

# **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

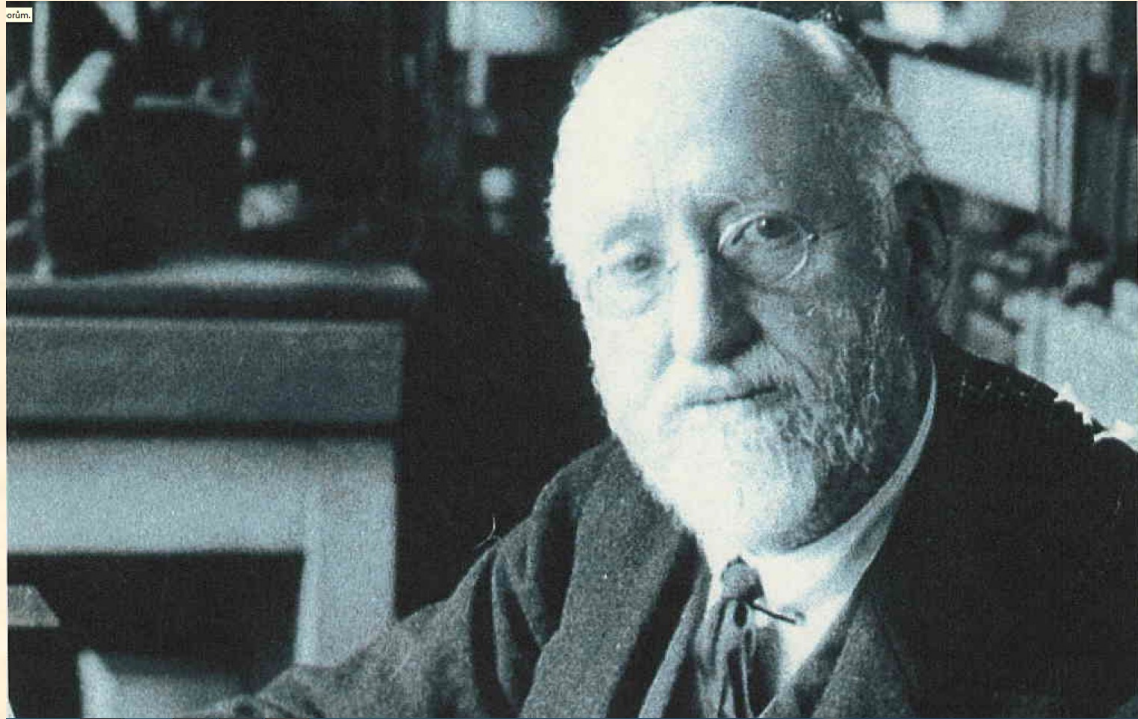
# Regulace cévního tonu

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

# INTEGRACE REGULACÍ V KARDIOVASKULÁRNÍM SYSTÉMU

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

– Rami cardiaci n. vagi

**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

# INTEGRACE REGULACÍ V KARDIOVASKULÁRNÍM SYSTÉMU

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

**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

# INTEGRACE REGULACÍ V KARDIOVASKULÁRNÍM 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 V KARDIOVASKULÁRNÍM SYSTÉMU

- 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

podrobněji viz přednášky Endokrinní systém

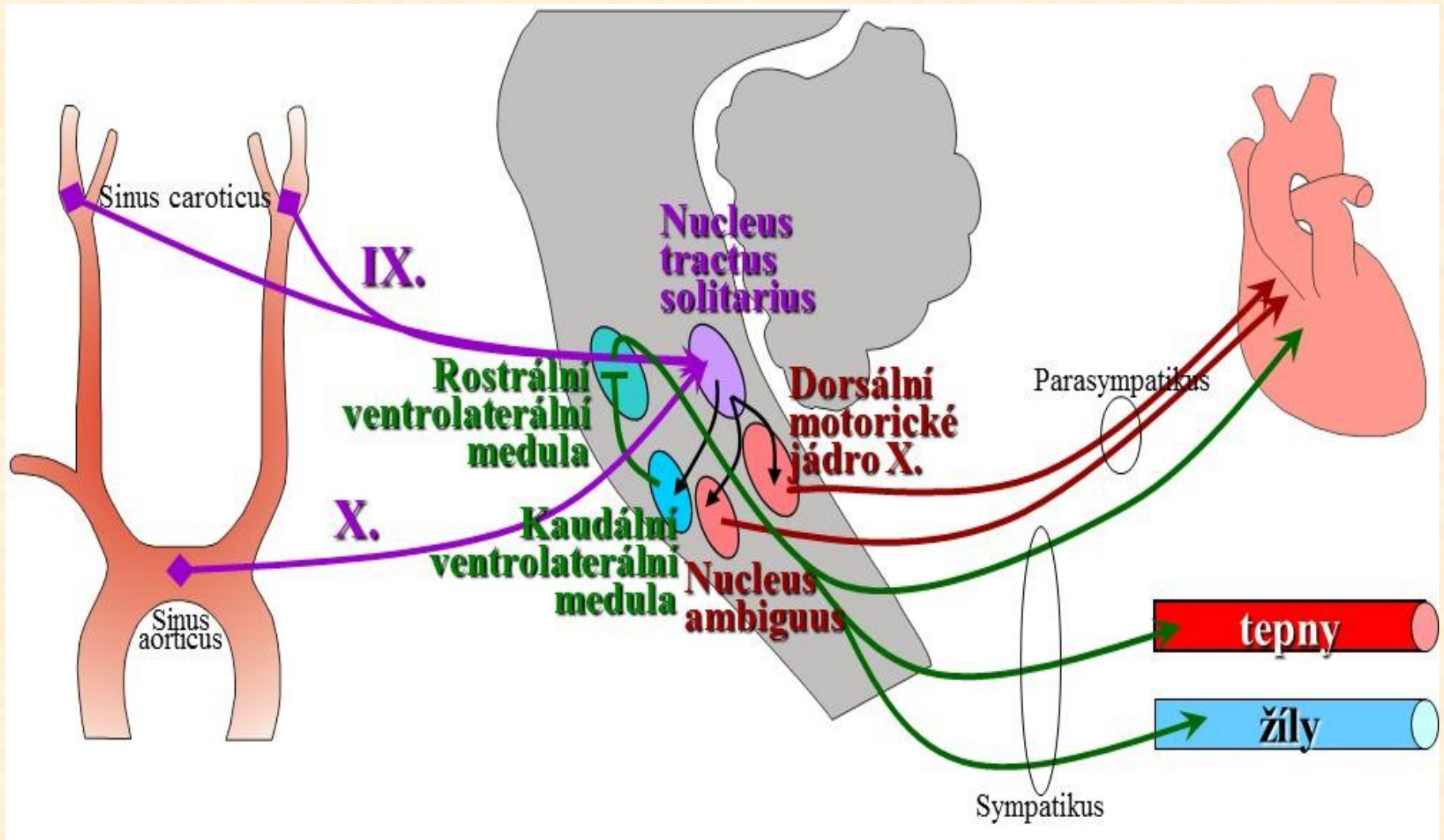
## System **dlouhodobé** regulace

- regulační systém ledviny

podrobněji viz přednášky Vylučovací systém

# Krátkodobá regulace krevního tlaku

## BAROREFLEX



# VARIABILITA OBĚHOVÝCH PARAMETRŮ

**Příklady oběhových parametrů:**

**základní – krevní tlak, srdeční /tepová frekvence, srdeční/tepové intervaly**

**Další: srdeční výdej, systolický objem, periferní rezistence – jsou obtížně měřitelné**

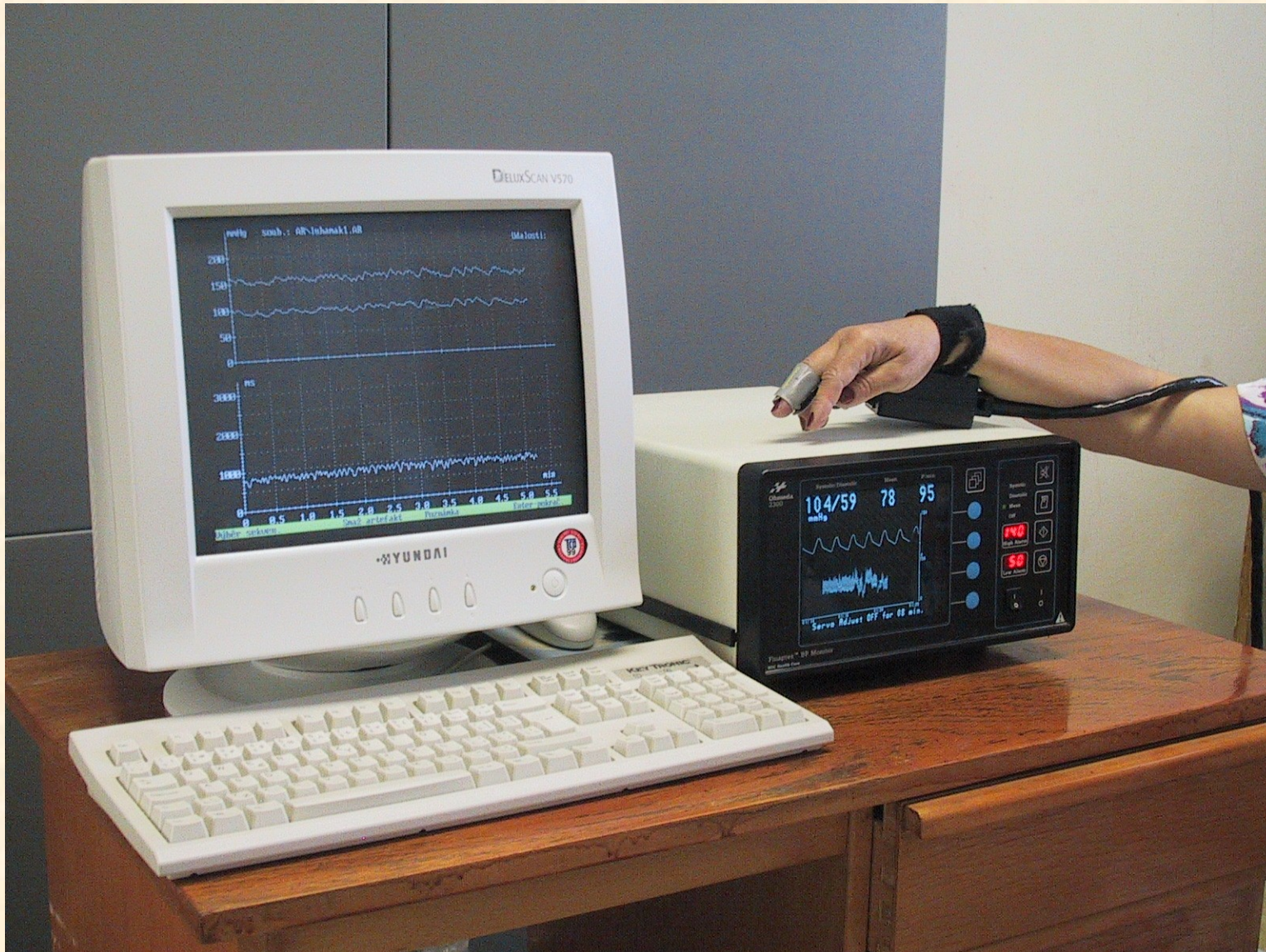
**Poznámka:**

**podrobněji viz: přednáška mgr. Jany Svačinové, PhD**

**Vybrané kapitoly z fyziologie: Spektrální analýza krevního tlaku nebo viz: demonstrace – měření krevního tlaku a stanovení BRS**



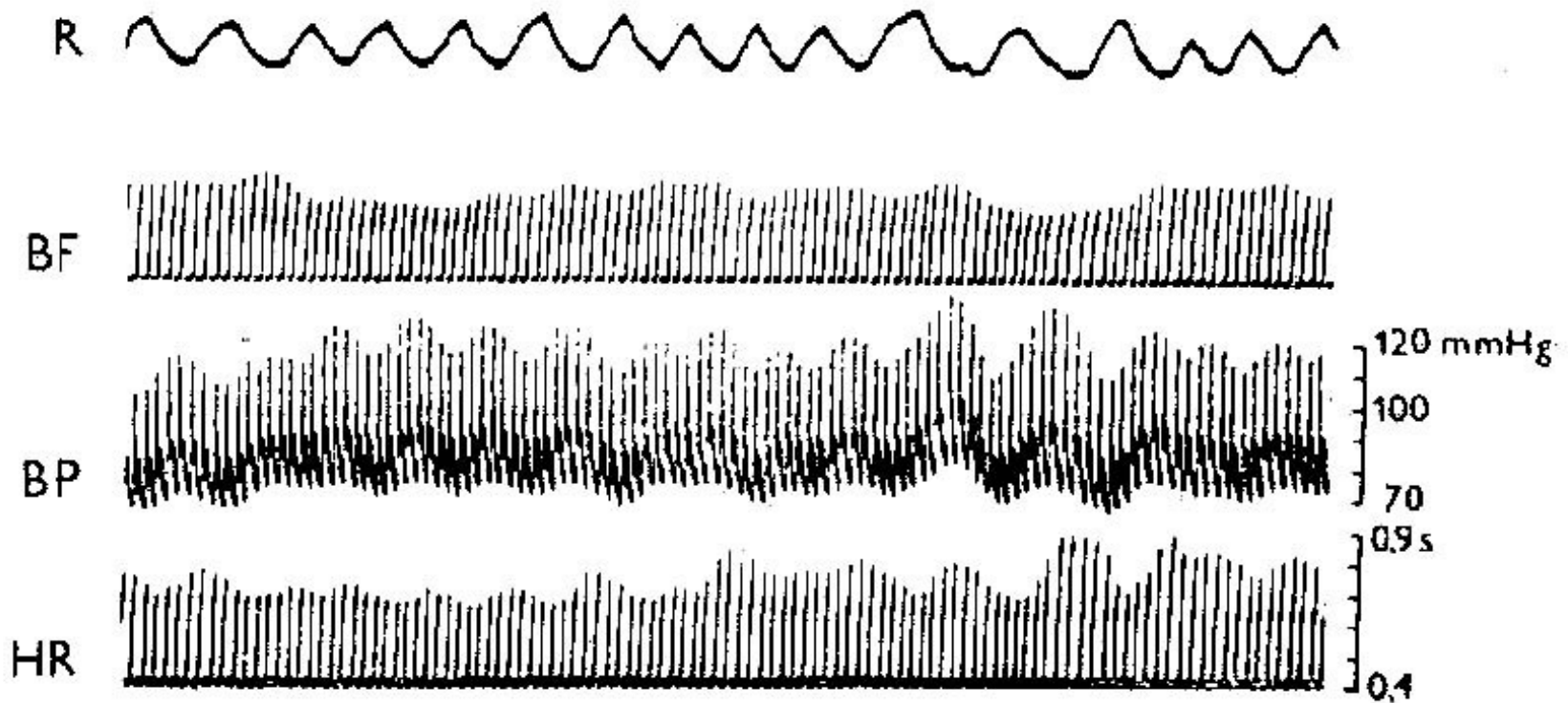
# Finapres (Ohmeda, USA)



# Finometr (FMS, Nizozemí)



# Záznam dýchání a vln v oběhových parametrech



# Citlivost baroreflexu

angl. **baroreflex sensitivity = BRS**

*změna délky tepového intervalu vyvolaná*

*změnou systolického krevního tlaku o 1 mmHg*

***fyziologické rozmezí hodnot:***

***6 – 16 ms/mmHg***



# Stanovení citlivosti baroreflexu

## Invazivní metoda

*Bolus injections of vasoactive drugs*

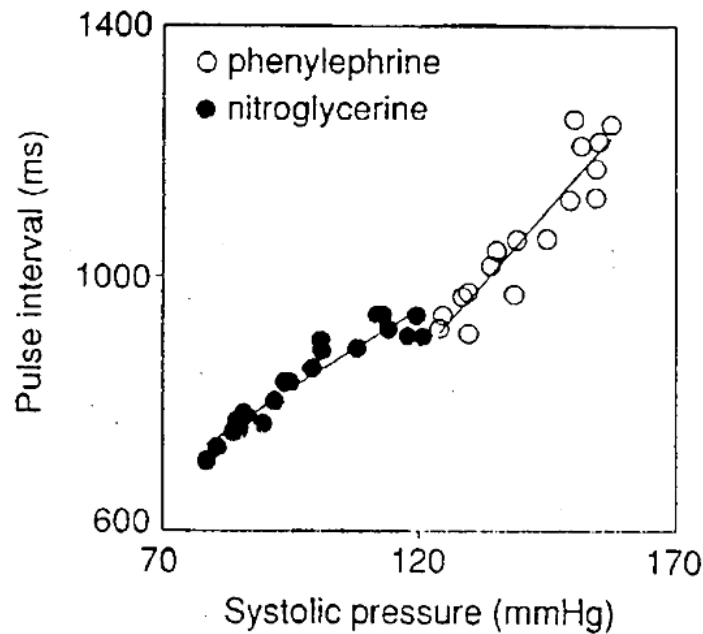
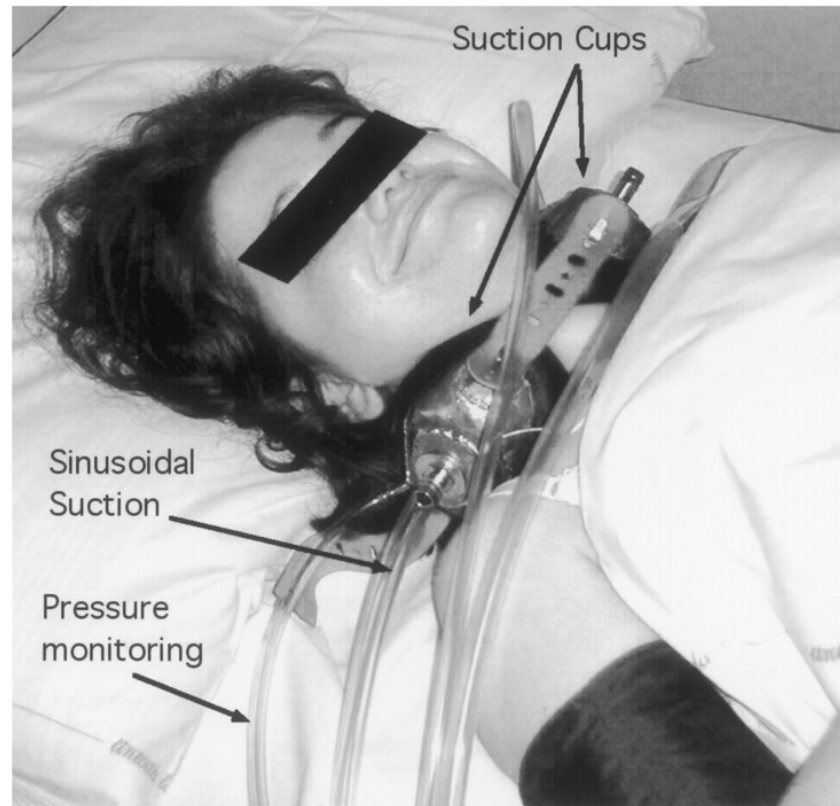
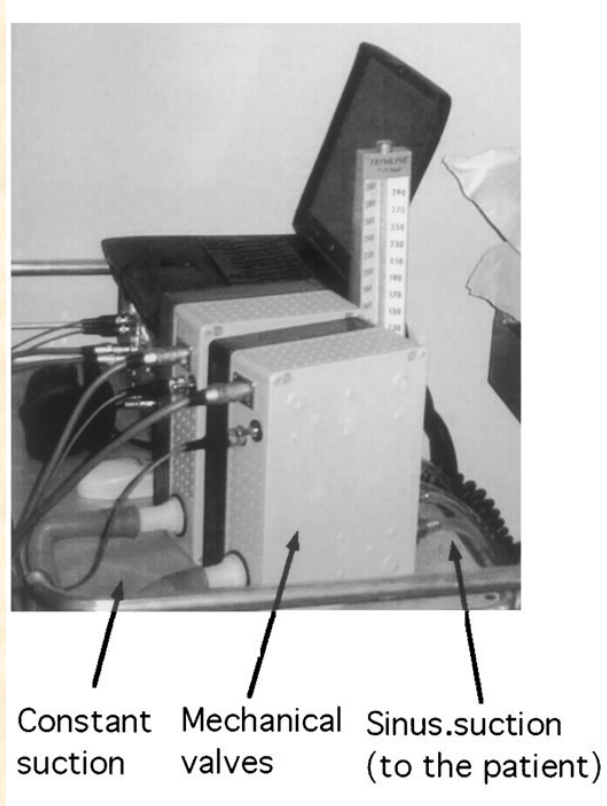


FIG. 5.4. Comparison of R-R interval responses of one subject to intrabolus injections of phenylephrine and nitroglycerine. Adapted with permission Pickering *et al.* 1972c).

# Stanovení citlivosti baroreflexu neinvazivně – neck suction



Furlan R et al. *Circulation* 2003;108:717-723

# První spektrální analýza krevního tlaku u člověka

Vol. 27 (1978)

PHYSIOLOGIA BOHEMOSLOVACA

Fasc. 4

## SPECTRAL ANALYSIS OF RESTING VARIABILITY OF SOME CIRCULATORY PARAMETERS IN MAN

J. PEŇÁZ, N. HONZÍKOVÁ, B. FIŠER

Department of Physiology, Faculty of Medicine, J. E. Purkyně University, Brno

Received June 16, 1976

### Summary

PEŇÁZ, J., N. HONZÍKOVÁ, B. FIŠER (Dept. Physiol., Fac. Med. J. E. Purkyně Univ., Brno). *Spectral Analysis of Resting Variability of Some Circulatory Parameters in Man*. *Physiol. bohemoslov.*, 27(4): 349—357, 1978.

The blood pressure and finger blood flow were recorded by indirect photoelectric methods, together with the heart rate and respiration, in 13 experimental subjects. The systolic pressure (SP), diastolic pressure (DP) and pulse pressure (PP), the heart rate (HR), the acral (finger) blood flow (BF) and the respirogram (R) were read from 5- and 20-min segments at one-second intervals. Autocorrelation functions were calculated from these values and from these in turn the power spectral densities, cross correlation functions, cross-spectral densities and coherence of the individual pairs of parameters studied.

ACKNOWLEDGEMENTS. The authors wish to thank the staff of the Computer Department of the Faculty of Electrical Engineering, Technical University, Brno, for working out the programmes and carrying out the computations.

# SPONTÁNNÍ METODY

## Stanovení variability oběhových parametrů

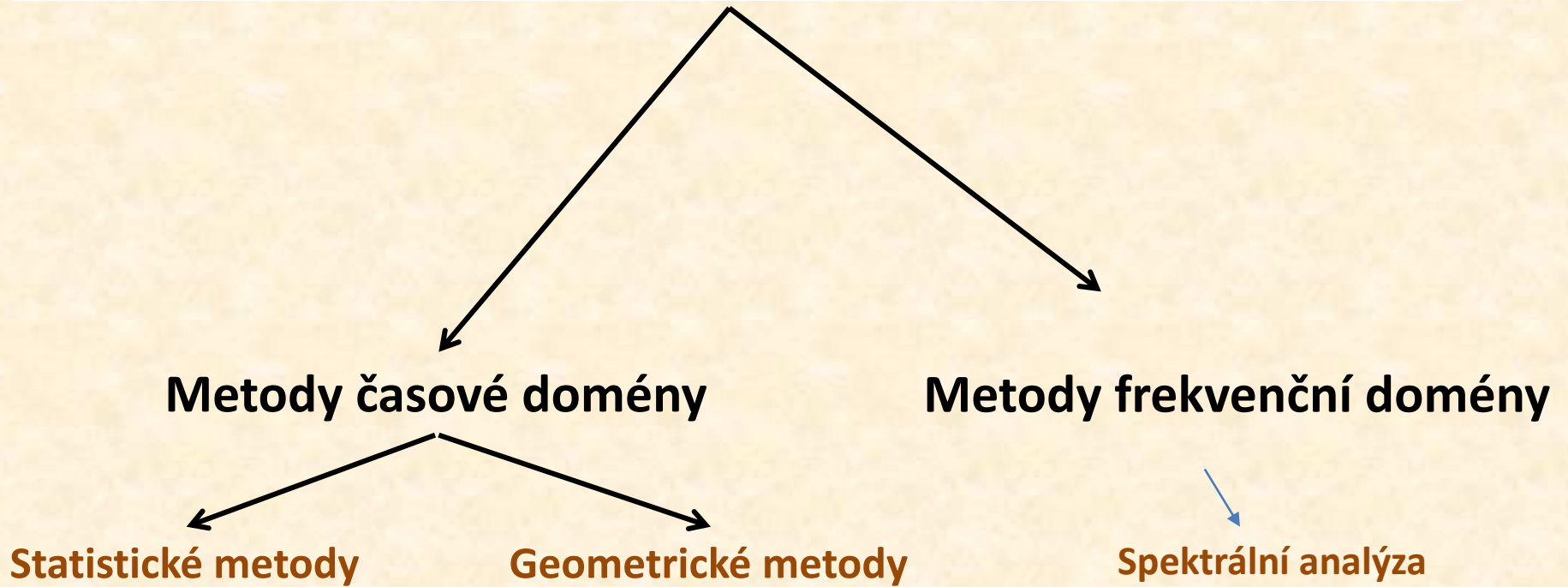
Metody časové domény

Metody frekvenční domény

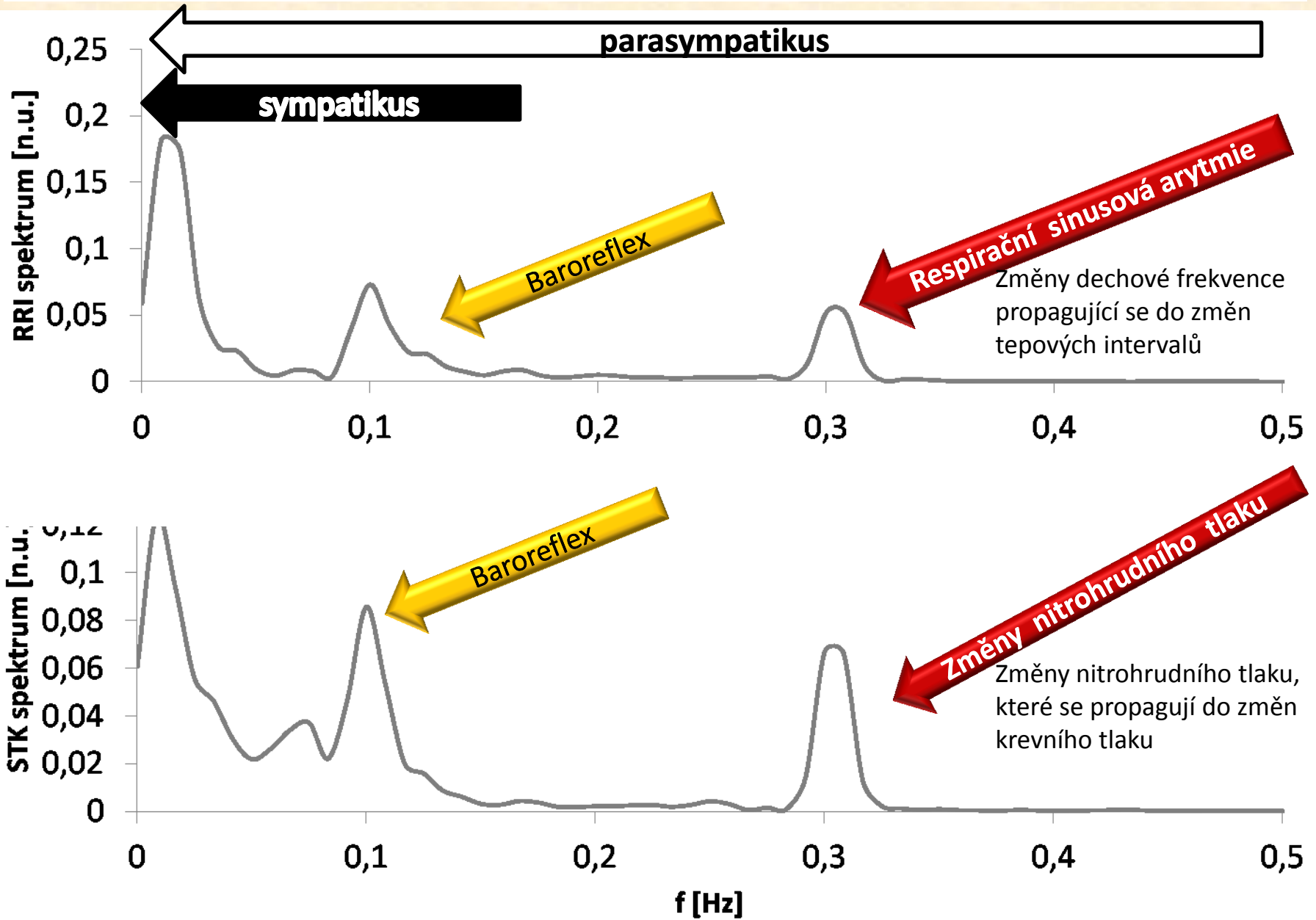
Statistické metody

Geometrické metody

Spektrální analýza



# VARIABILITA OBĚHOVÝCH PARAMETRŮ – fyziologický význam



- stanovení citlivosti baroreflexu zůstává v klinické praxi ukazatelem vzájemného vztahu sympatiku a parasympatiku v regulaci krevního tlaku a tepové frekvence
- snížená hodnota BRS se nachází u mnoha onemocnění: hypertenze, diabetes mellitus, metabolický syndrom, u pacientů po onkologické léčbě aj.
- pro pacienty po prodělaném infarktu myokardu snížená hodnota BRS pod 3ms/mmHg společně se sníženou ejekční frakcí pod 40% představuje zvýšené riziko vzniku náhlé srdeční smrti

## **Na základě 24hodinového ambulantního měření TK**

můžeme vysledovat fyziologické kolísání TK a TF během dne a noci.

Viz přednáška: Krevní tlak

## **Na základě 24 hodinového záznamu EKG**

se hodnotí v klinické praxi parametr: heart rate variability (HRV) – kolísání srdeční frekvence v průběhu dne a noci, stanovuje se poměr LF/HF ...dává informaci, zda je člověk více pod vlivem sympatiku ( $LF/HF > 1$ ) nebo parasympatiku ( $LF/HF < 1$ ).

Viz přednáška: Vyšetření kardiovaskulární soustavy