

Fyziologické demonstrace

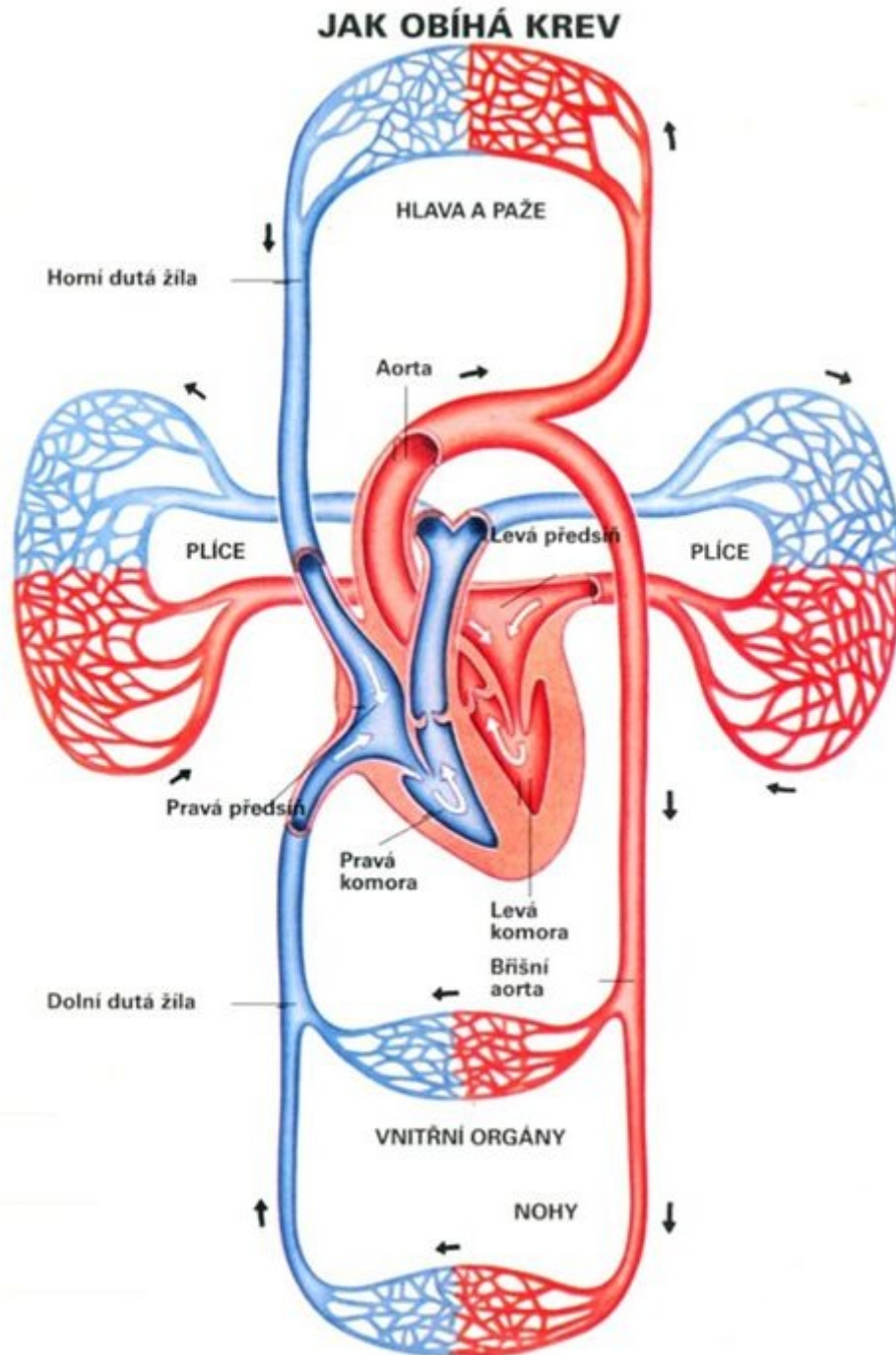
Kontinuální měření
krevního tlaku
Citlivost baroreflexu
(jarní semestr 2022)



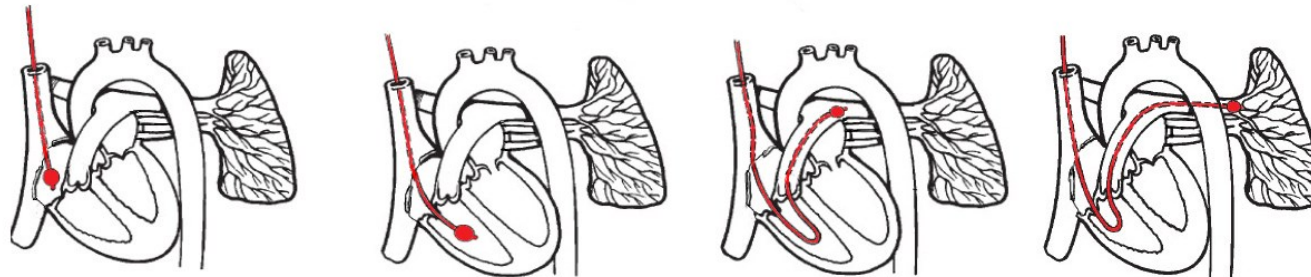
Krevní tlak

Tlak krve na stěnu cév v **celém** kardiovaskulárním systému

- **Arteriální tlak** – hnací síla pro tok krve velkým oběhem
(a především mozkiem – perfúzní tlak mozku $CPP = MAP - ICP$)
- **základní parametr vitálních funkcí**
- Tlaky srdečních komor a síní – parametry srdeční funkce
- Plicní tlak (<20 mmHg) - sledování plicní hypertenze
(primární – endoteliálního původu, sekundární - důsledek plicních chorob nebo selhávání levého srdce)
- Centrální žilní tlak (0-8 mmHg) – sledování funkce pravého srdce a intravaskulární náplně (žilního návratu, hydratace)
- Kapilární tlak (15 – 30 mmHg) – hodnocení stavu prokrvení tkání, rizika vzniku otoků



Měření krevního tlaku v srdci



https://www.wikiskripta.eu/w/Pravostrann%C3%A1_srdce%C4%8Dn%C3%AD_katetrizace

Arteriální krevní tlak

je kontinuální proměnná

Konstantní složka $MAP = CO \cdot R = SV \cdot HR \cdot R$

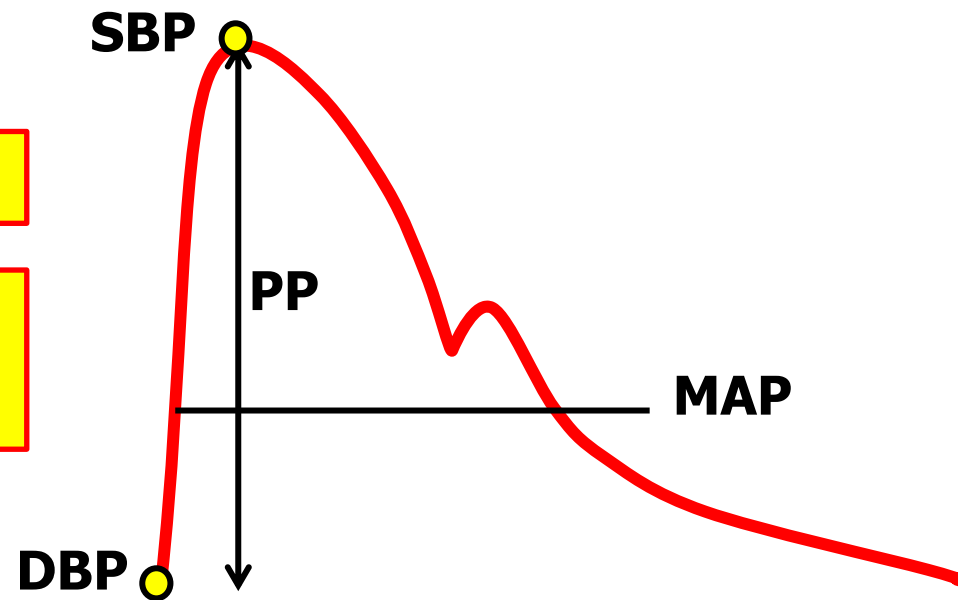
Pulzační složka $PP = \frac{SV}{C}$

Parametry (proměnné) ovlivňující arteriální tlak:

- CO – srdeční výdej (cardiac output), průtok krve, l/min (velmi zhruba kolem 5 l/min)
- SV – systolický objem (stroke volume), ml (velmi zhruba kolem 70 ml)
- HR – srdeční frekvence (heart rate), bpm (50-90 bpm v klidu)
- R nebo TPR – celkový odpor cév (resistance), děsný jednotky
- C – poddajnost (compliance)

– Metody kontinuálního měření arteriálního tlaku

- Invazivní – katetrizačně
- Neinvazivní – fotopletysmograficky (Peňázova metoda)



Invazivní metoda měření arteriálního tlaku

– U pacientů s kritickým ohrožením vitálních funkcí (ARO, JIP)

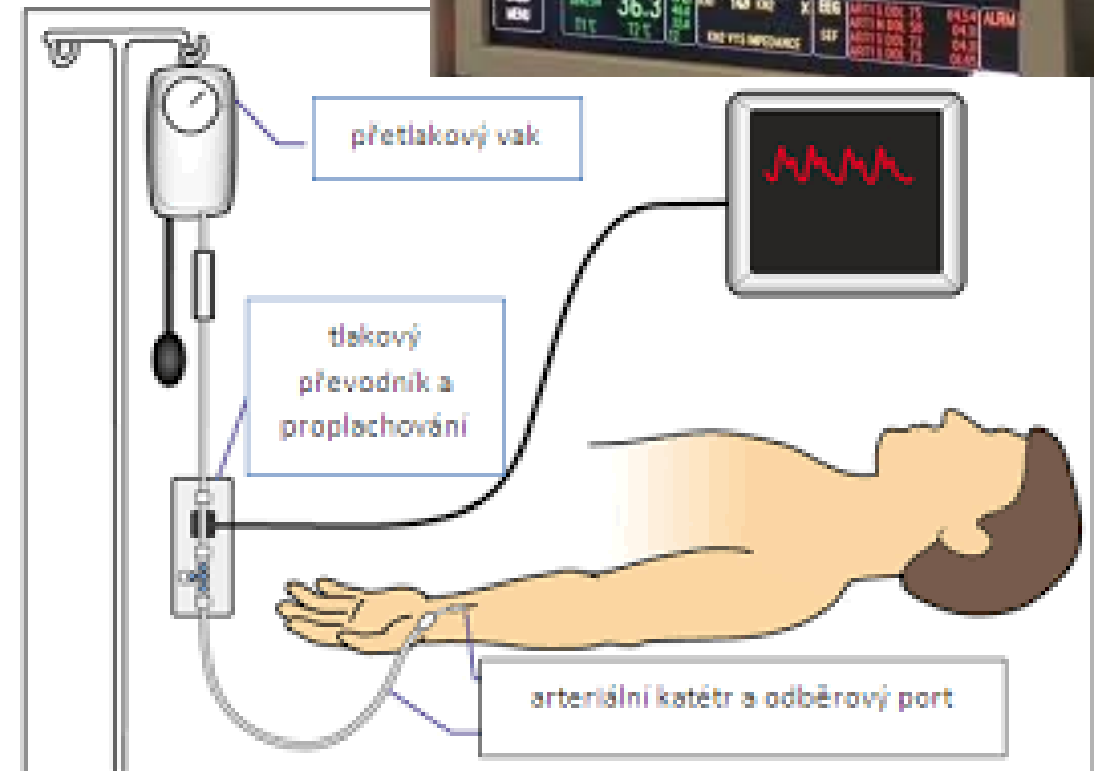
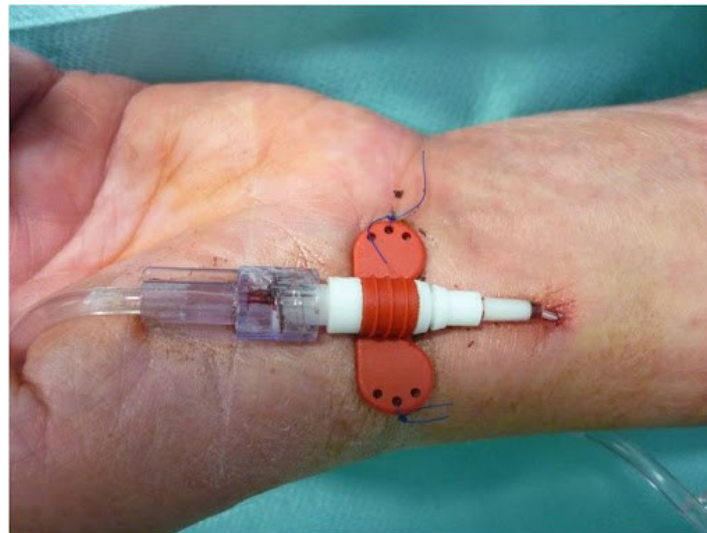
- Při nutnosti podávání vasopresorů (noradrenalin) u závažné hypotenze
- Monitorace perfuzního tlaku mozku (při zavedení intrakraniálního tlakového čidla, CPP = MAP-ICP)

– Výhody

- Nejpřesnější monitorace krevního tlaku i při velmi nízkých/vysokých hodnotách
- Možnost snadno odebírat arteriální krev pro pravidelné hodnocení acidobazické rovnováhy, hladin iontů atd (bezjehlový vstup)

– Nevýhody

- riziko infekce
- riziko krvácení při dislokaci/vytržení katetru



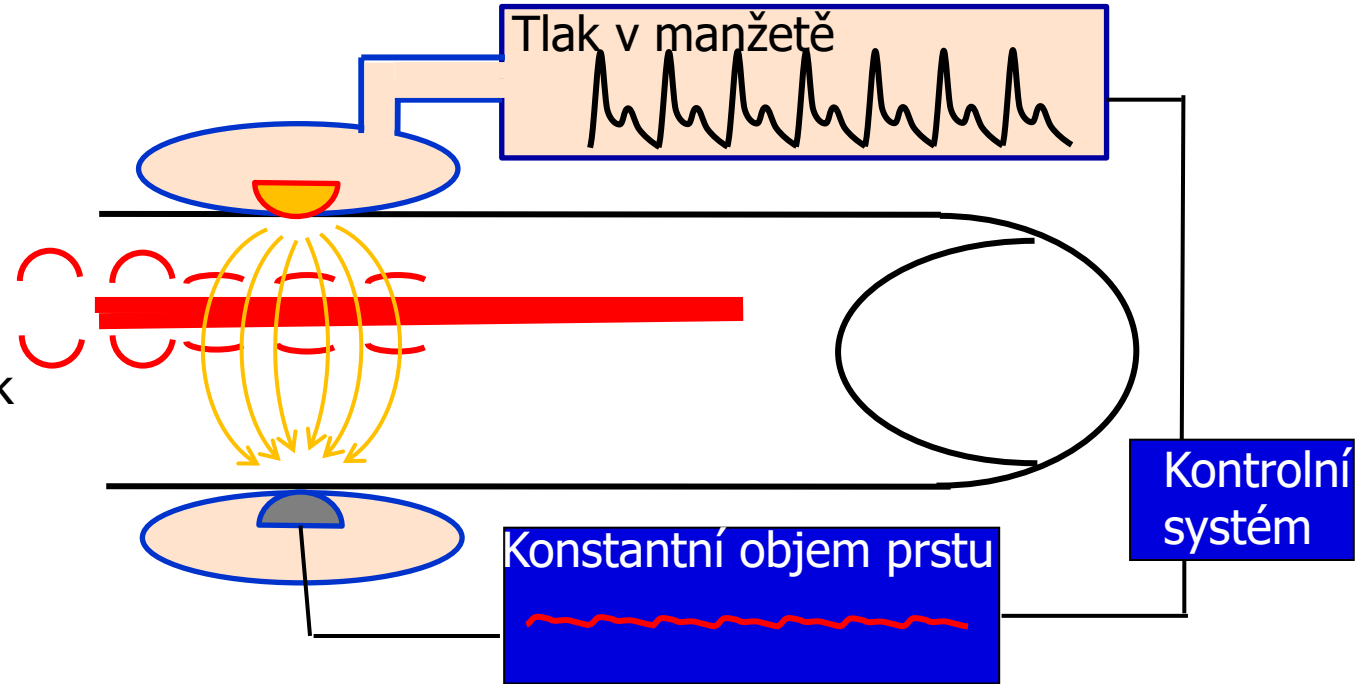
Neinvazivní metoda měření arteriálního tlaku

– Fotopletysmografická, Peňázova, volume-clamp metoda

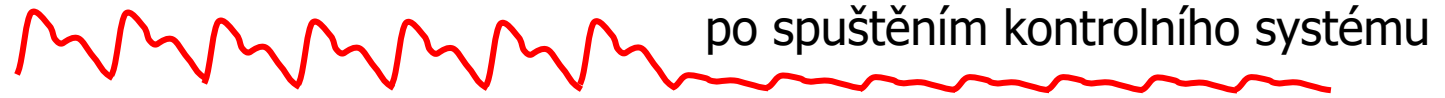
Kontrolní systém:

Korekce tlaku v prstové manžetě na základě změn průsvitu prstu. Cílem je zachovat konstantní průsvit prstu pomocí změn tlaku v manžetě.

Tlak v manžetě pak kopíruje arteriální tlak



průsvit cévy
(objem prstu)



tlak v
manžetě

před spuštěním
kontrolního systému



Neinvazivní kontinuální měření krevního tlaku

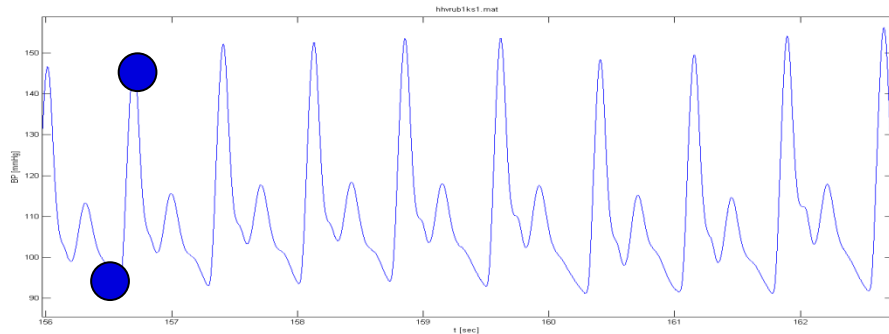
– Výhody

- neinvazivní (bezpečnější, nebolestivý),
- kontinuální záznam (hodnocení krátkodobé variability, odvození beat-to-beat hodnot, výzkum, monitoring)

– Nevýhody

- Dlouhodobé utlačení prstu manžetou ovlivňuje výsledky, u části populace není přesný, nutná kalibrace pomocí pažní manžety

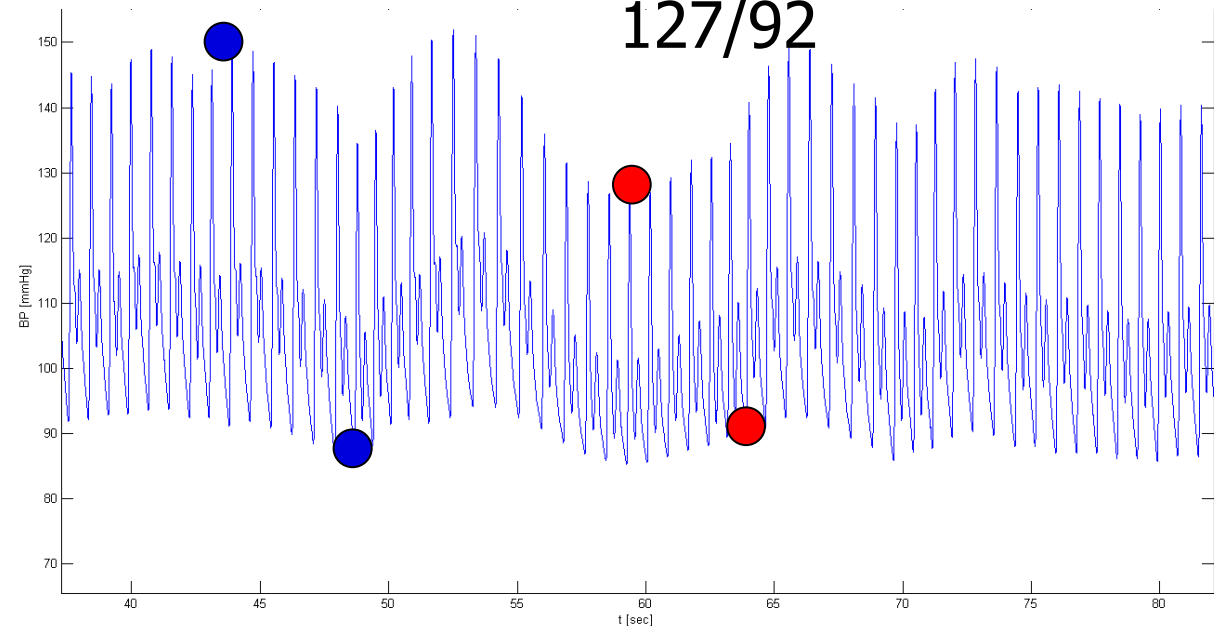
STK



DTK

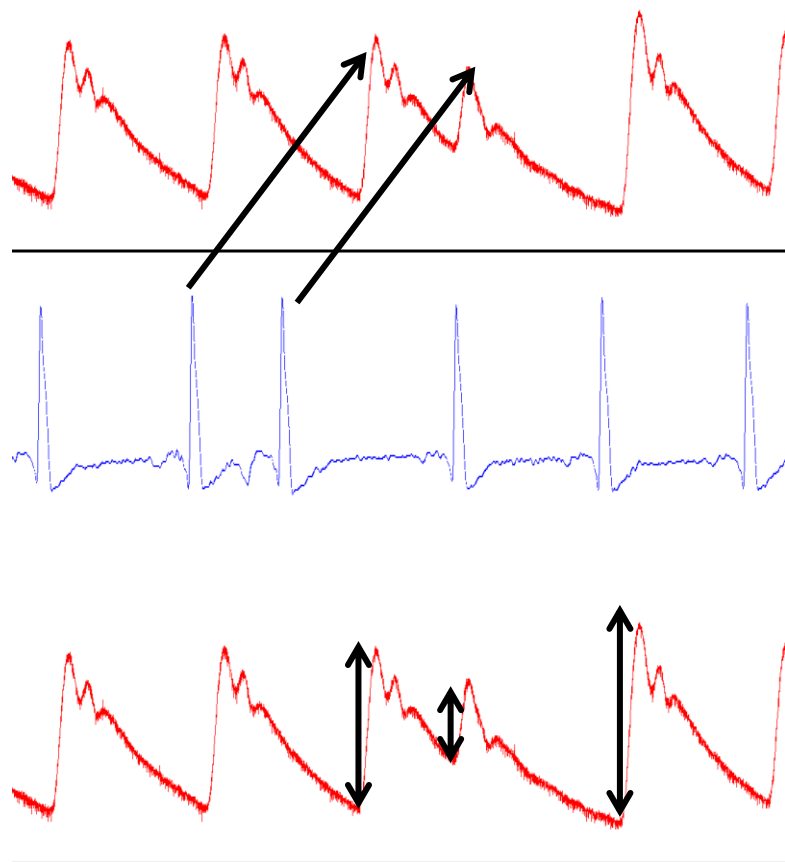
150/90

127/92

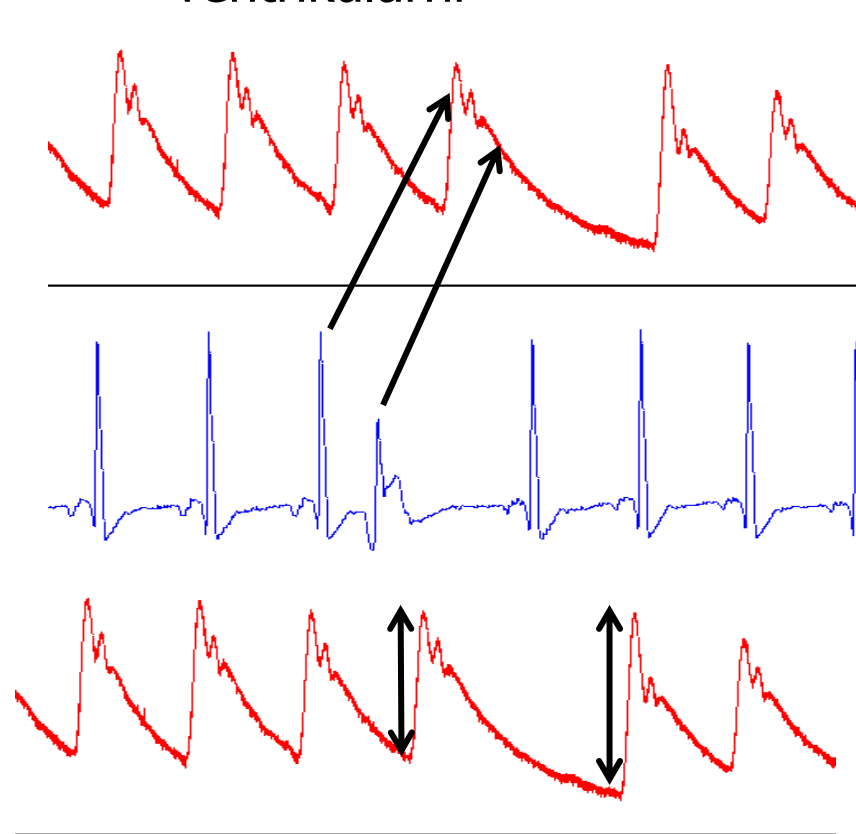


Extrasystoly

supraventrikulární



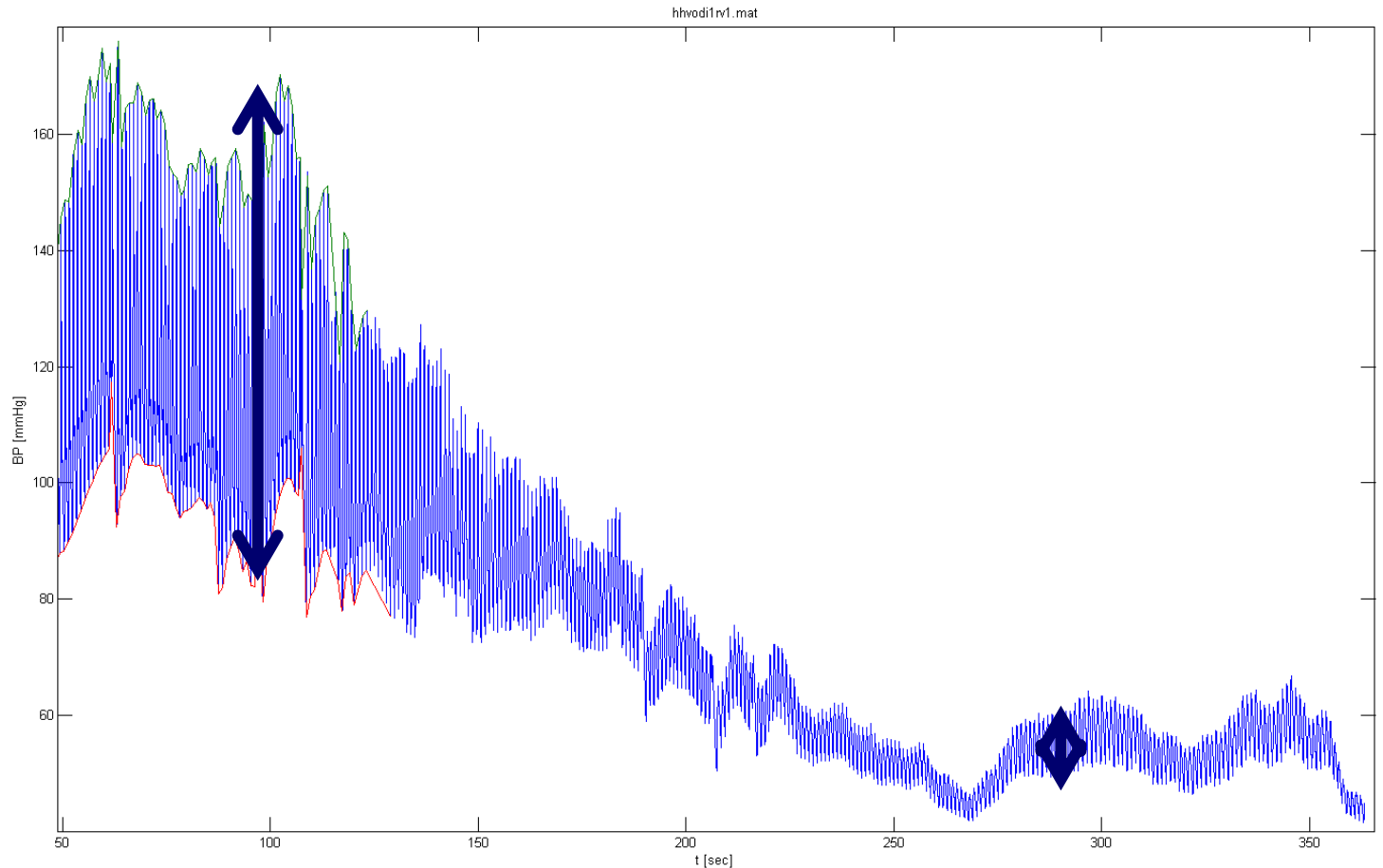
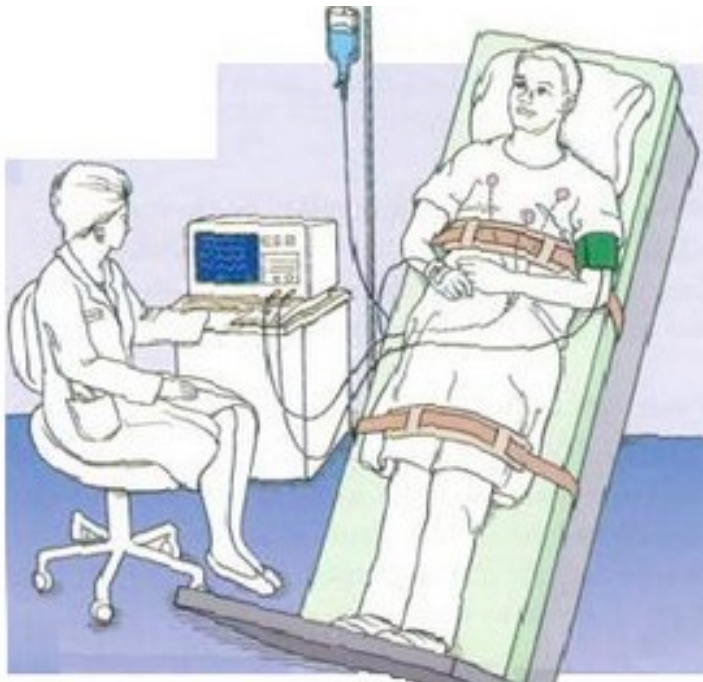
ventrikulární



Diagnostika ortostatické hypotenze

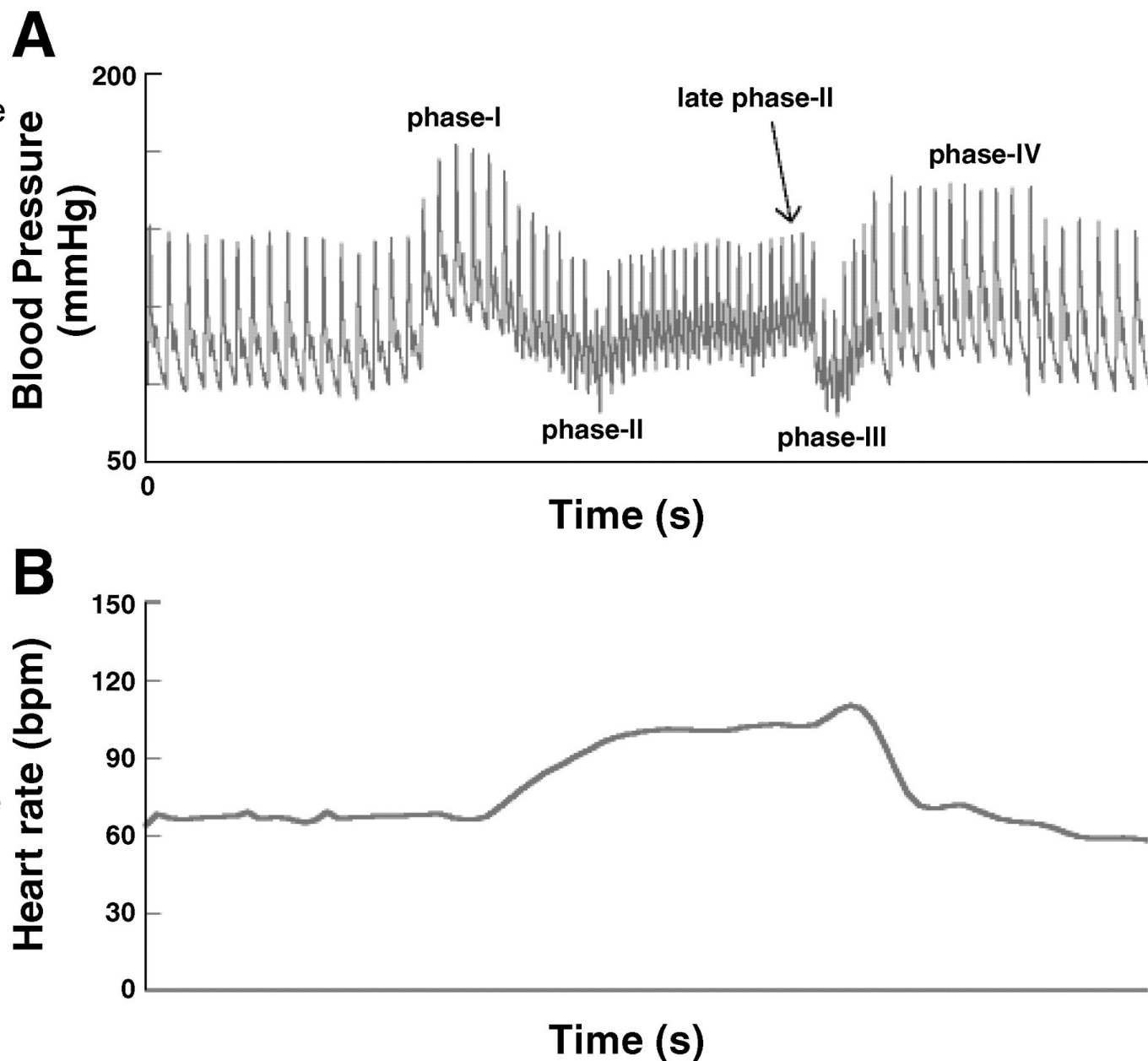
– Tilt-table test (test na sklopném stole)

Pokud při sklopení dojde tak výraznému poklesu krevního tlaku, že nastane synkopa, je test pozitivní



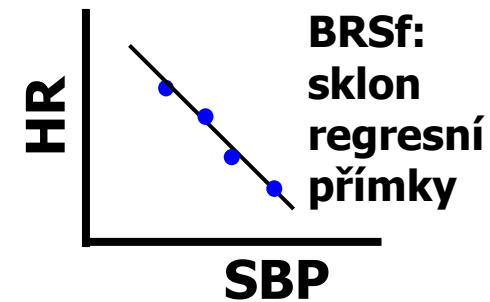
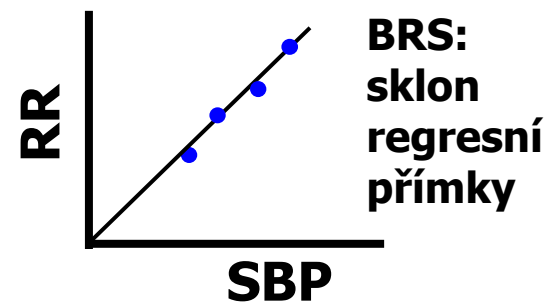
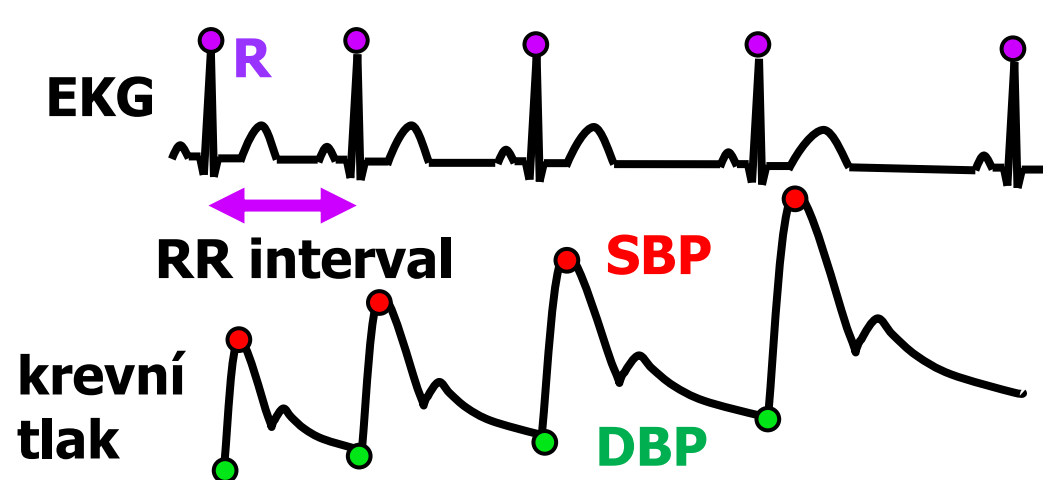
Valsalvův manévr

- Fáze I: výdech proti uzavřené glottis. Přechodně stoupne nitrohruční tlak a tak i tlak na arterie v hrudníku. Dojde k krátkému nárůstu tlaku.
- Fáze II. Pokračuje výdech proti uzavřené glottis. Vysoký nitrohruční tlak utlačuje duté žíly. Snižuje se žilní návrat a tedy i plnění srdce, srdeční výdej a klesá krevní tlak. Na to reaguje baroreflex zrychlením srdeční frekvence.
- Fáze III. Uvolnění nitrohručního tlaku a volné dýchání. Přechodně poklesne krevní tlak, protože klesá tlak v hrudníku na hrudní arterie.
- Fáze IV. Pokles nitrohručního tlaku obnoví žilní návrat. Zvýšené plnění srdce a systolické objemy zvýší krevní tlak a pulzovou amplitudu. Na nárůst krevního tlaku reaguje baroreflex a snižuje srdeční frekvenci. Tato fáze se používá pro hodnocení citlivosti baroreflexu.
- Pozn. Valsalvův manévr se svoji bradykardickou částí se používá jako první metoda pro zastavení supraventrikulárních tachykardií.



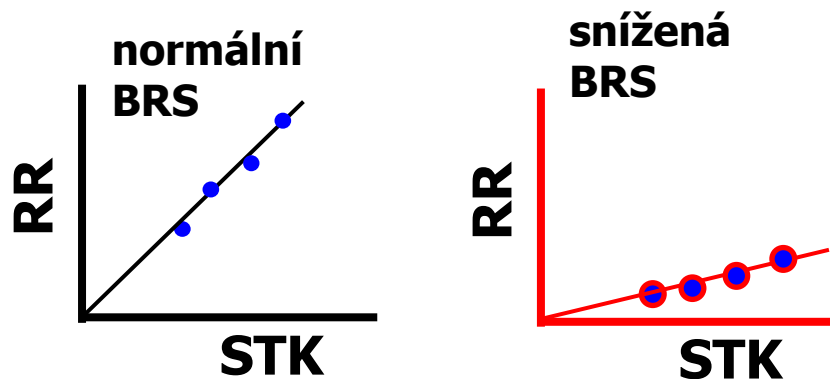
Citlivost baroreflexu (BRS)

- Vyšetření funkce srdeční větve baroreflexu na základě vztahu SBP a srdeční frekvence (intervalů)
- BRS: změna délky srdečního cyklu vyvolaná změnou SBP o 1 mmHg [ms/mmHg] (nebo BRSf: změna srdeční frekvence vyvolaná změnou SBP o 1 mmHg [mHz/mmHg])

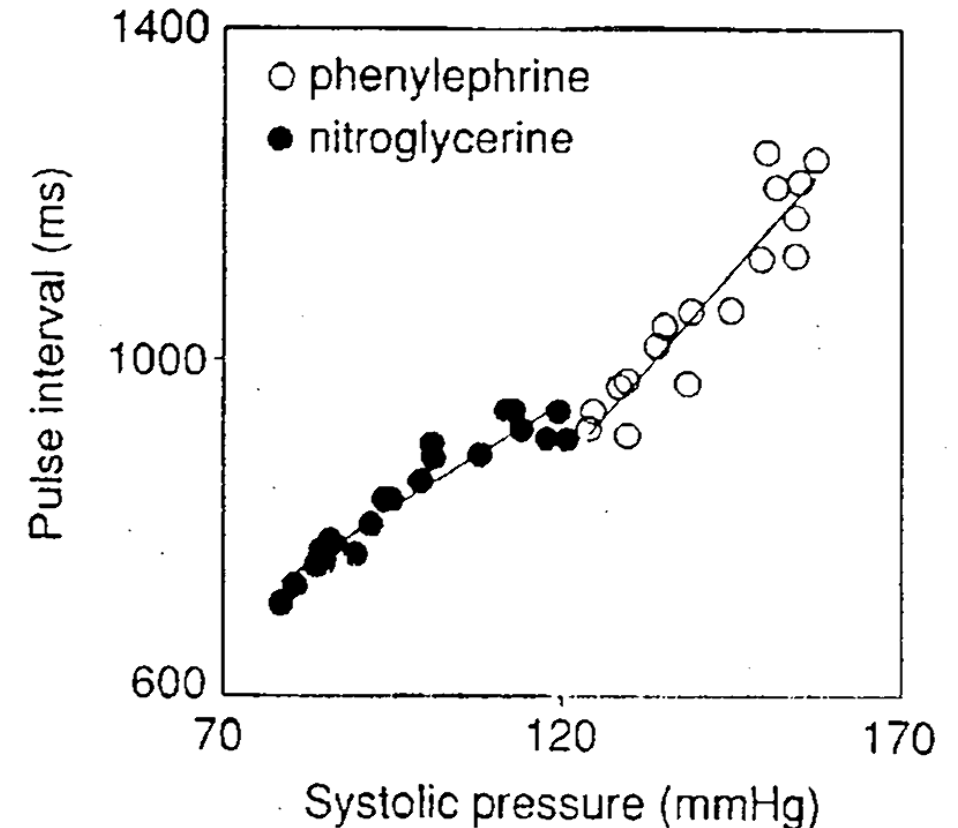


Standardní (oxfordská) metoda výpočtu BRS

- aplikace phenylephrinu (vazokonstriktor) – zvýší SBP
- Měří se prodlužování RR intervalů



Bolus injections of vasoactive drugs



Příčiny snížené BRS

– Fyziologicky

- psychický stres – zvýšená sympatická aktivita
- fyzická zátěž – zvýšená sympatická aktivita
- Ve vyšším věku

– Patologicky

- hypertenze – snížená citlivost baroreceptorů (ateroskleróza, ztuhlá stěna arterií)
- diabetes – diagnostika neuropatie (porucha ANS)
- Chronická deprese (neurogenní)
- srdeční selhání – srdce jako orgán neodpovídá
- Transplantované srdce - denervace
- infarkt myokardu – srdce jako orgán neodpovídá



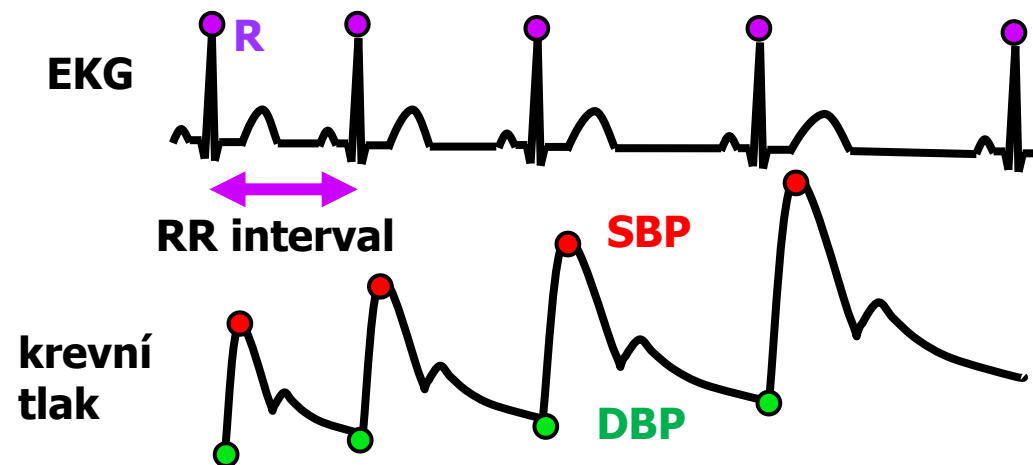
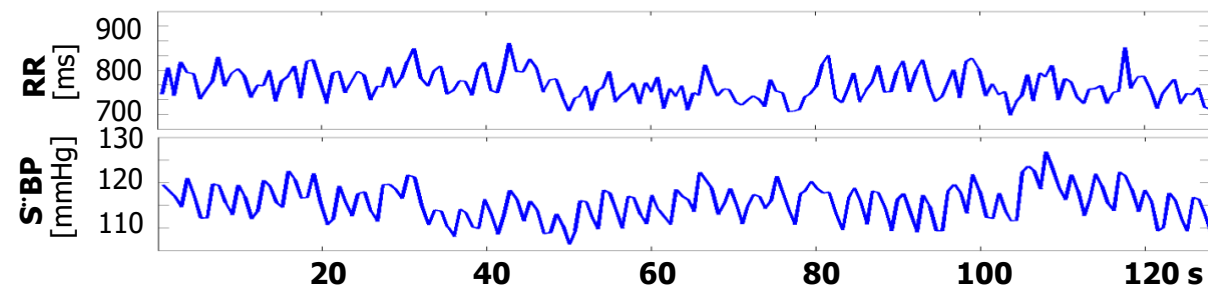
Variabilita oběhových parametrů

- variabilita – proměnlivost
- oběhový parametr (kardiovaskulární)
 - snáze měřitelné
 - EKG: RR interval, okamžitá srdeční frekvence ($1/RR$)
 - Krevní tlak: systolický (SBP), diastolický (DBP), střední (MAP), pulzový (PP)
 - špatně měřitelné přímo (bioimpedance), někdy dopočítatelné nepřímo (Windkessel model)
 - systolický objem (SV), minutový výdej (CO), periferní rezistence (TPR)
 - hodně špatně měřitelné (invazivně, katetrizací)
 - tlaky a průtoky v různých částech cévního řečiště



Časová řada (signál)

- Tep po tepu (např. 5 min dlouhý záznam)
- RR interval: 805, 820, 815, 817, 822, 816,..... ms
- Okamžitá srdeční frekvence: 70, 73, 68, 65, 67, 71,..... bpm
- Systolický tlak: 115, 117, 120, 116, 121, 119,..... mmHg



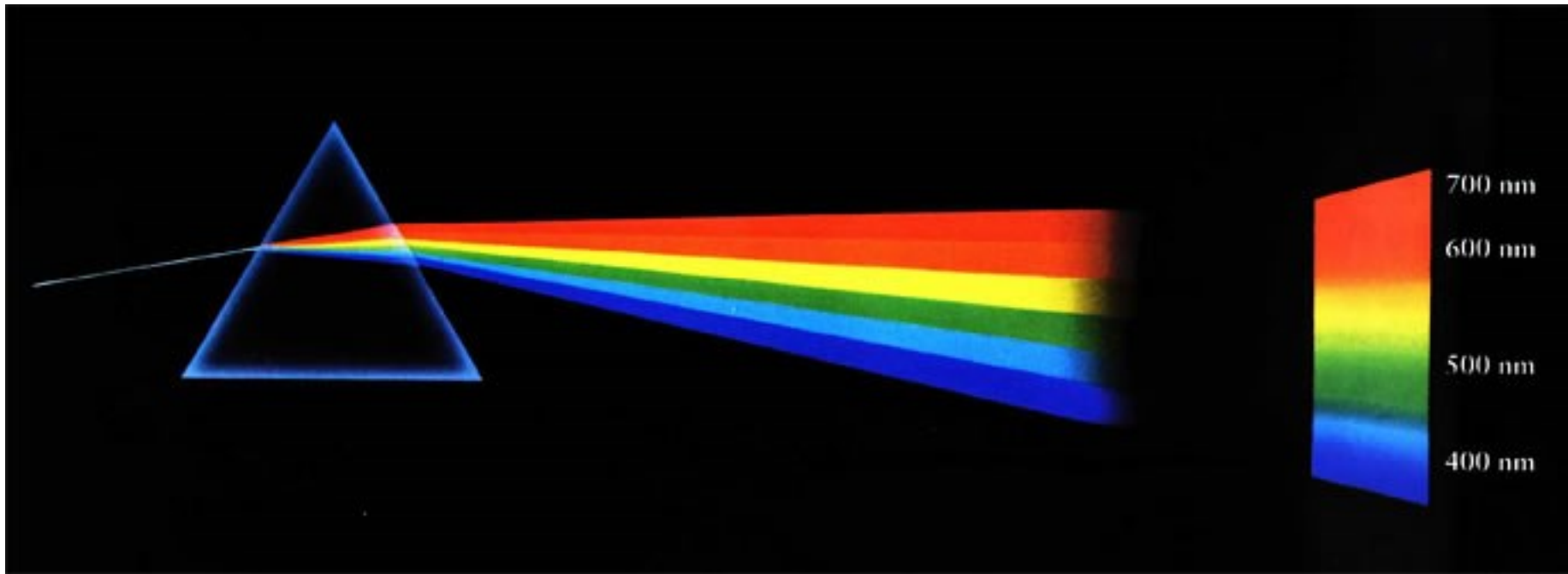
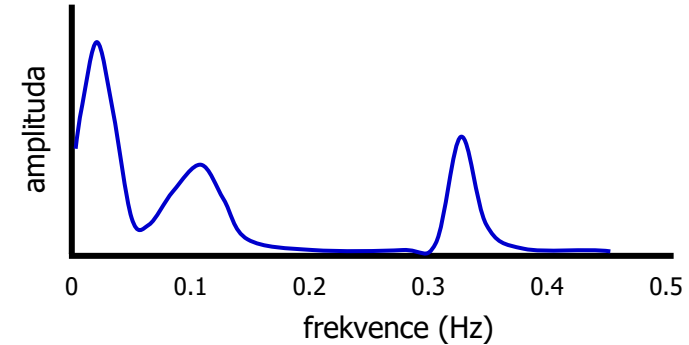
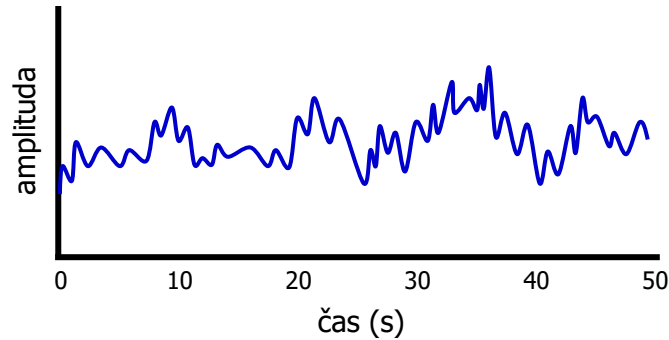
Metody frekvenční domény - spektrální analýza

Časová řada
Signál v časové doméně



Spektrum
Signál ve frekvenční doméně

Rozložení signálu na jednotlivé vlnové délky (případně frekvence)



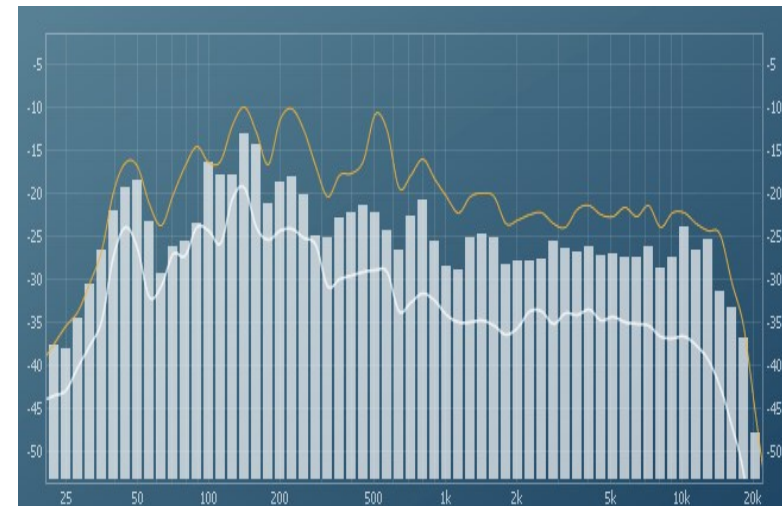
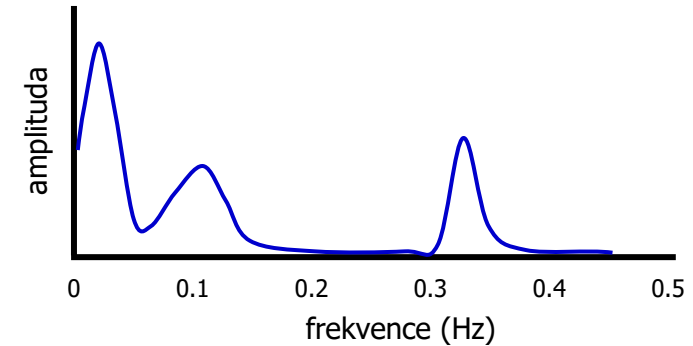
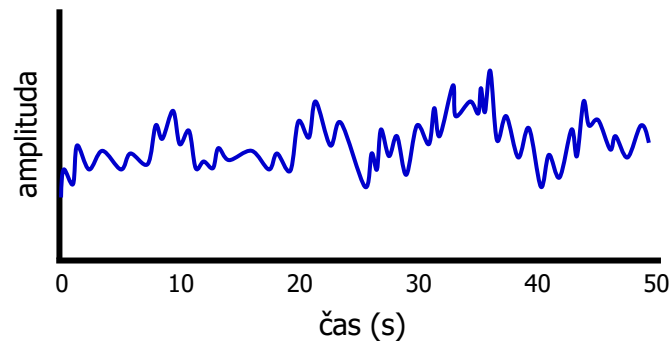
Metody frekvenční domény - spektrální analýza

Časová řada
Signál v časové doméně



Spektrum
Signál ve frekvenční doméně

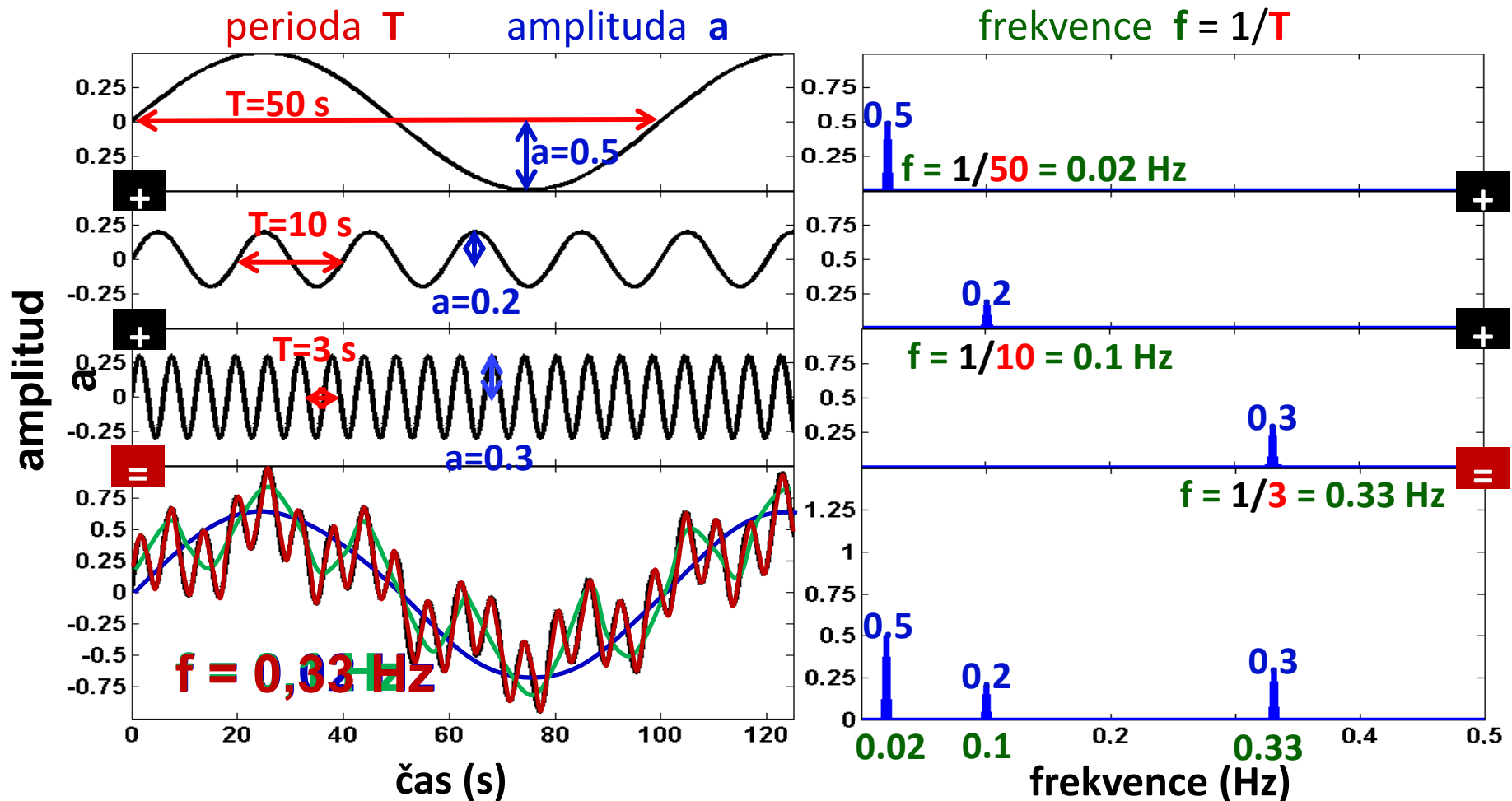
Rozložení signálu na jednotlivé frekvence



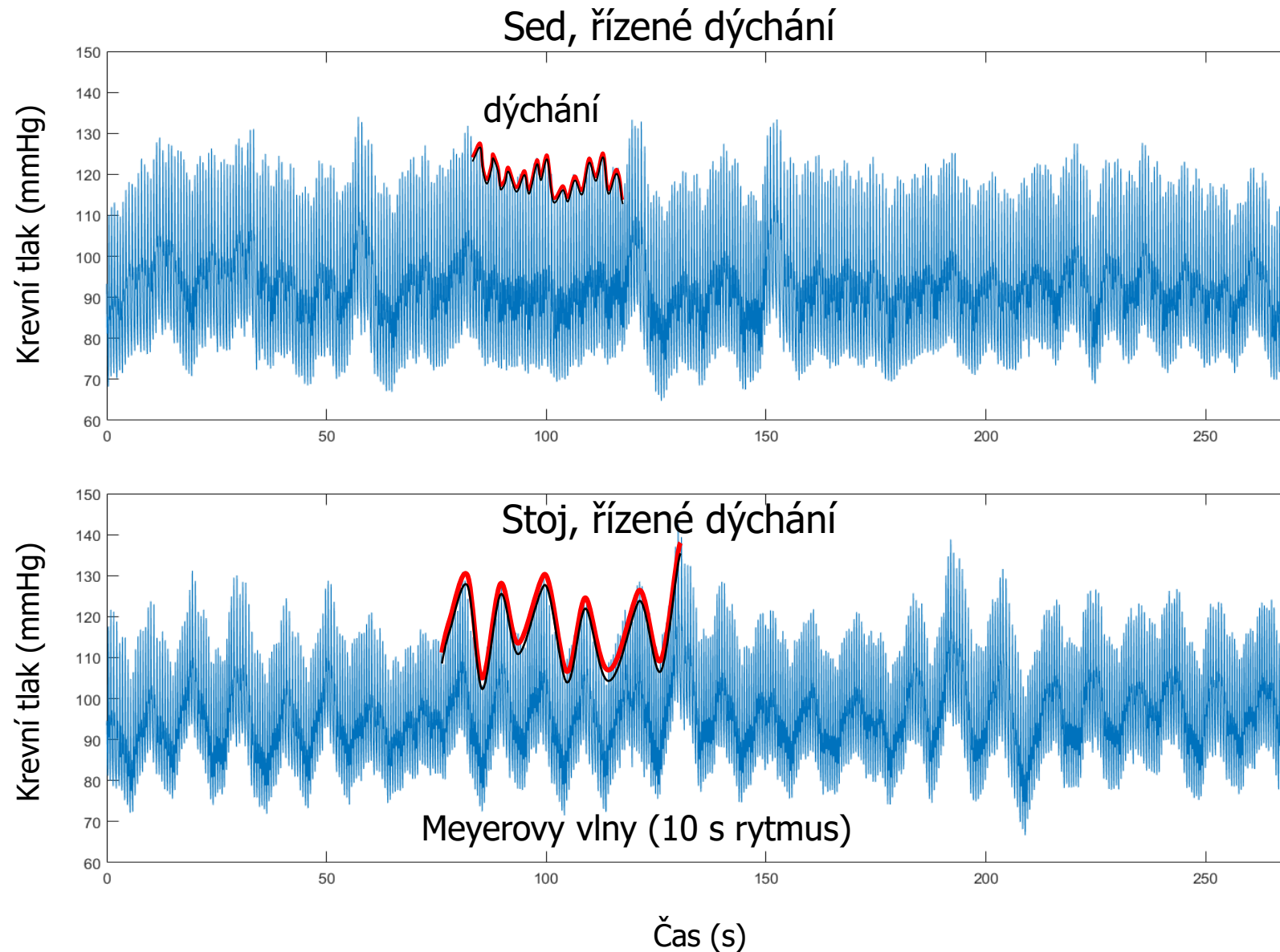
Spektrální analýza

Časová doména

Spektrum
Frekvenční doména

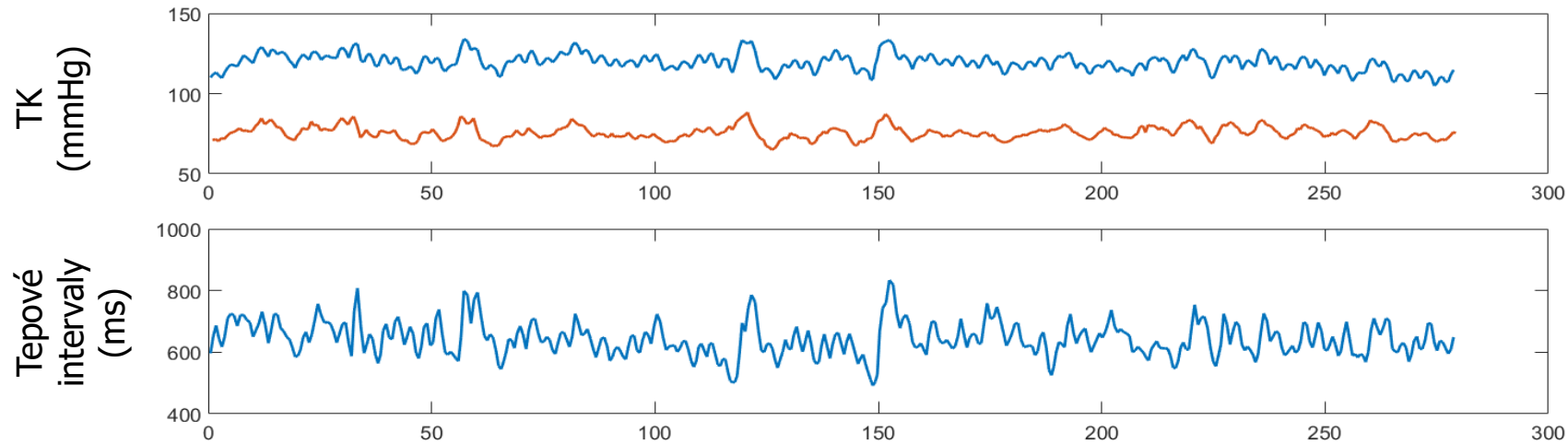


Signál krevního tlaku (270 s)

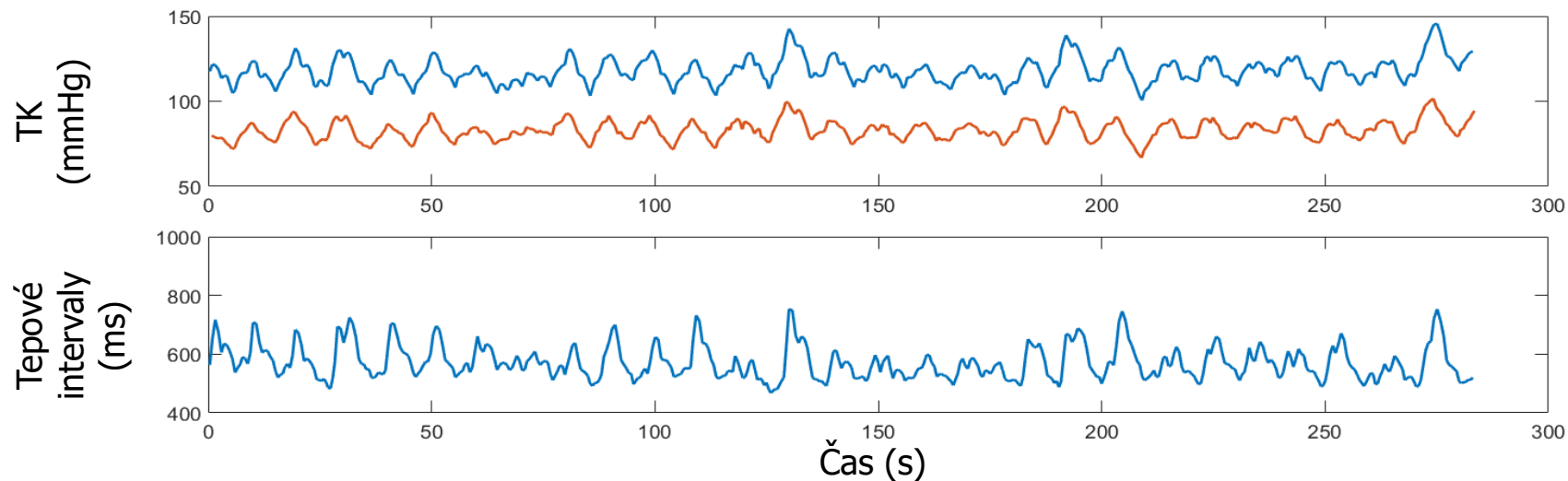


Sekvence SBP, DBP a tepových intervalů

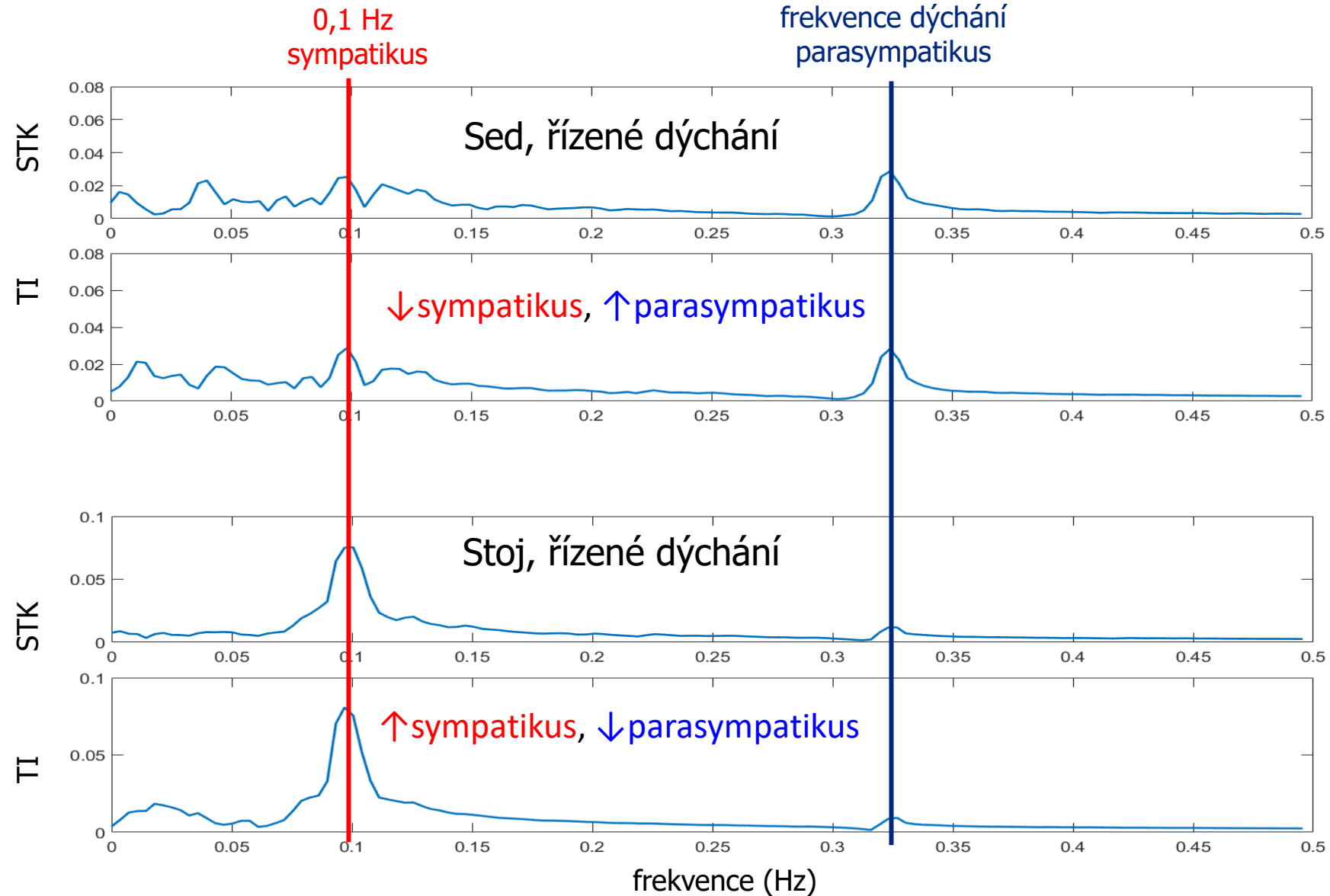
Sed, řízené dýchání



Stoj, řízené dýchání

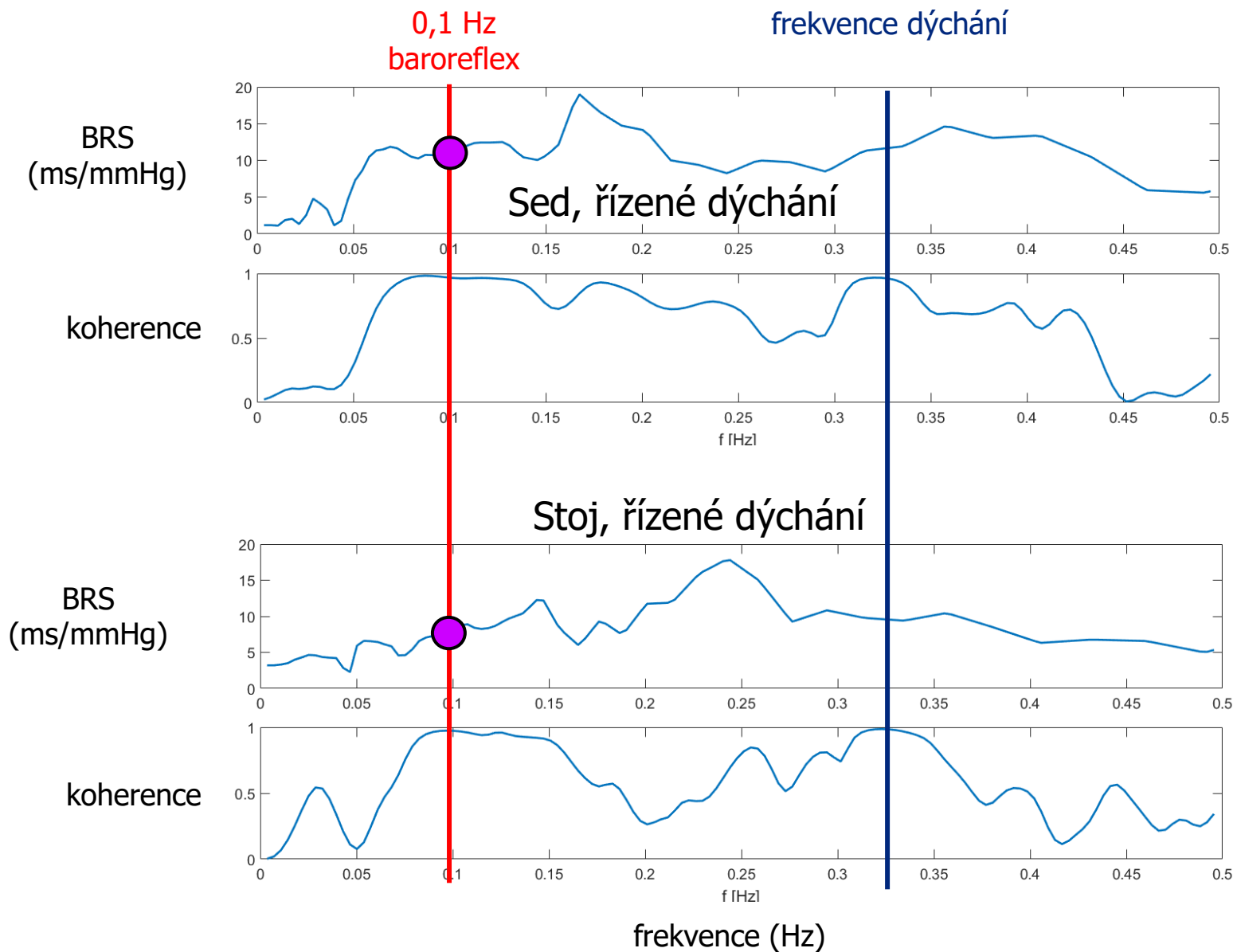


Spektra SBP a tepových intervalů

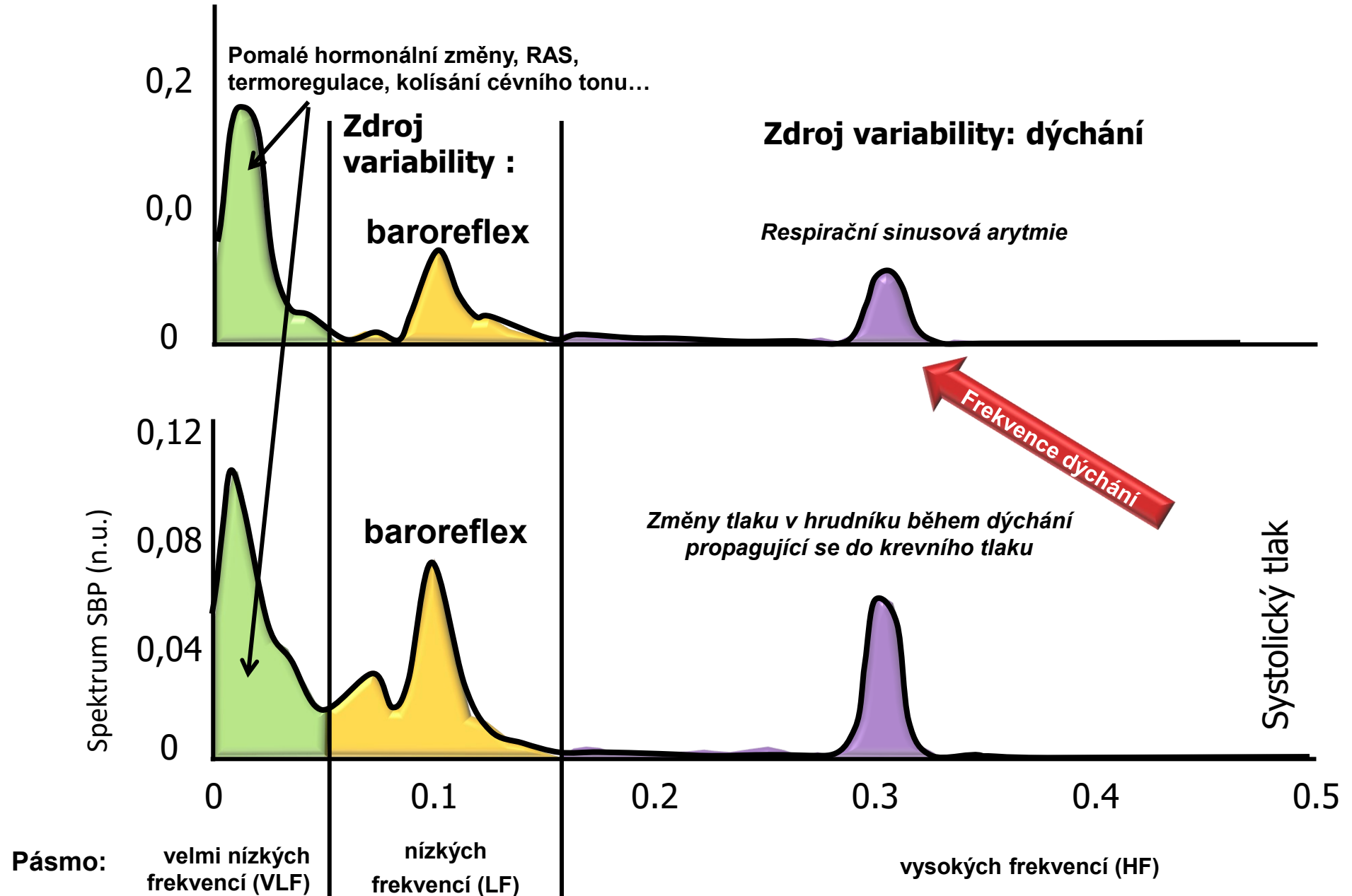


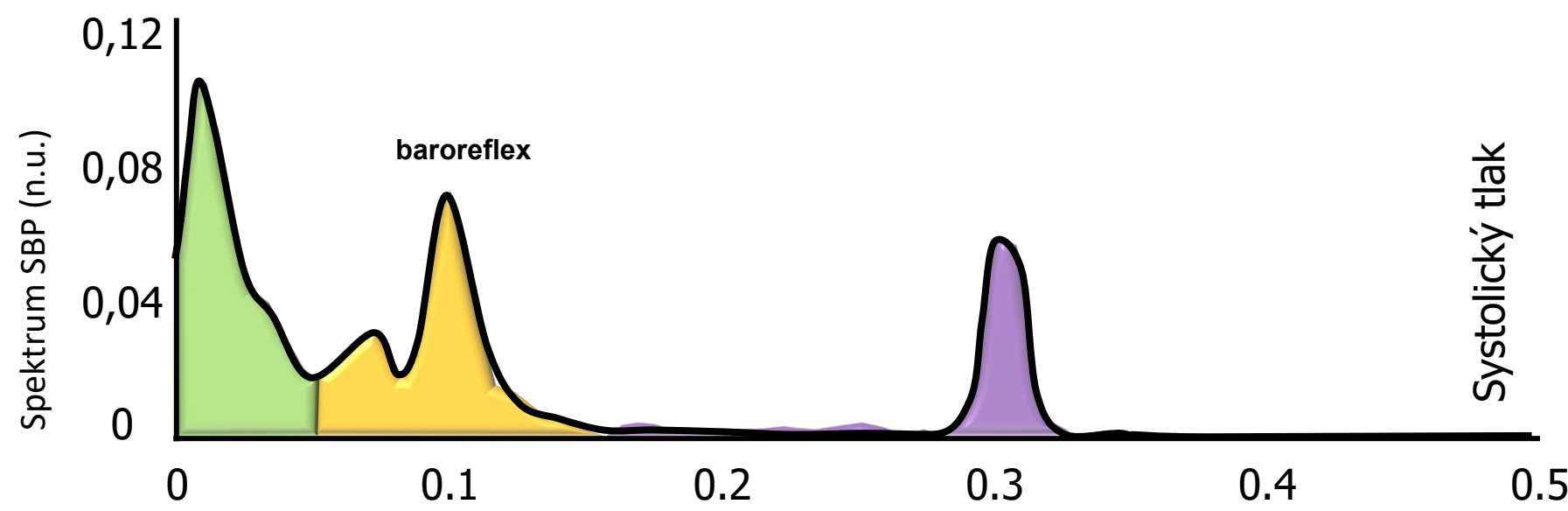
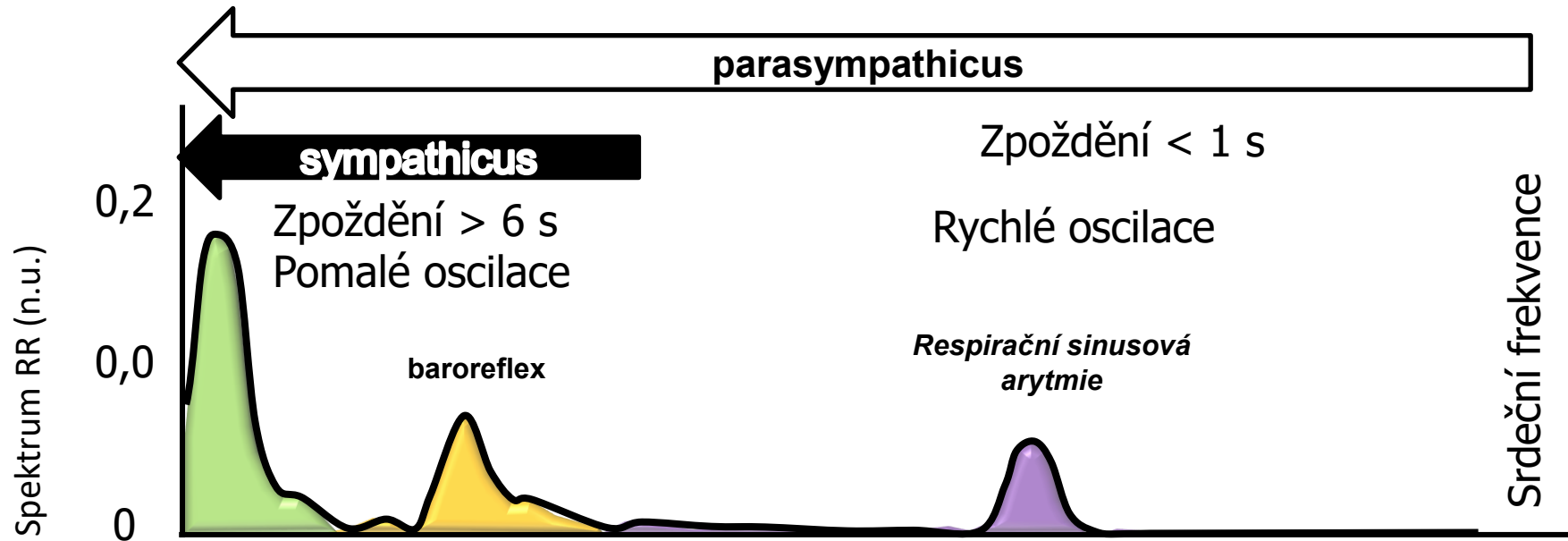
Koherence a BRS

Koherence: synchronizace mezi signály (korelace pro každou frekvenci)

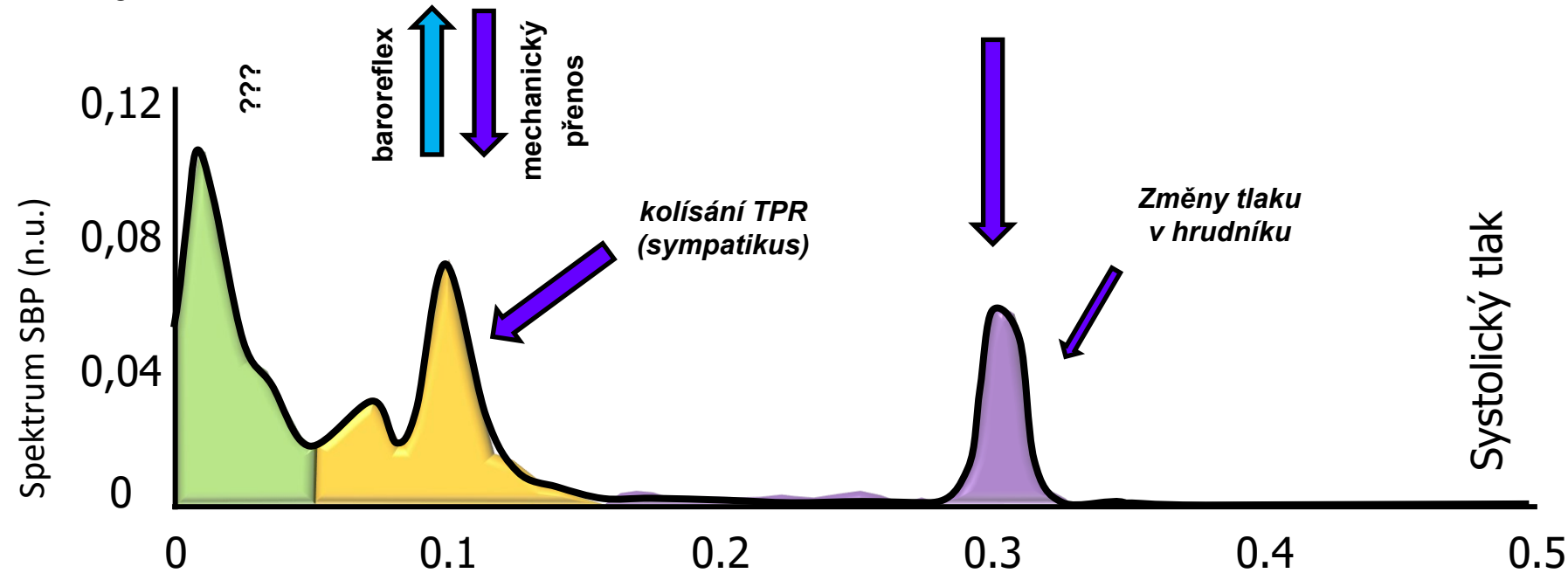
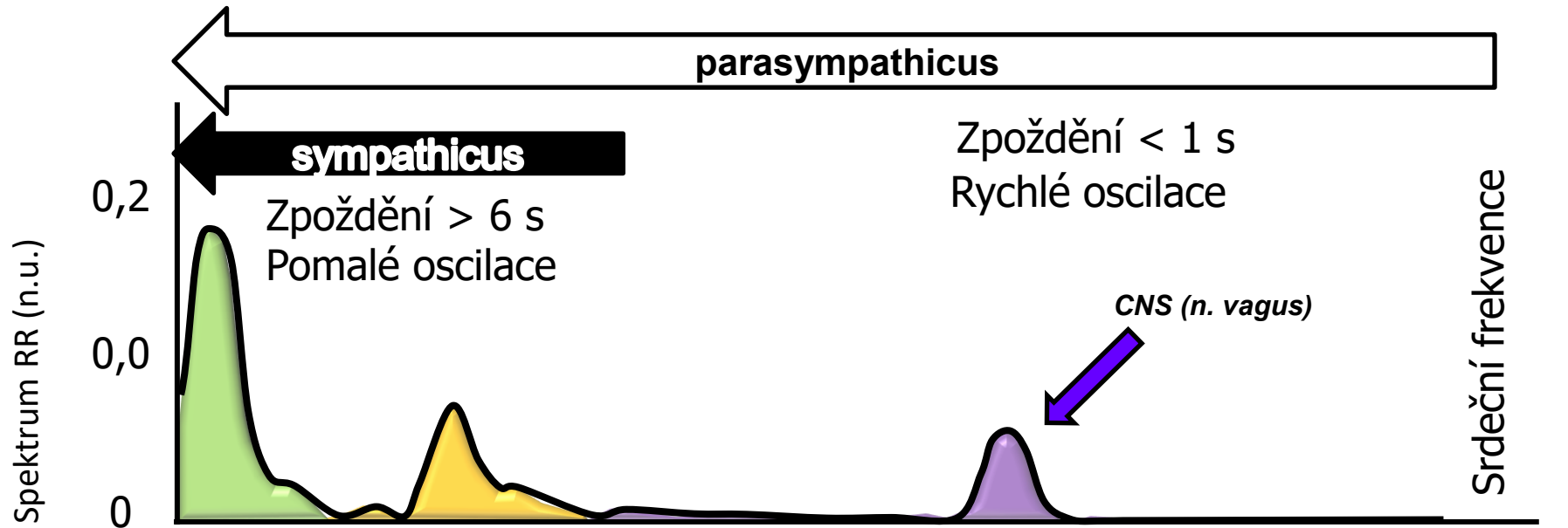


Fyziologický význam





Pásmo: velmi nízkých frekvencí (VLF) nízkých frekvencí (LF) vysokých frekvencí (HF)



Pásmo:

velmi nízkých
frekvencí (VLF)

nízkých
frekvencí (LF)

vysokých frekvencí (HF)

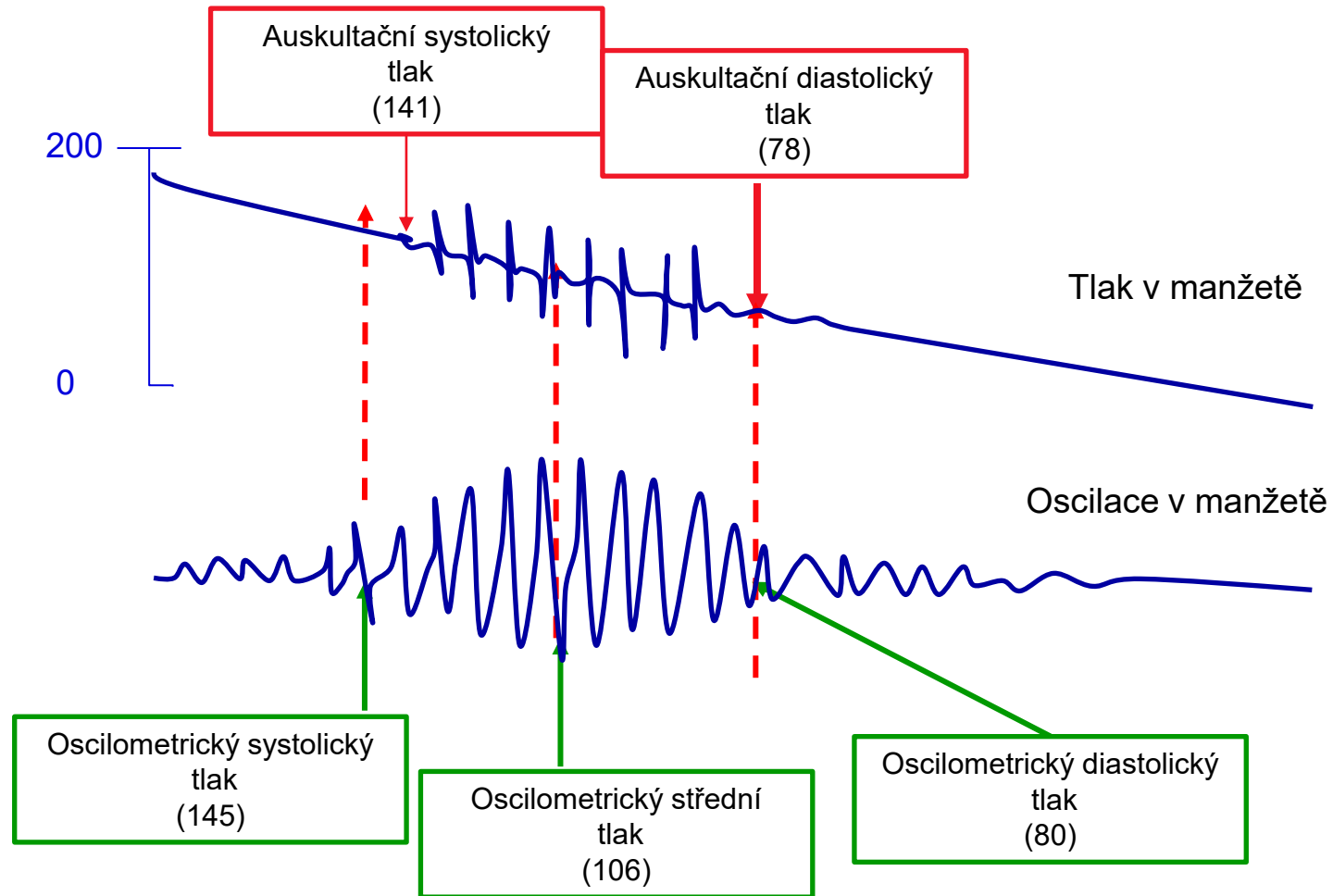
Variabilita – ke zkoušce

- Variabilita oběhových rytmů podává informaci o regulaci kardiovaskulárního systému
- Hodnocené parametry (časové řady):
 - Nejčastěji hodnocený: beat-to-beat srdeční frekvence (nebo RR intervaly) – snadné měření (EKG)
 - Druhý často hodnocený: sekvence systolického tlaku (lehce těžší měření, Peňázova metoda)
- Hlavní metody hodnocení variability jednoho signálu
 - Variace na směrodatné odchylky (někdy se v klinice i používají a některé přístroje je mají implementované)
 - Spektrální analýza
- Hlavní metody hodnocení vztahu dvou signálů
 - Citlivost baroreflexu (definice: změna RR vyvolaná změnou SBP o 1 mmHg)

Variabilita – ke zkoušce

- variabilita srdeční frekvence (HRV) – hodnocení ANS
 - Vysoká – dobrá regulace KVS
 - Nízká – zvýšené kardiovaskulární riziko
- Variabilita krevního tlaku
 - Nízká – dobrá regulace KVS
 - Vysoká – zvýšené kardiovaskulární riziko
- Citlivost baroreflexu (BRS)
 - Dostatečná (> 4 mmHg) – baroreflexní regulace asi OK
 - Snížená (< 3 mmHg) – zvýšené kardiovaskulární riziko
 - u hypertenze, srdečního selhání, diabetu, ve stresu
- Prediktory náhlé srdeční smrti: téměř nulové hodnoty HRV a BRS
- Spektra RR a SBP
 - Frekvenční pásma (VLF, LF a HF), co znamenají
 - HF (0.15-0,5Hz): parasymptikus, dýchání
 - LF (kolem 0,1 Hz): sympatikus/paras., baroreflex
 - VLF (menší než 0,03): pomalé KVS změny (hormony, TPR, ...)

Neinvazivní měření krevního tlaku



Neinvazivní měření krevního tlaku

- výhody/nevýhody, chyby v měření

Podhodnocení tlaku (mmHg)	Důvod zkreslení hodnot	Nadhodnocení tlaku (mmHg)
45 30 15		15 30 45
	Příliš úzká manžeta	10-40
40-10	Příliš volná manžeta	10-40
	Záda nejsou opřena o židli	5-15
	Překřížené nohy	5-8
	Měření okamžitě po usednutí	10-20
	Pacient mluví v průběhu měření	10-15
	Plný močový měchýř	10-15
	Bolest	10-30

Hodně štěstí u zkoušky

