

(VIII.) Krevní tlak u člověka
(IX.) Neinvazivní metody měření krevního tlaku

Fyziologie - cvičení

Křivka arteriálního krevního tlaku v průběhu tepového cyklu

Krevní tlak: tlak krve na stěnu cévy

(arteriální TK: část energie systoly přeměněná na boční tlak působící na cévní stěnu)

Střední TK : vypočítaná průměrná hodnota krevního tlaku v průběhu jednoho tepového cyklu (integrál tlakové křivky; **plocha nad stTK = plocha pod stTK** – viz křivka)

(stTK je dopočítávaná veličina, nejedná se o aritmetický průměr hodnot systolického (STK) a diastolického (DTK) tlaku, protože čas trvání systoly a diastoly v průběhu srdečního cyklu se liší)

Definice:

STK - nejvyšší krevní tlak v průběhu tepového cyklu

DTK – nejnižší krevní tlak v průběhu tepového cyklu

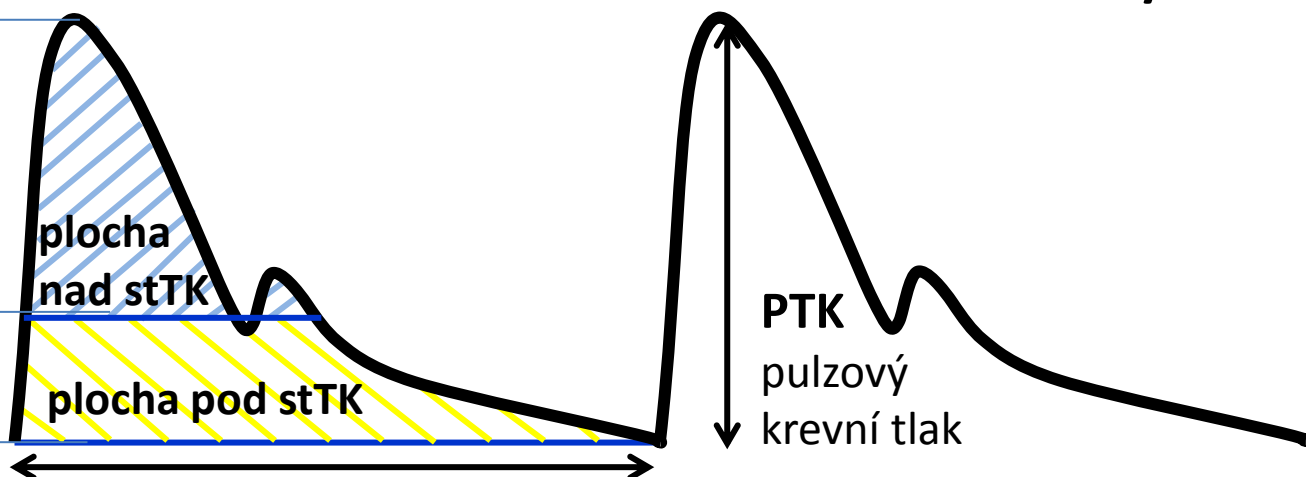
Pozor: hodnoty STK a DTK se liší v jednotlivých částech srdce a cévního systému

STK —
systolický krevní tlak

stTK —
střední arteriální tlak

DTK —
diastolický krevní tlak

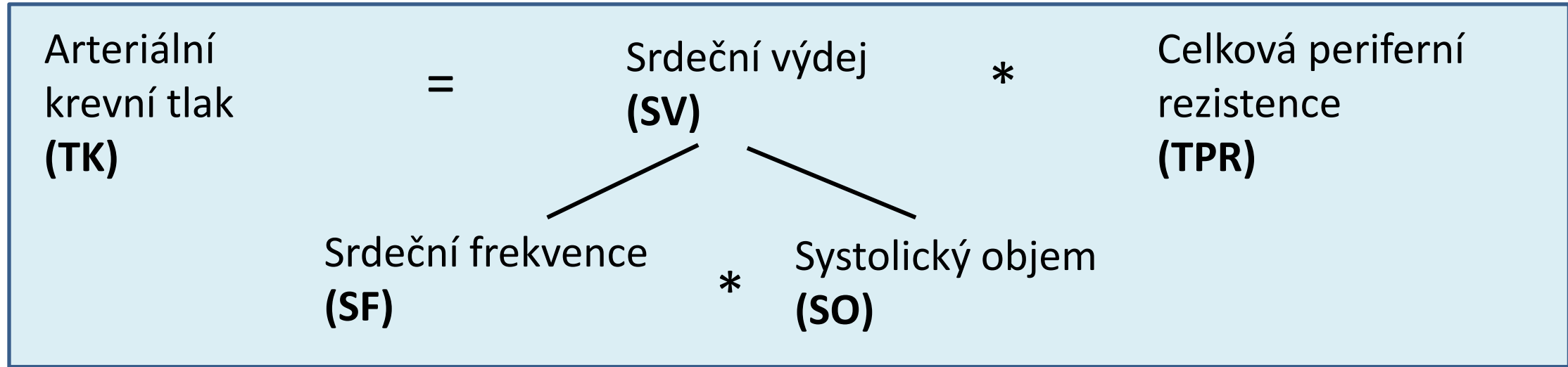
délka tepového cyklu



$$PTK = STK - DTK$$

$$stTK \approx DTK + 1/3 PTK$$

Krevní tlak je funkcí srdečního výdeje a periferního odporu



- STK je závislý především na SV
- DTK je závislý především na TPR

Regulace krevního tlaku

- **Krátkodobá** – nejdůležitější zástupce: baroreflex
- **Střednědobá** – nejdůležitější zástupce: renin-angiotenzin-aldosteron systém (RAAS)
- **Dlouhodobá** – hormonální regulace objemu cirkulujících tekutin

Regulace krevního tlaku – baroreflex

Autonomní nervový systém: *sympatikus* (\uparrow TK, SF, SO a TPR) \times *parasympatikus* (\downarrow TK, SF, SO a TPR)

Funkce baroreflexu – regulace rychlých změn TK změnou SF a TPR

baroreceptory – sinus caroticus + aorticus

aferentace: n.vagus, n.glosopharyngeus —

- **Srdeční větev baroreflexu:**

eferentace: n. vagus inervující SA uzel —

sympatická eferentace: změny SF a kontraktility

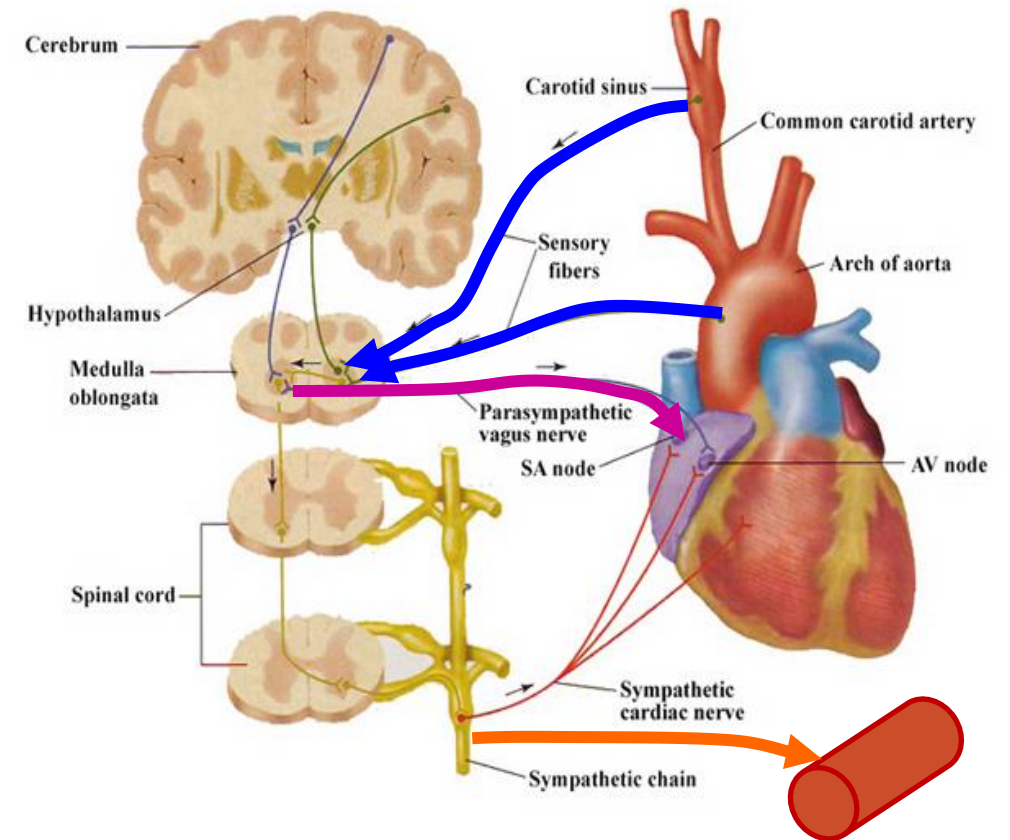
\uparrow TK \rightarrow \downarrow SF a naopak

- **Periferní větev baroreflexu:**

eferentace: sympatická inervace hladké svaloviny především arterií —

\uparrow TK \rightarrow \downarrow TPR a naopak

- vazokonstrikce malých arterií a arteriol, venokonstrikce (redistribuce objemu krve)



Změny krevního tlaku

Krátkodobé vlivy

- množství krve - vliv na SO (krvácení, dehydratace)
- vnější tlak na cévy – intratorakální a intraabdominální tlak (kašláni, defekace, porod, umělá ventilace)
- poloha – v ortostáze oproti klinostáze je vyšší DTK (\uparrow TPR) a nižší STK (\downarrow žilní návrat \rightarrow \downarrow plnění srdce \rightarrow Starlingův princip \rightarrow \downarrow kontrakce \rightarrow \downarrow SO)
- CNS – emoce, stres, psychická zátěž,...
- fyzická zátěž – charakter zvýšení krevního tlaku závisí na intenzitě, délce a typu zátěže
- teplo (pokles TPR), chlad (nárůst TPR)
- alkohol, léky,...

Dlouhodobé vlivy

- vliv věku (nejrychlejší růst do ukončení puberty, v dospělosti lehký růst především STK)
- vliv pohlaví (muži mívají vyšší TK)

Metody měření arteriálního krevního tlaku

v praktiku:

Palpační
(tonometr)



Auskultační
(tonometr a fonendoskop)



Oscilometrická



další možnosti:

24-hodinové měření krevního tlaku



Fotopletysmografická (volume-clamp metoda, Peňázova)



Laminární / turbulentní proudění, Korotkovův fenomén

$$Re = \frac{v \cdot S \cdot \rho}{\eta}$$

laminární proudění $Re < 2000$

turbulentní proudění $Re > 3000$

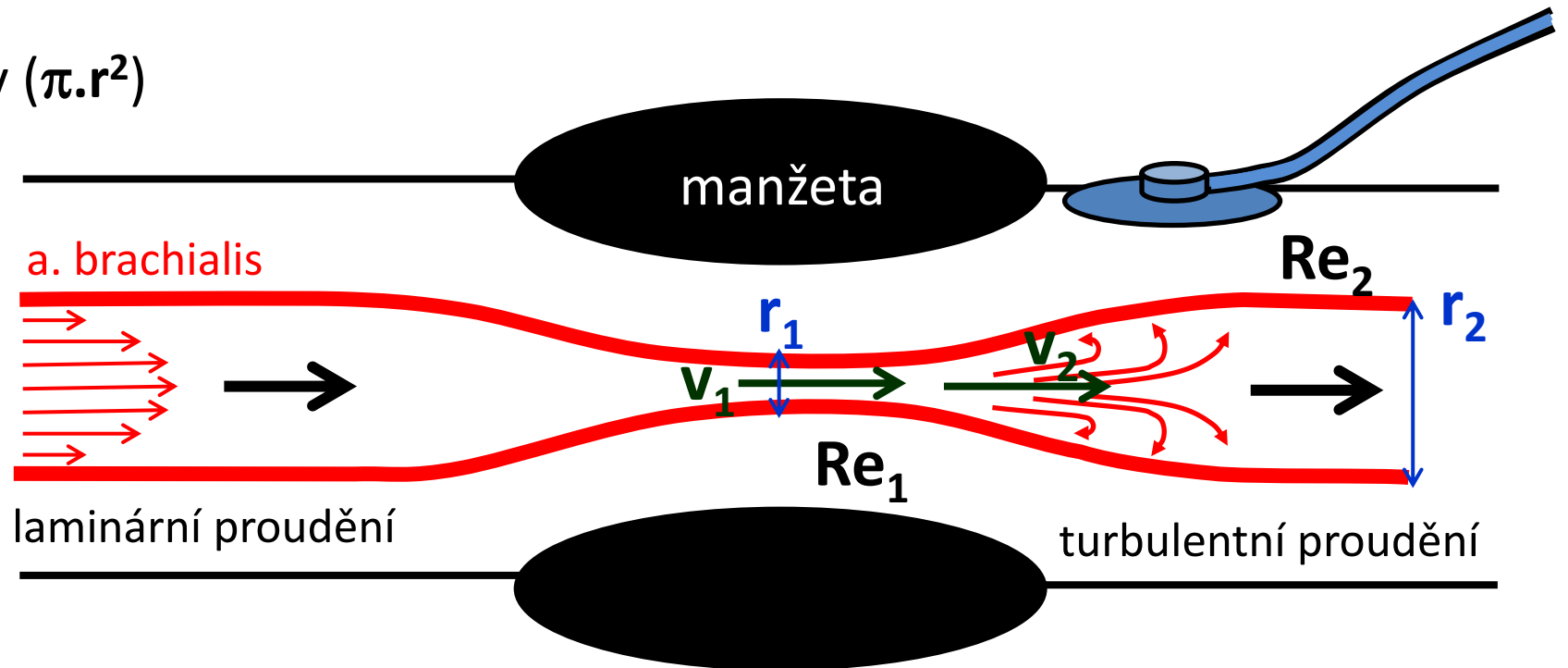
Reynoldsovo číslo Re : pravděpodobnost vzniku turbulentního proudění

v : rychlost toku krve

S : plocha průřezu cévy ($\pi \cdot r^2$)

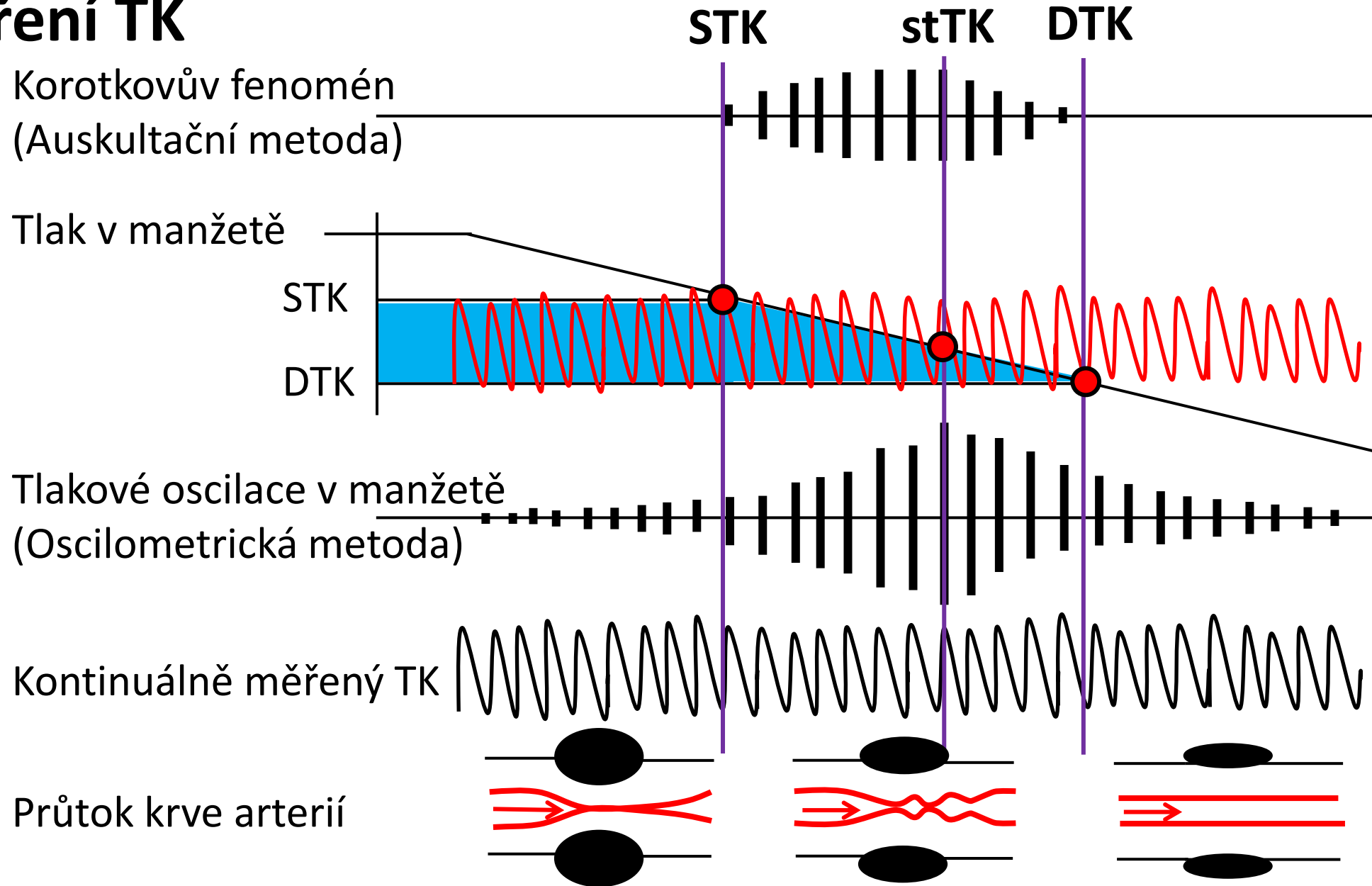
ρ : hustota kapaliny

η : viskozita kapaliny
(nižší u anémie)



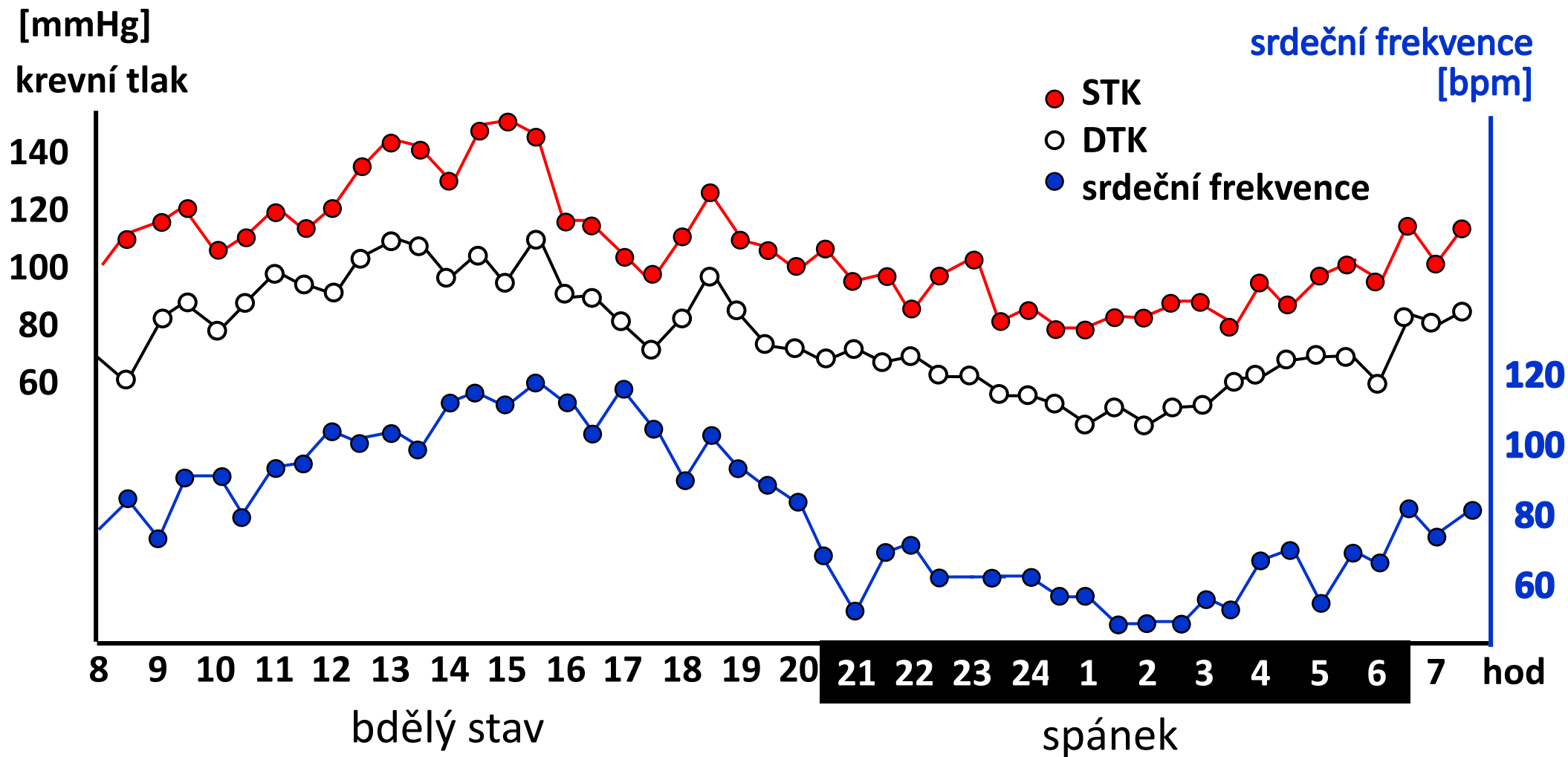
situace těsně za zúžením arterie: $S_1 < S_2$ a $v_1 \approx v_2 \rightarrow Re_1 < Re_2 \rightarrow$ turbulentní proudění

Princip měření TK



24-hodinové ambulantní měření krevního tlaku

Pokles krevního tlaku o 10 až 15% v nočních hodinách



Zásady měření krevního tlaku

- Prostředí: příjemná teplota místnosti, klid
- Poloha: pacient sedí s opřenými zády, obě nohy spočívají na podlaze, předloktí spočívá na podložce, paže je ve výšce srdce
- Přiměřená velikost manžety, správné umístění
- Měření probíhá v klidu a začíná po 5 – 10 min uklidnění
- Měření auskultační metodou
 - Manžetu nafukujeme na tlak o 30 mmHg vyšší než je předpokládaný tlak měřené osoby (při kterém vymizel radiální pulz)
 - Rychlost snižování tlaku v manžetě je 2 – 3 mmHg/s
 - Tlak se odečítá s přesností na 2 mmHg
- Tlak má být měřen 3x v alespoň pětiminutových rozestupech a orientujeme se podle průměru ze dvou posledních měření

metoda	výhody	nevýhody	měřená hodnota
auskultační	<ul style="list-style-type: none"> • přesnější odhad STK/DTK • jednoduchá, nevyžaduje el. napájení 	<ul style="list-style-type: none"> • subjektivní, náročná na zkušenost a hlučnost prostředí • STK/DTK z různého srdečního cyklu 	STK a DTK
oscilometrická	<ul style="list-style-type: none"> • přesnější odhad stTK • automatická, rychlá • lze provádět laikem, levná (domácí měření) 	<ul style="list-style-type: none"> • DTK/STK je dopočítáván (závislost na modelu pro výpočet, vliv tvaru pulzové křivky) • STK/DTK z různého srdečního cyklu • není možné použít u arytmie 	stTK, někdy také STK (dle typu přístroje)
24 – hodinový krevní tlak	<ul style="list-style-type: none"> • záznam TK v průběhu celého dne • vyloučení hypertenze bílého pláště 	<ul style="list-style-type: none"> • rušivý vliv nafukující se manžety (hlavně během spánku) • STK/DTK z různého srdečního cyklu 	hodnoty měřené každých 15 – 60 min
fotopletysmografická (Peňázova)	<ul style="list-style-type: none"> • kontinuální záznam TK • možnost výpočtu STK a DTK tep po tepu (analýza variability TK) 	<ul style="list-style-type: none"> • obvykle měření z prstu, nutnost dopočítání brachiálního TK • drahý přístroj 	kontinuální záznam TK

Diagnostika hypertenze

	krevní tlak	STK [mmHg]	DTK [mmHg]	možné komplikace
normální	optimální	<120	<80	
	normální	120 – 129	80 – 84	
	vyšší normální	130 – 139	85 – 90	
hypertenze	1. stupně	140 – 159	90 – 99	bez orgánových změn
	2. stupně	160 – 179	100 – 109	hypertrofie L komory, proteinurie, angiopatie,...
	3. stupně	> 180	> 110	morfologické a funkční změny některých orgánů, retinopatie, srdeční, renální nedostatečnost, ischemie CNS, krvácení do CNS,...

- **izolovaná systolická hypertenze** STK > 140 a DTK < 90
- vyšší normální tlak - doporučuje se každoroční sledování
- domácí měření pro vyloučení hypertenze bílého pláště

hypertenze je diagnostikována:

- průměrný TK ze 4 – 5 prohlídek je > 140/90
- TK zjištěné během domácího měření opakovaně > 135/80
- 24 – hodinové měření ukázalo průměrné TK > 130/80

Změny krevního tlaku během fyzické zátěže

- nárůst krevního tlaku závisí na charakteru a velikosti a délce zátěže
- aktivace sympatiku: změny v kardiovaskulárním systému slouží pokrytí metabolických nároků pracujících svalů
- **vliv rytmické zátěže na krevní tlak**
 - zvýšení srdečního výdeje → vzestup STK
 - redistribuce krve v těle – metabolická vazodilatace ve svalu (zvýší průtok krve svalem), vazokonstrikce v GIT, kůži a ledvinách → zachování či lehká změna DTK (v závislosti na míře poklesu TPR)
- vazokonstrikce v kůži je dočasná, než převládnou termoregulační mechanismy
- DTK se zvyšuje při izometrické práci svalů (např. vzpírání)
- po zátěži dochází k poklesu TK na původní nebo lehce nižší hodnotu, průtok krve svalem do zotavení zůstává zvýšený
- rychlost zotavení je daná tonem parasympatiku (lze zvýšit tréninkem)