

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 = CO_2 , kyselina mléčná, 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 (PGE₂, PGD₂)

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
 - limbický systém - 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

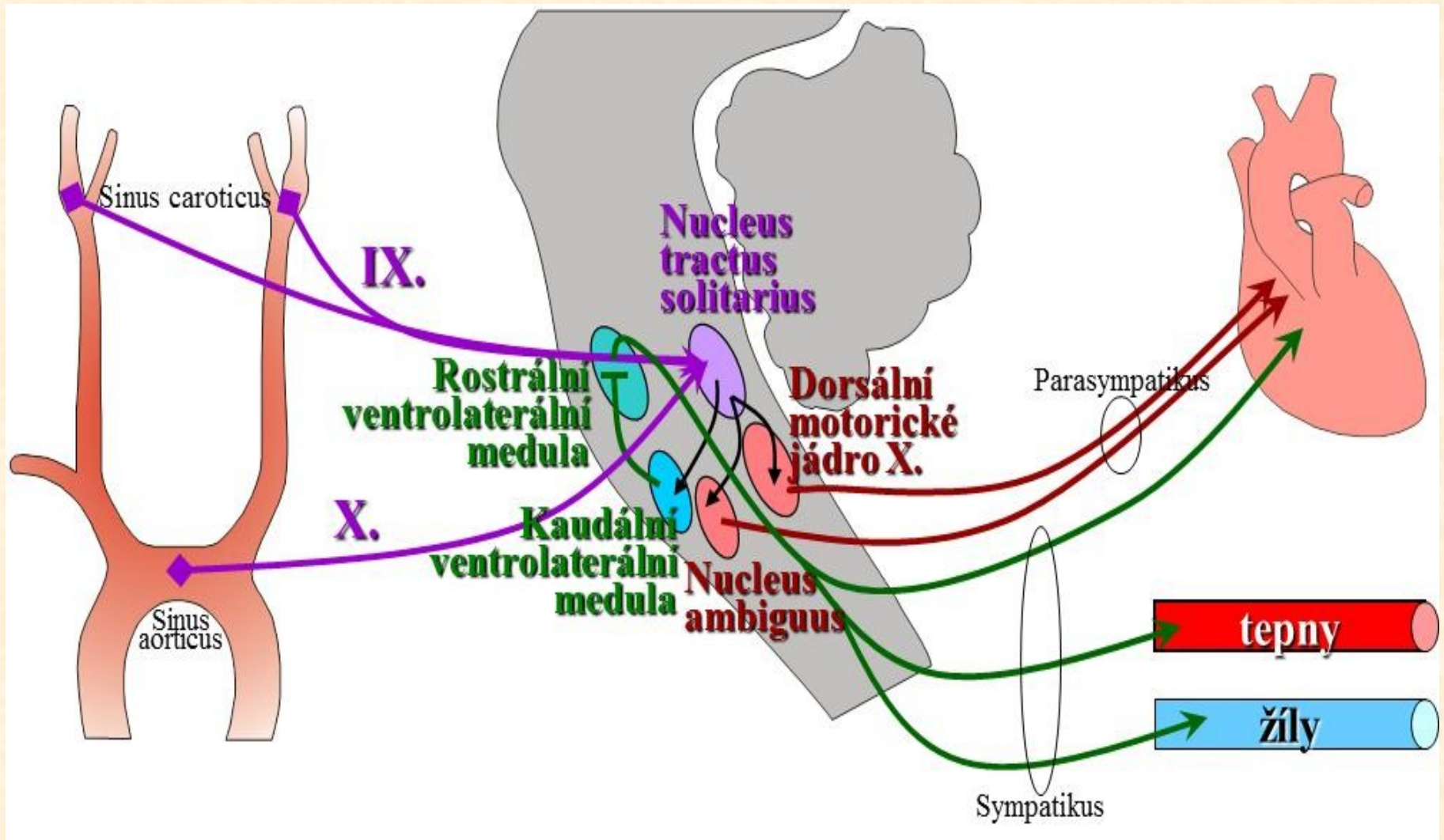
System **dlouhodobé** regulace

- 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

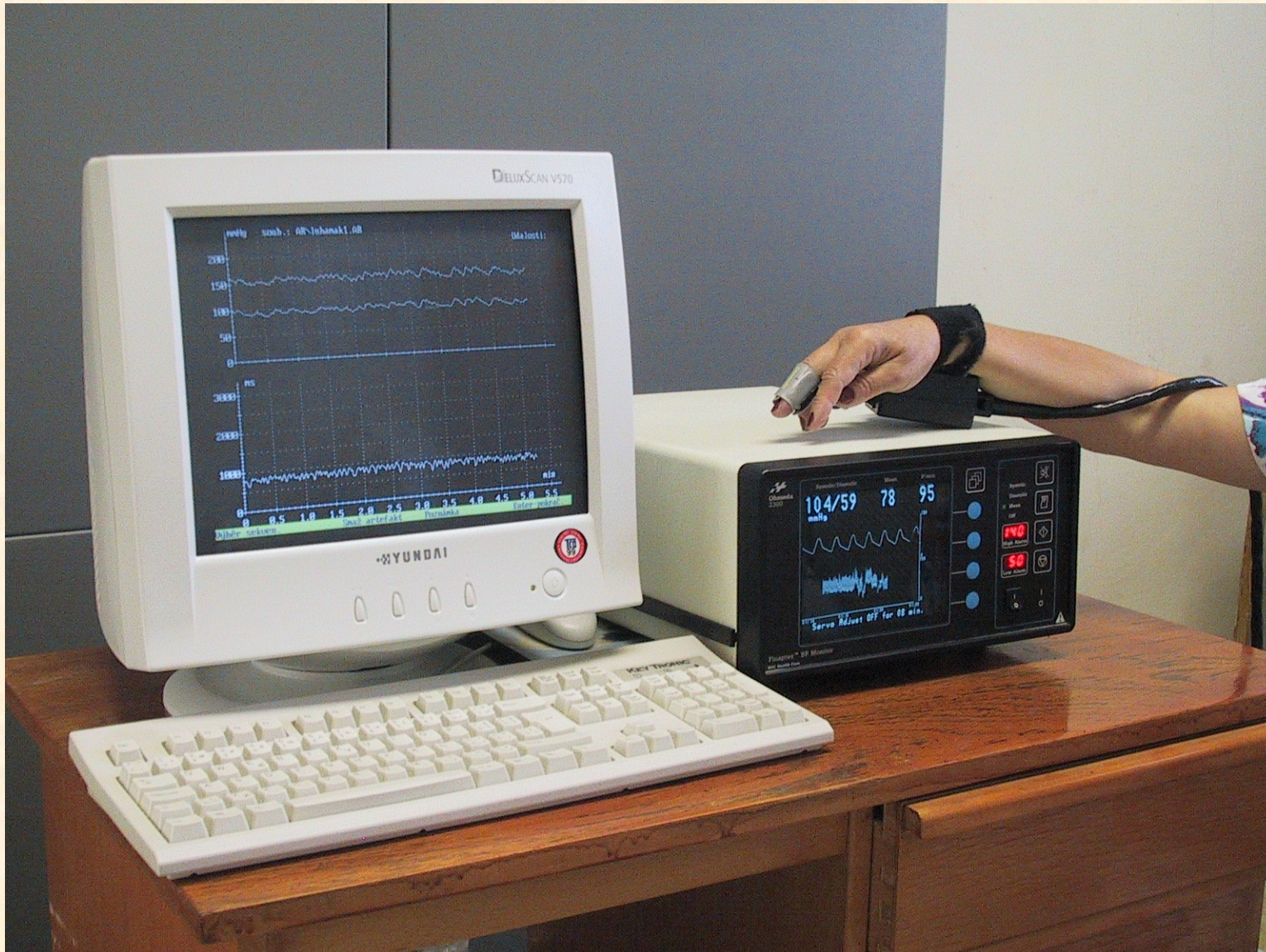
Poznámka:

podrobněji viz: přednáška mgr. Jany Svačinové, PhD

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



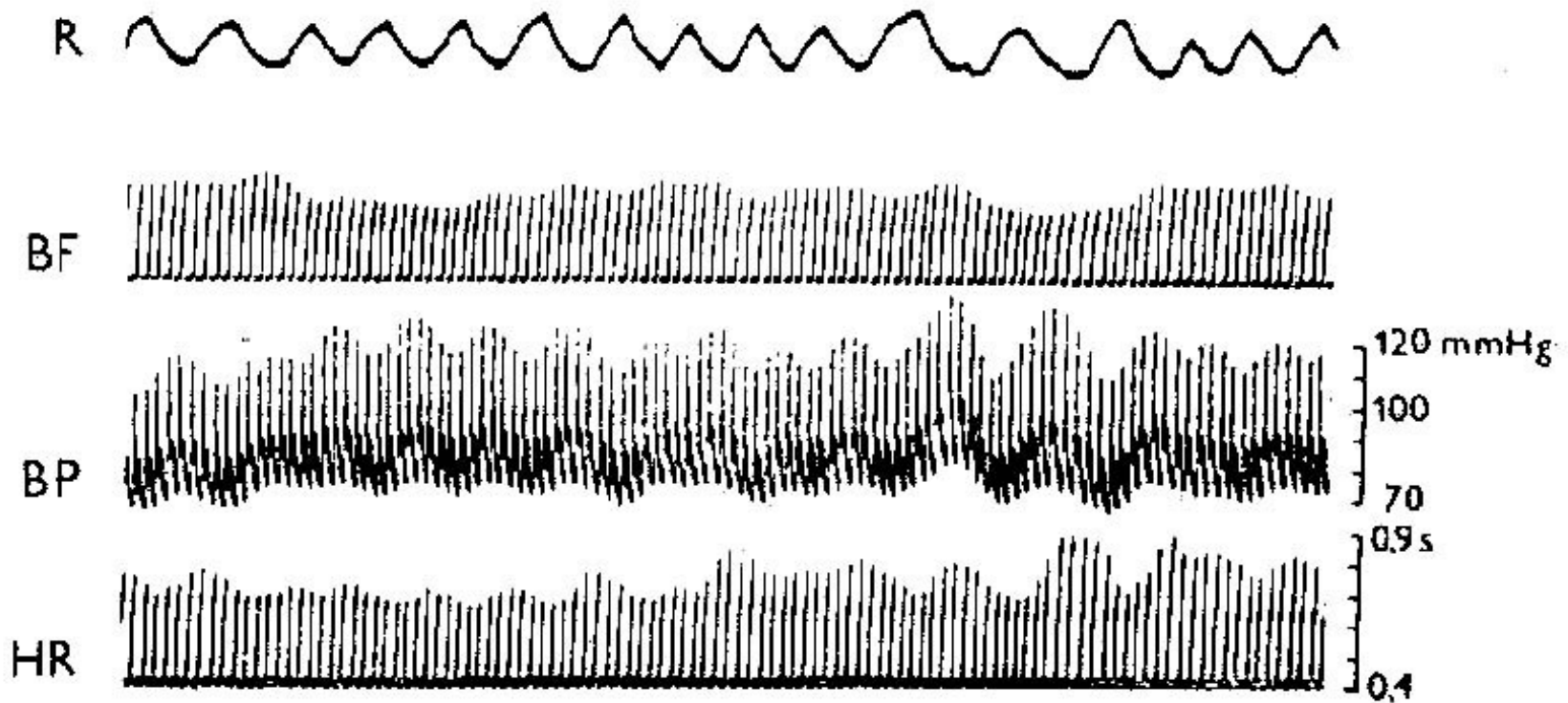
Finapres (Ohmeda, USA)



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

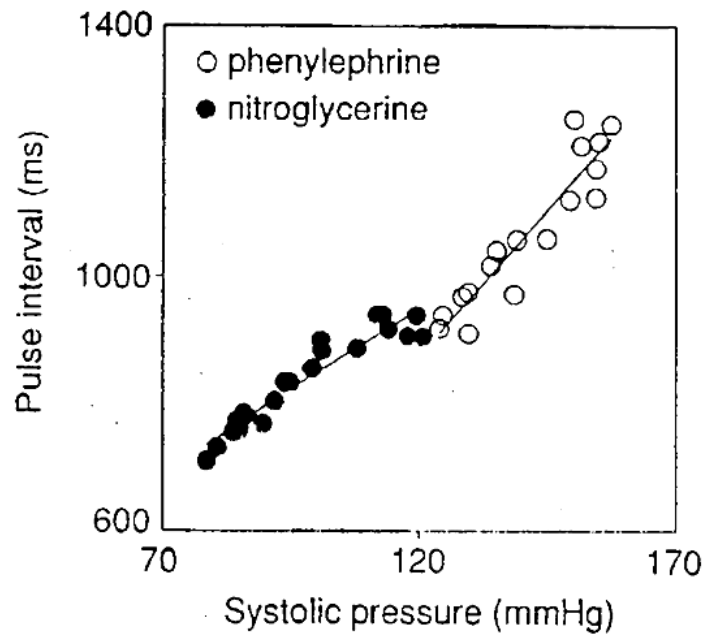
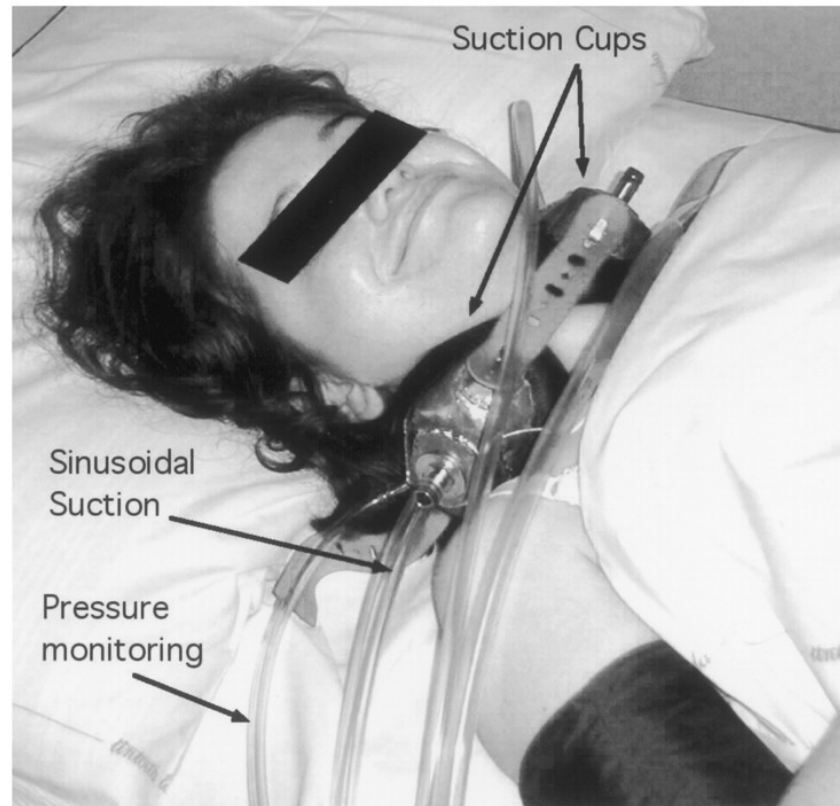
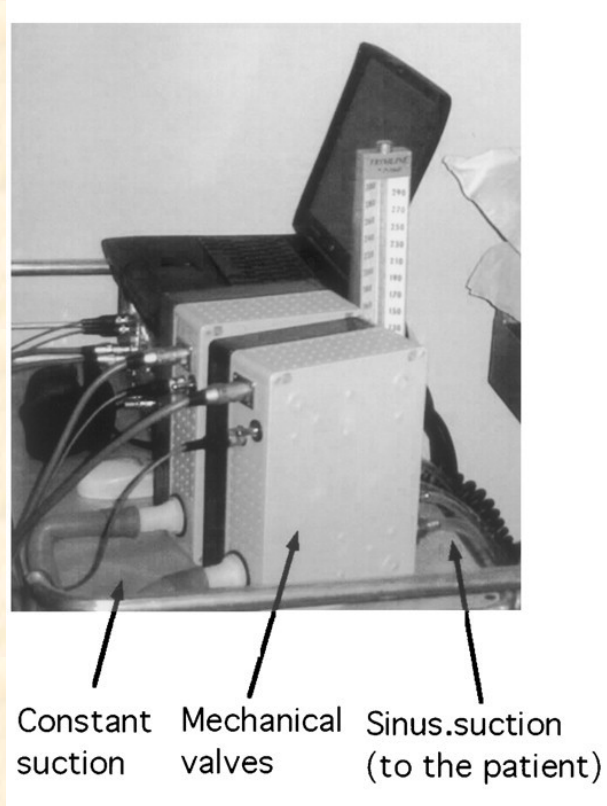


FIG. 5.4. Comparison of R-R interval responses of one subject to intravenous bolus injections of phenylephrine and nitroglycerine. Adapted with permission from Pickering *et al.* 1972c).

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

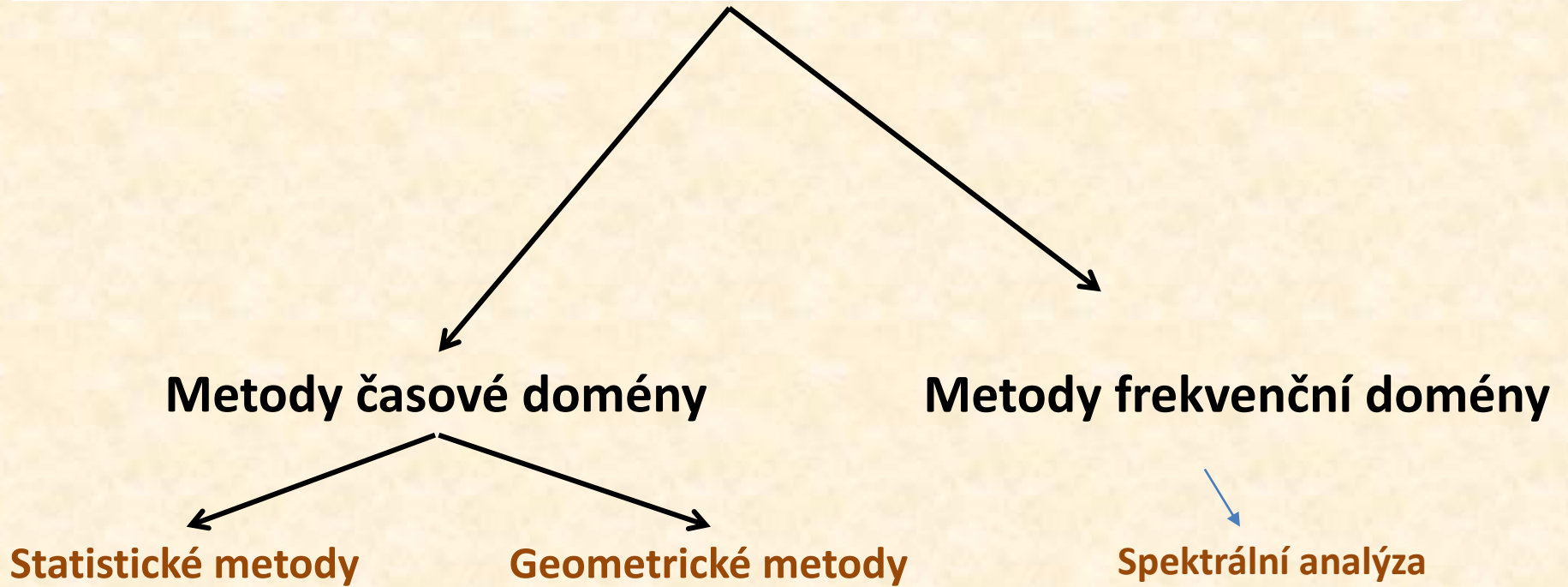
Metody časové domény

Metody frekvenční domény

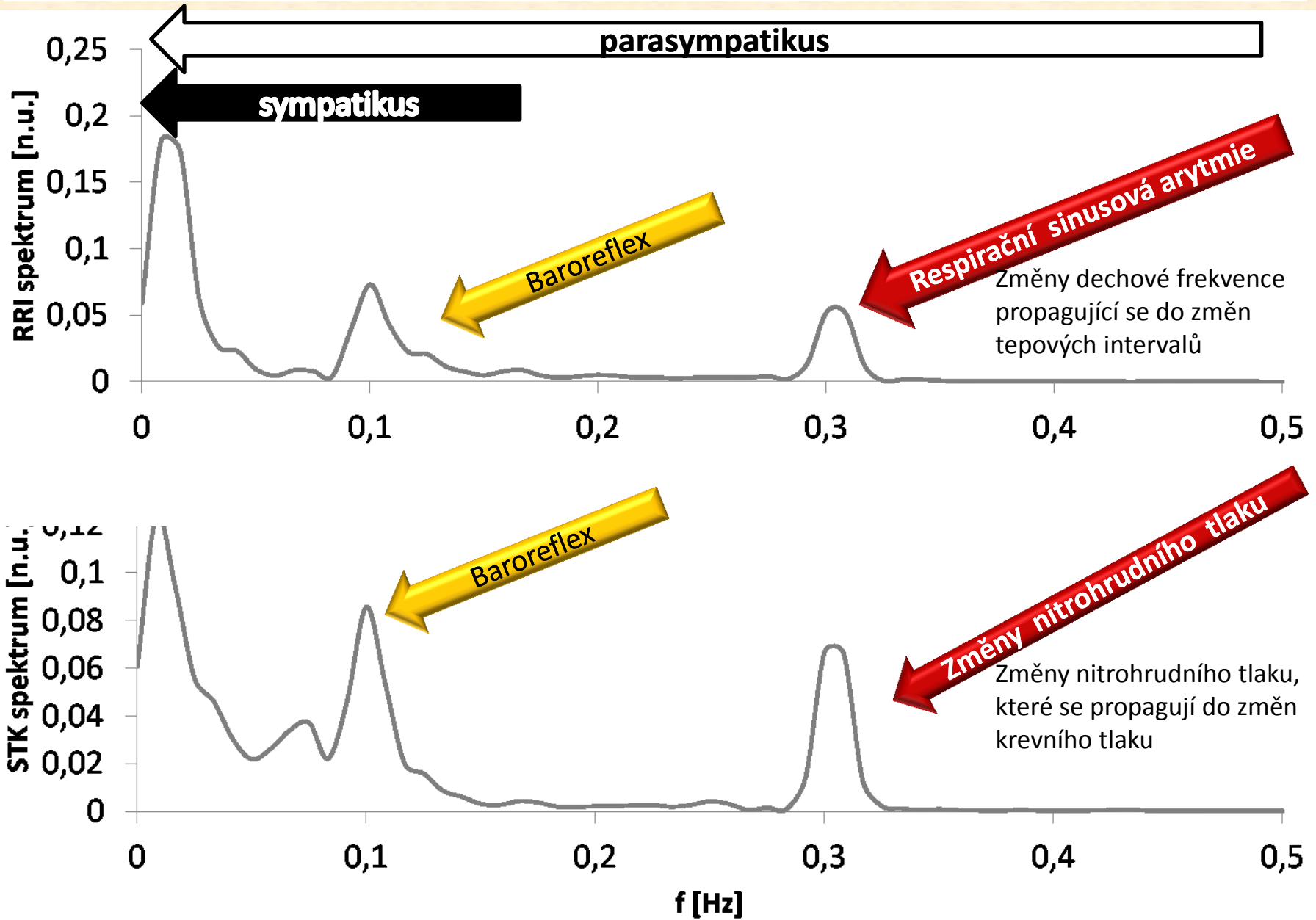
Statistické metody

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