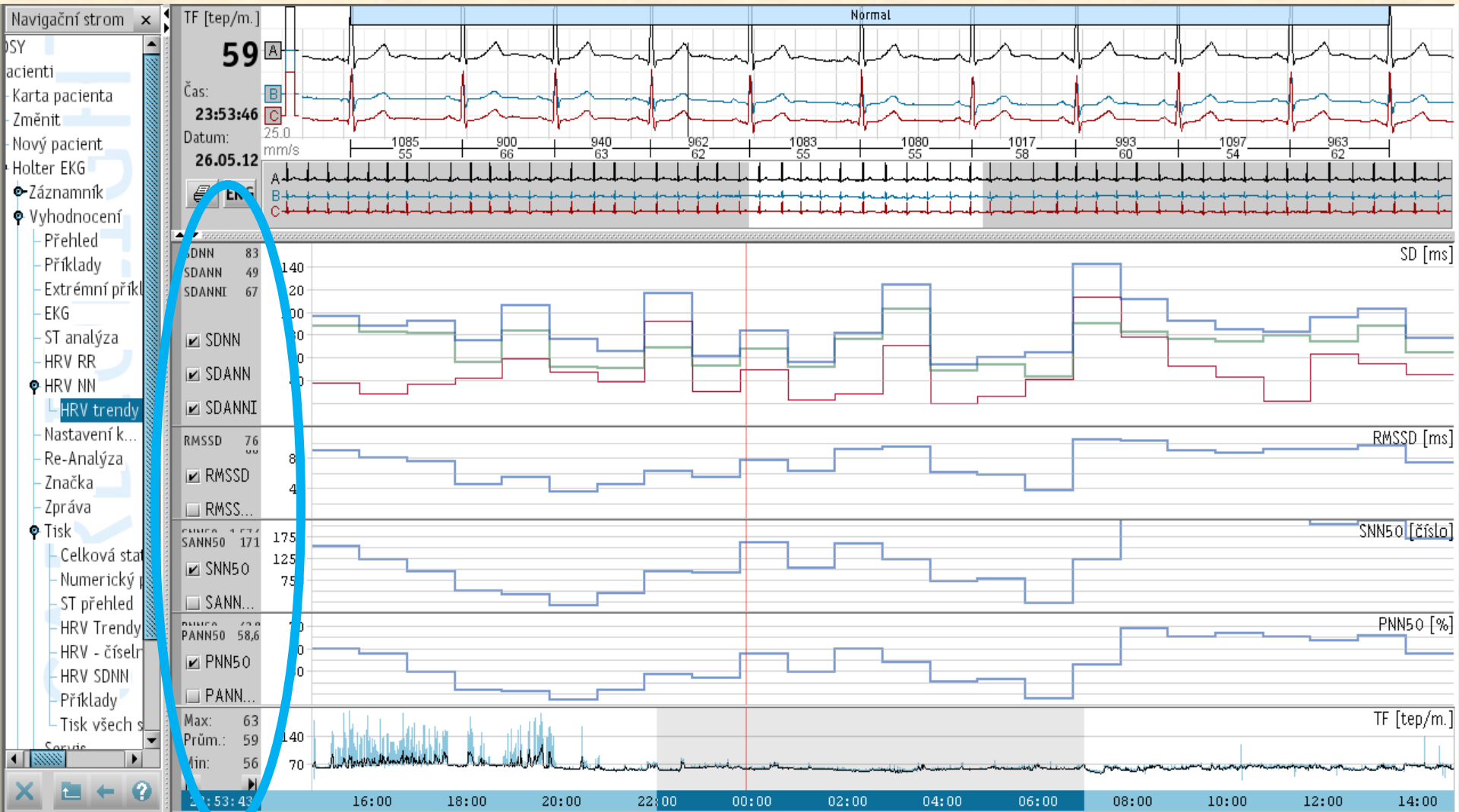


# Variabilita oběhových parametrů – příklad jejího hodnocení např. použití statistických metod



# Variabilita oběhových parametrů

## Příklad: EKG – Holterovo monitorování



# Variabilita oběhových parametrů

Příklad hodnocení pomocí geometrické metody

840 **x**

828 **y x**

760 **y x**

756 **y x**

808 **y x**

856 **y**

768

780

808

756

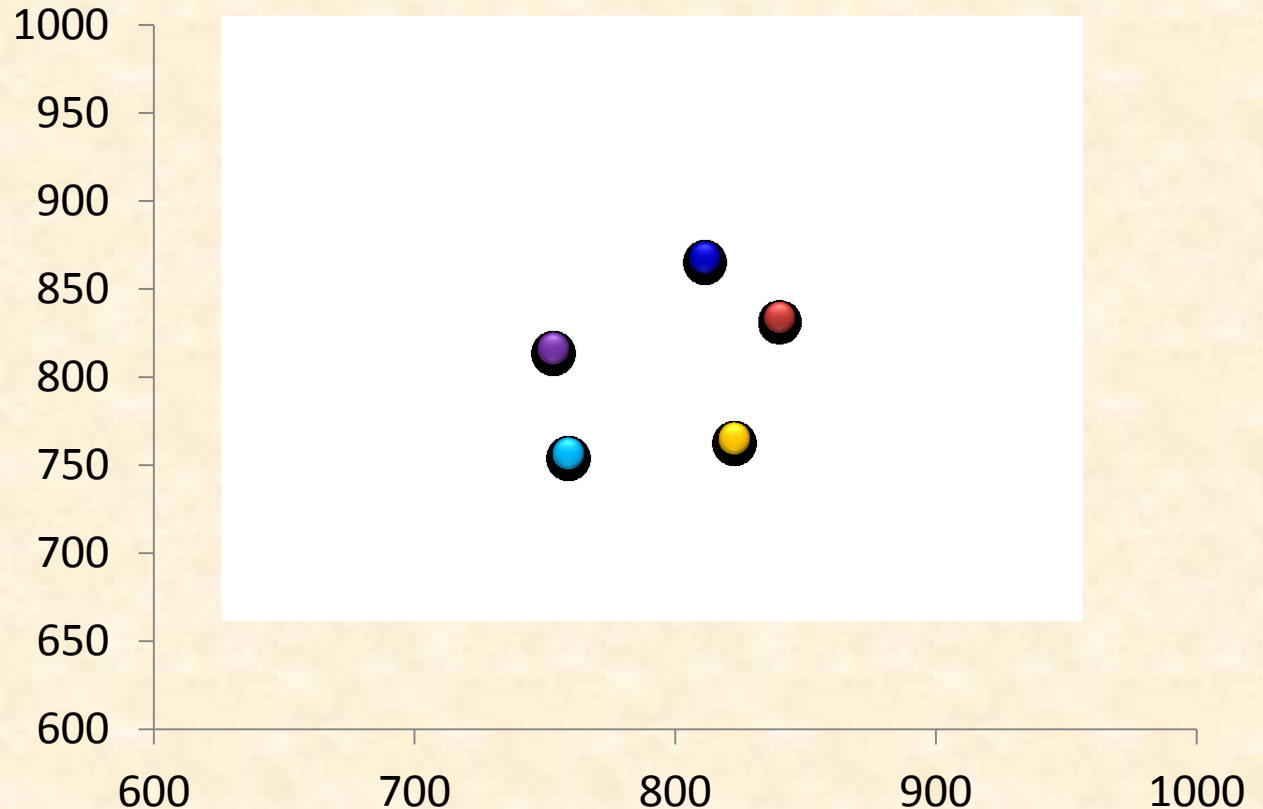
708

728

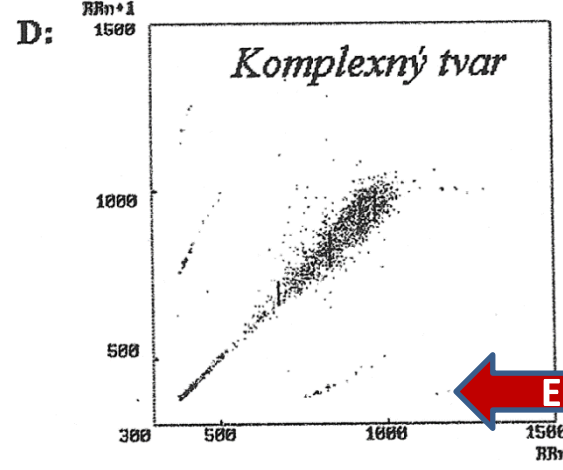
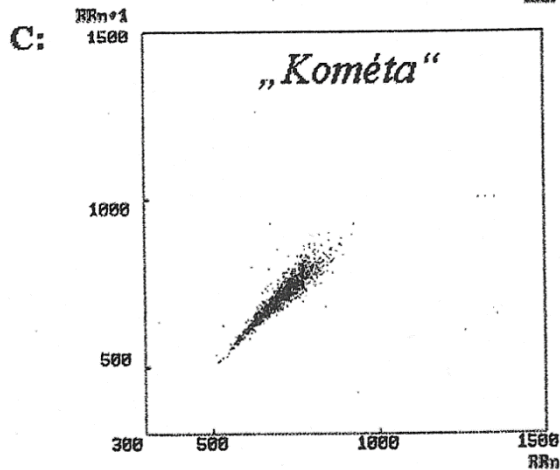
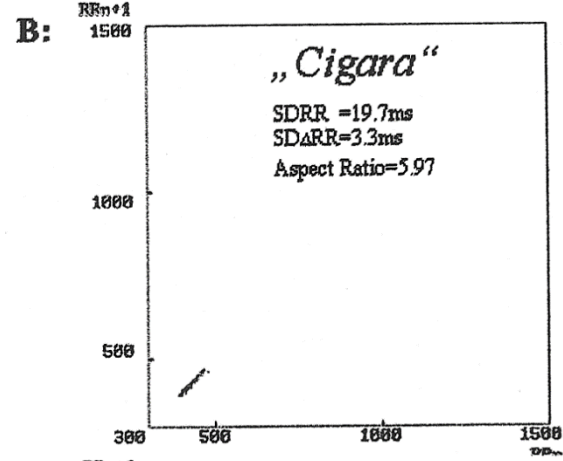
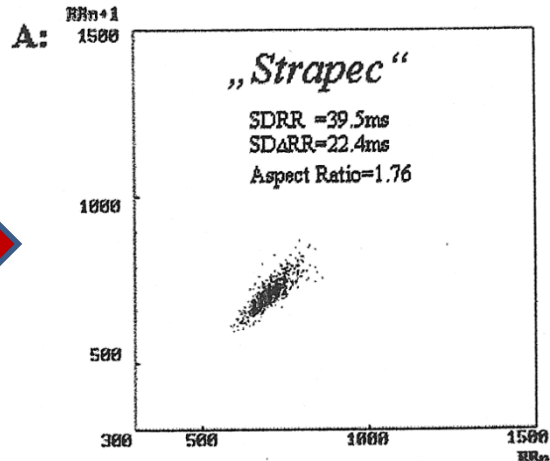
756

732

708



# - geometrické metody

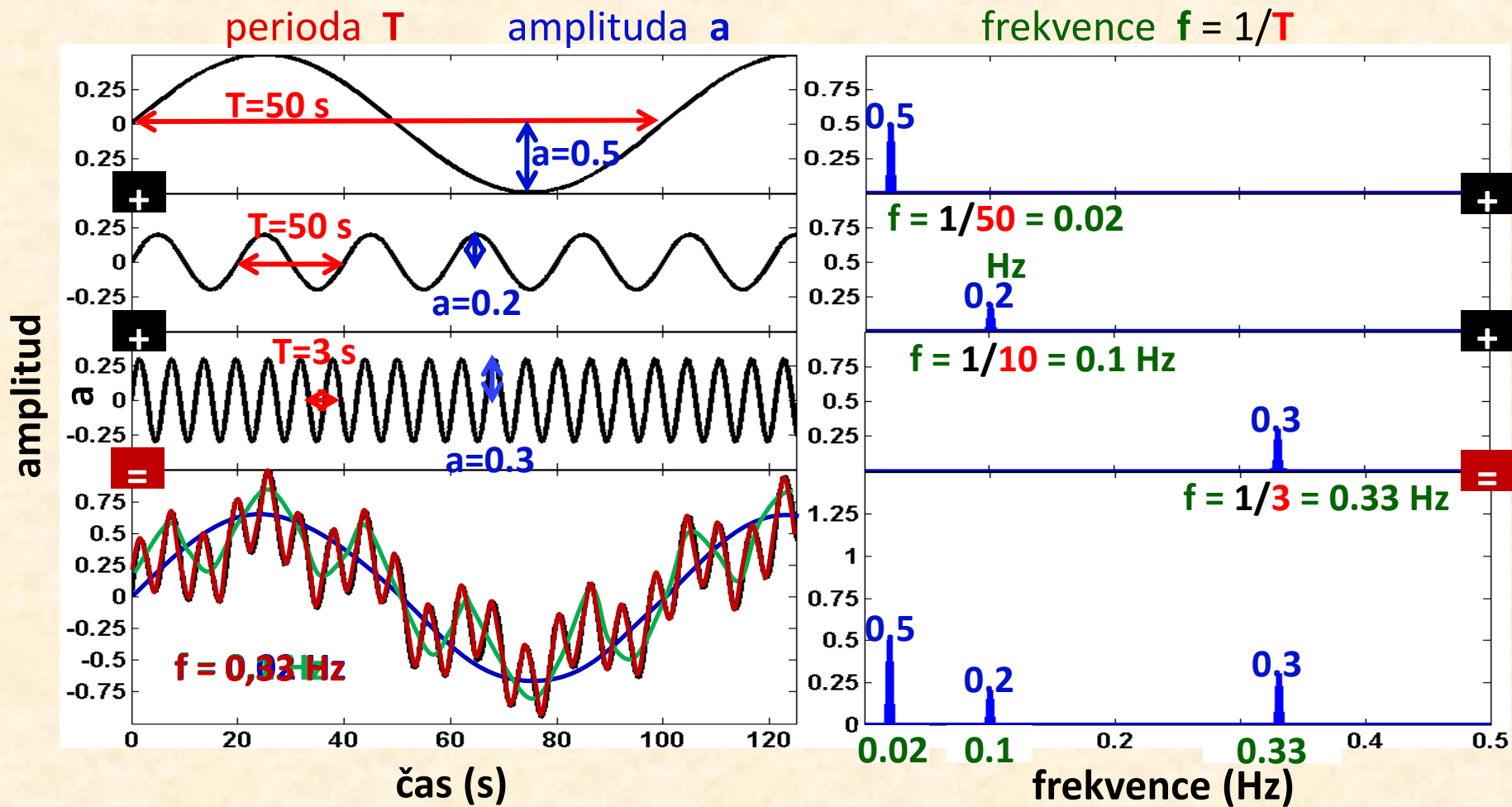


Normální vzor

Ektopický rytmus

# Variabilita oběhových parametrů

## Příklad: Frekvenční analýza - spektrální analýza



# VARIABILITA OBĚHOVÝCH PARAMETRŮ a příklady regulačních systémů v organismu, které pracují na uvedených frekvencích

