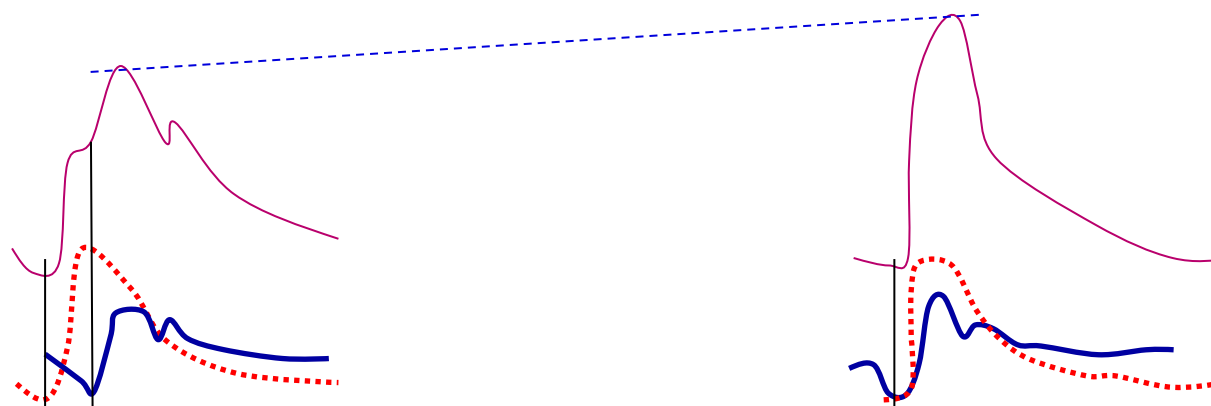
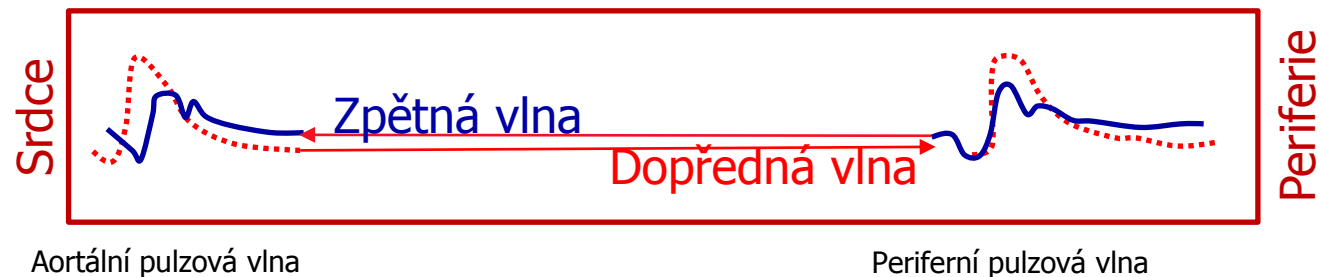


# Rychlost pulzové vlny

# Definice pulzové vlny

- pulzová vlna vzniká během srdeční revoluce, kdy dochází za systoly k vypuzení krve z levé komory do velkého oběhu. Arteriální systém se s tímto rychle vypuzeným objemem vyrovnává svou poddajností (compliance), tedy schopností krátkodobého zvětšení průřezu artérie. Pulzová vlna je v podstatě tlaková vlna,
- jednotlivý pulz bezprostředně po systole prochází v podobě tlakové vlny celým arteriálním systémem velkou rychlostí, neporovnatelně větší než je vlastní rychlost toku okysličené krve,
- rychlost šíření pulzové vlny (PWV) je měřitelná, pohybuje se v rozmezí od 4 m/s v aortě,
- vlastní rychlost proudící krve je podstatně nižší, udává se kolem 80-100 cm/s v aortě

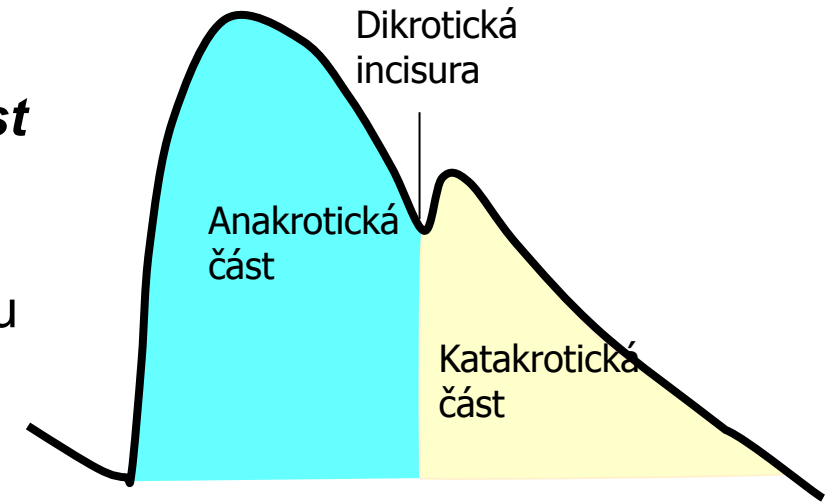
# Křivka pulzové vlny



- ❖ pulzová vlna je složena ze dvou komponent, dopředné složky a zpětné složky. Dopředná složka směřuje od srdce k periferii. Na periferii se vlna odrazí (od bifurkací tepen) a stává se z ní zpětná vlna. Ta se spojuje s dopřednou vlnou následujícího tepu a vytváří tak výslednou pulzovou vlnu.
- ❖ jiné časové intervaly setkání vln vytváří rozdílné tvary centrální a periferní pulzové křivky. Protože rychlost pulzové vlny narůstá směrem k periferii, je i amplituda periferní pulzové vlny vyšší.

# Rychlost pulzové vlny

- rychlost centrální pulzové vlny je 6-8 m/s
- centrální pulzová vlna se skládá z **anakrotické části**, **katakrotické části** a **dikrotické incisury**. **Anakrotickou část** reprezentuje prudký vzestup křivky. **Katakrotická část** je znázorněna klesající křivkou po nástupu maxima. **Dikrotická incisura** přerušuje katakrotickou křivku a je známkou uzávěru aortální chlopně (následuje malá dikrotická vlna směrem vzhůru již patří k diastole).
- nejvýraznější je **dikrotická incisura** v mladém věku, se zvyšujícím věkem incisura postupně mizí
- rychlost periferní pulzové je 10-20 m/s (v závislosti na místě měření)
- periferní pulzová vlna se skládá ze tří vln; dopadající vlny generované prouděním krve a dvou odražených vln, jednou z oblasti rukou a druhou ze spodní části těla.
- tvar periferní křivky závisí na místě, ze kterého je měřena. Nejmenší bude z *a. radialis* (nejčastější měření), nejvyšší bude z *dorsalis pedis*. Další možností je *a. brachialis* nebo *a. femoralis*.



# Faktory ovlivňující rychlost pulzové vlny

## Ovlivnitelné:

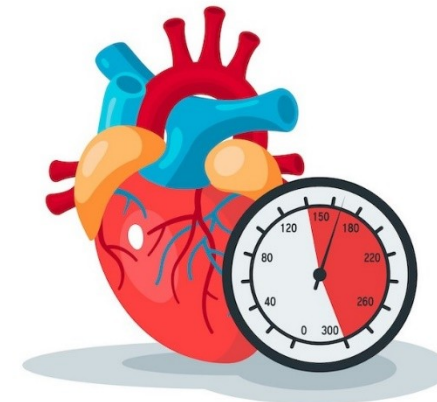
- kouření
- obezita
- fyzická aktivita

## Onemocnění:

- Diabetes mellitus*
- hypertenze
- dyslipidemie

## Neovlivnitelné:

- věk
- pohlaví
- genetická zátěž



# Změna pulzové vlny vlivem věku – vyšší věk

## Vzrůstající věk

- ❖ důvody zvýšené rychlosti a vymizení typických rysů pulzové vlny:

## Arteriální rigidita:

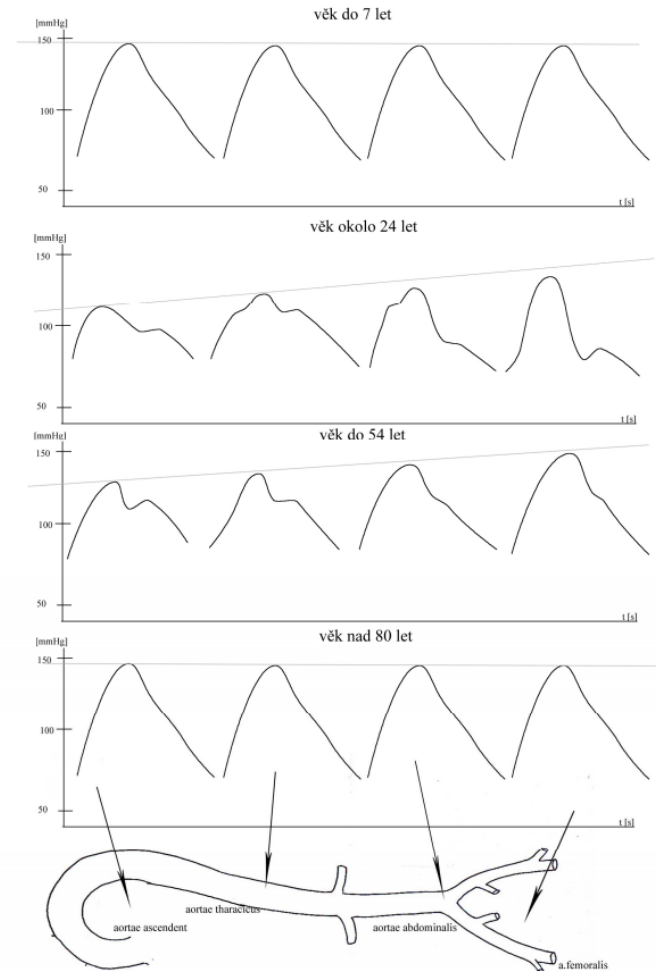
- ❖ rychlý návrat tlakové vlny je způsoben arteriální tuhostí zvyšující rychlost pulzové vlny.

### Změny v tunica media:

- ❑ *Hyperplazie*. Elastická vlákna ztrácejí své uspořádání jako v rané etapě lidského života a vykazují známky zeslabení, rozštěpení, roztřepení a fragmentace.
- ❑ Nahrazení elastinové složky kolagenní, která je mnohem méně pružná

## Nárůst krevního tlaku:

- ❖ se vzrůstajícím věkem dochází k progresivnímu nárůstu tlaku v druhé systole doprovázeném vymizením druhé diastolické tlakové vlny.



# Změna pulzové vlny vlivem věku – dětský věk

## Dětský věk

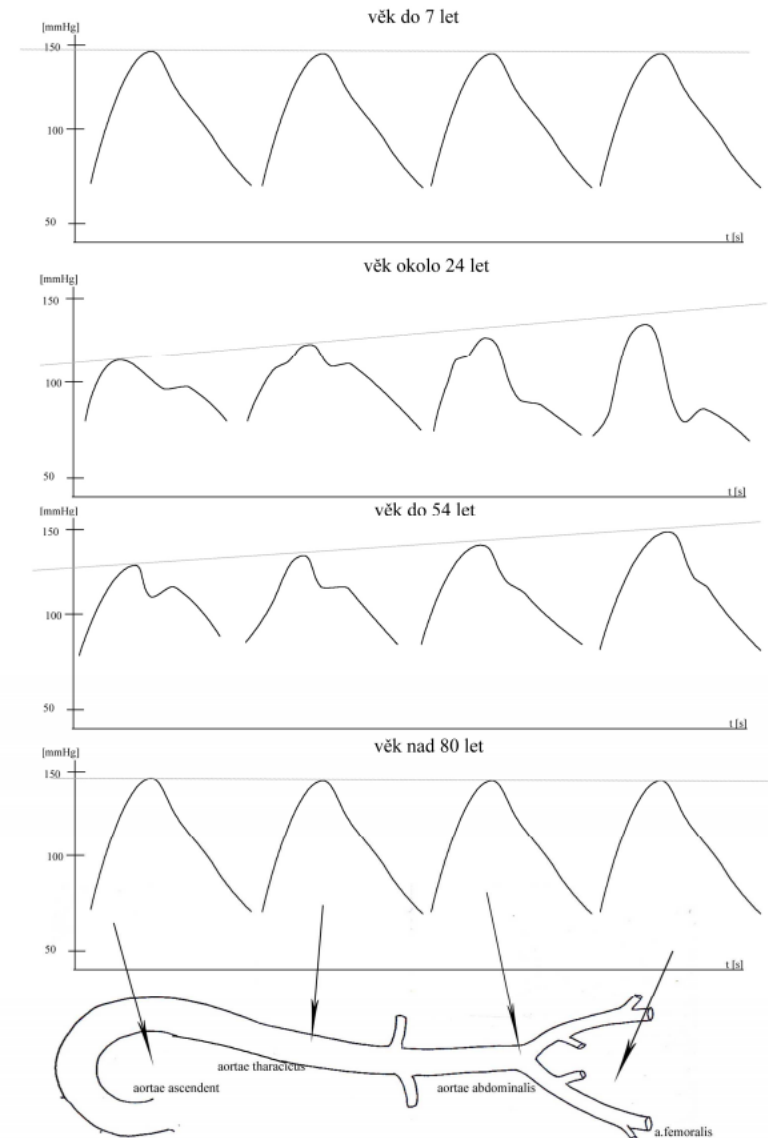
- ❖ - důvody zvýšené rychlosti a vymizení typických rysů pulzové vlny

## Délka cévního systému

- ❖ krátký systém zkracuje dobu návratu zpětné vlny a pulzová vlna je relativně velmi pomalá. Výsledkem je sumace vln, který „stírá“ vrchol první systoly a postsystolické minimum

## Doba ejekce

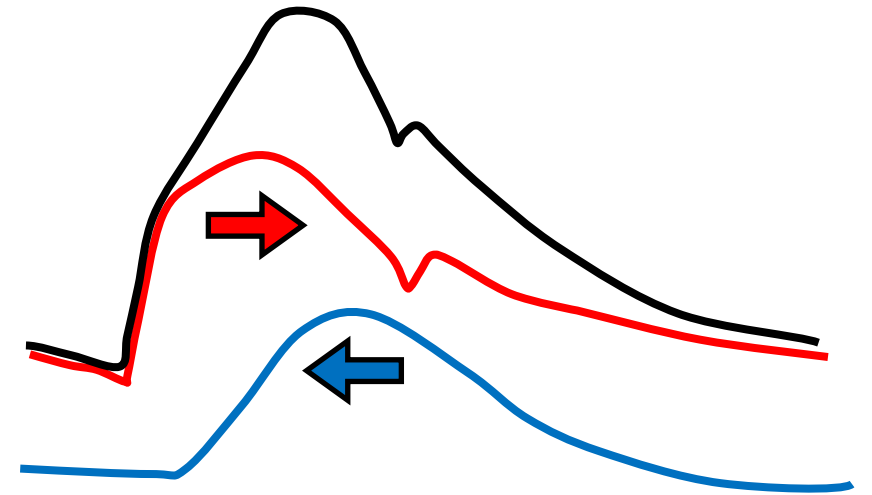
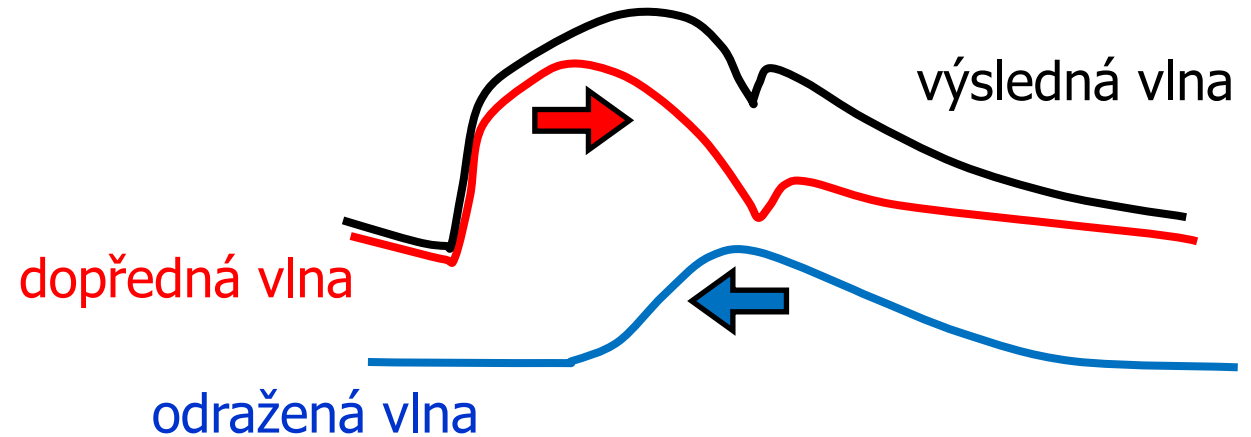
- ❖ relativně dlouhá doba ejekce krve z levé komory navzdory malému tělu a relativně rychlému srdečnímu pulzu způsobuje změny sumace křivek



# Změna pulzové vlny vlivem věku

**Mladý člověk:** Vysoká arteriální compliance → nižší rychlost pulzové vlny → odražená vlna se setká s dopřednou vlnou na začátku diastoly → nižší výsledná pulzová amplituda

**Starší člověk:** Snížená arteriální compliance → zvýšená rychlost pulzové vlny → odražená vlna se setká s dopřednou vlnou už na konci systoly → vyšší výsledná pulzová amplituda

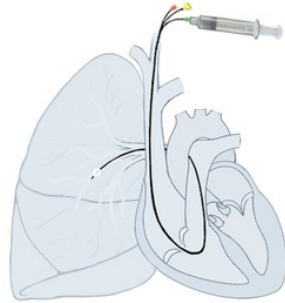




# Metody měření pulzové vlny

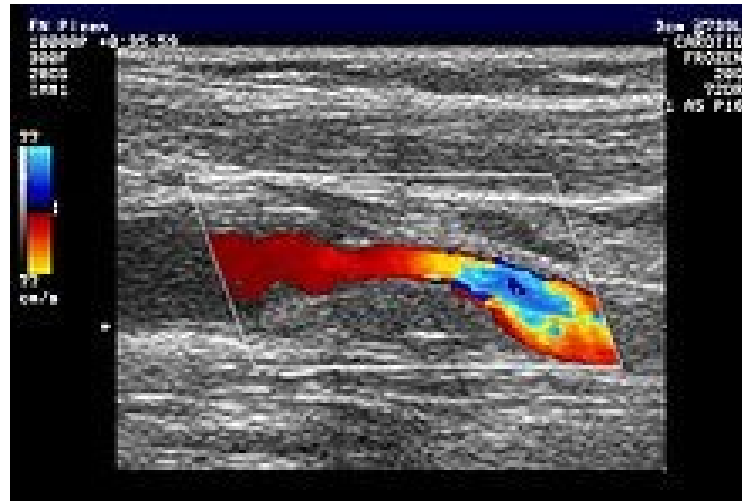
## Přímé

- katetrizace



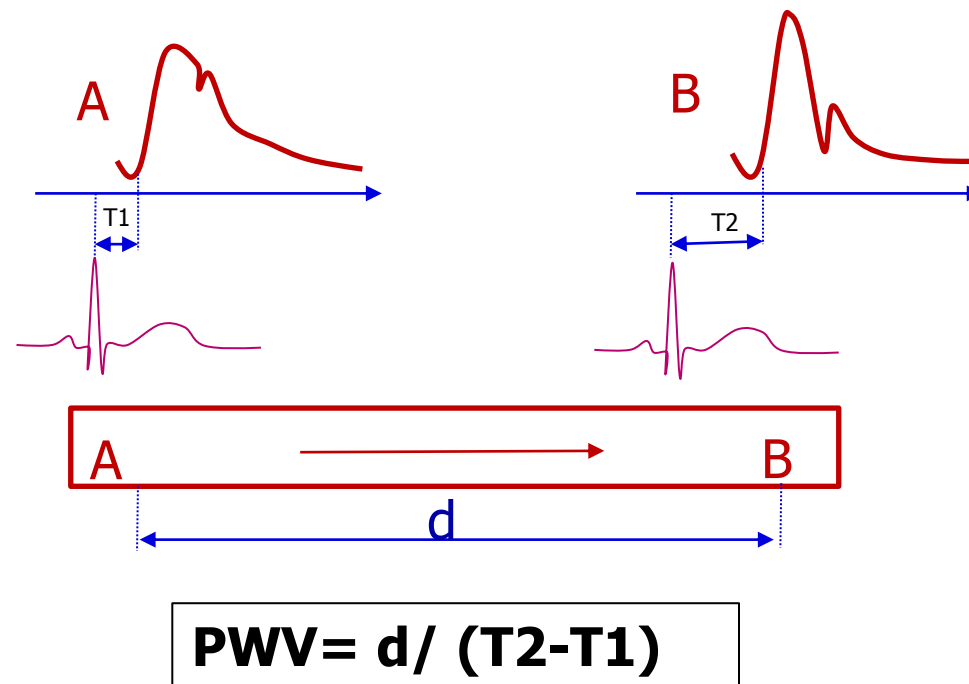
## Nepřímé

- ultrazvuk
- sfygmografie
- bioimpedance



# Sfygmografické měření pulzové vlny

- zlatým standardem v klinické praxi je měření karotido-femorálního indexu pomocí postupného měření (sfygmograficky snímané tlakové křivky) na *a. carotis* a *a. femoralis* a kontinuálního záznamu EKG.
- tato metoda je dobře reprodukovatelná (rozdíly mezi dvěma vyšetřujícími jsou do 5 %) a její výhodou je fakt, že je studován určitý arteriální segment jako celek.
- Při hodnocení je třeba vzít v úvahu aktuální krevní tlak, který je funkční determinantou tepenné tuhosti: vysoký krevní tlak zvyšuje rigiditu tepny. Největší význam má sledování rychlosti na aortě, kdy tento parametr charakterizuje nárazníkovou funkci centrálního řečiště



Čas od R kmitu po začátek vzestupné části tlakových křivek nám určuje tranzitní čas. Další komponentou je vzdálenost mezi oběma měřenými místy. Rychlost se pak vypočítá z poměru těchto dvou veličin v metrech za sekundu.

# **Proudění krve v žilách**

# Žilní návrat a mechanismy žilního návratu

➤ žilní návrat je návrat krve do pravého srdce

## Mechanismy:

- ❑ žilní chlopně a svalová pumpa
- ❑ podtlak v hrudníku při nádechu (a přetlak v břišní dutině)
- ❑ sací síla systoly – systola komor změnil tvar pravé síně (vtáhnutí trojcípé chlopně do komory), síň zvětší svůj objem a nasaje krev
- ❑ síla zezadu (vis a tergo): tlak, co zbyl ze středního krevního tlaku (z energie udělené kontinuitě proudění krve v okamžiku vypuzení systolického objemu srdečního do krevního řečiště)

