

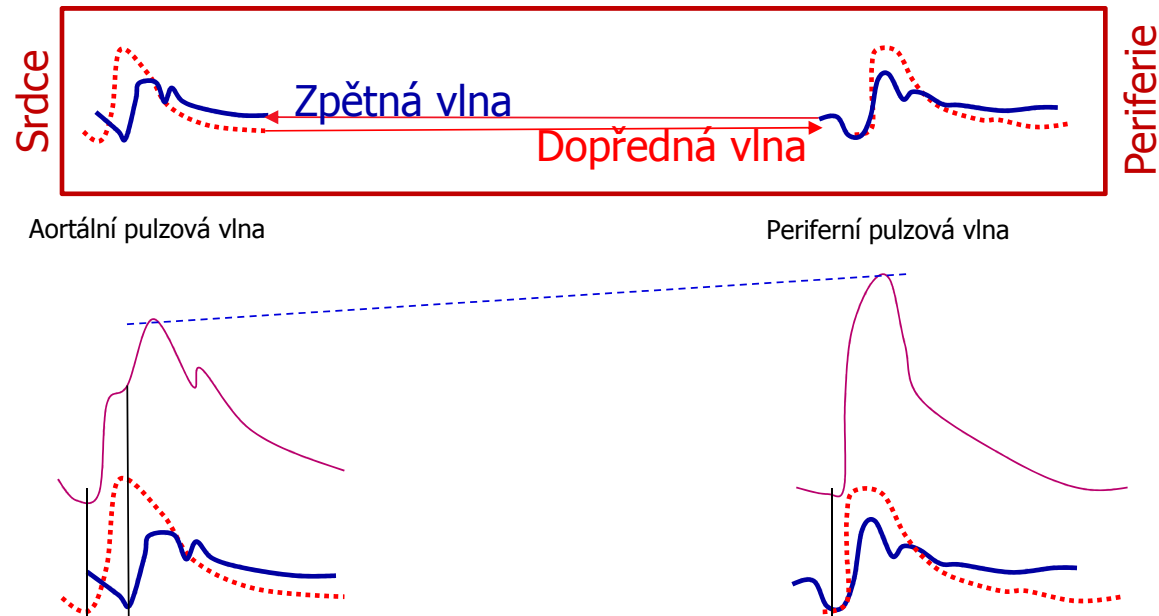
# Rychlost pulzové vlny

Praktické cvičení z fyziologie (jarní semestr: 4. – 6. týden)

# 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.
- Pozor, vlastní rychlost proudící krve je podstatně nižší, udává se kolem 80-100 cm/s v aortě

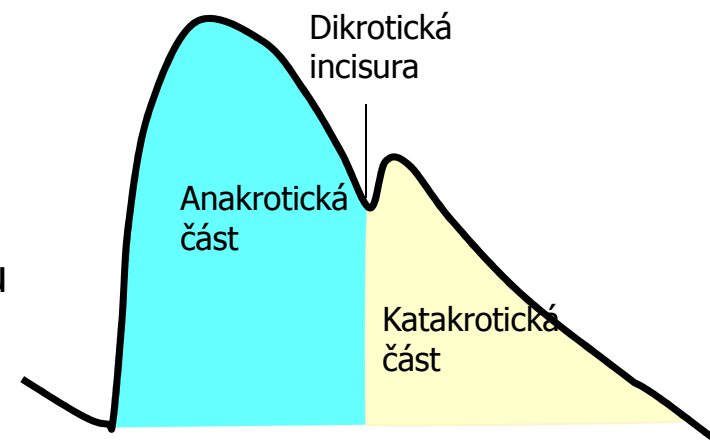
# Křivka pulzové vlny



- 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:**

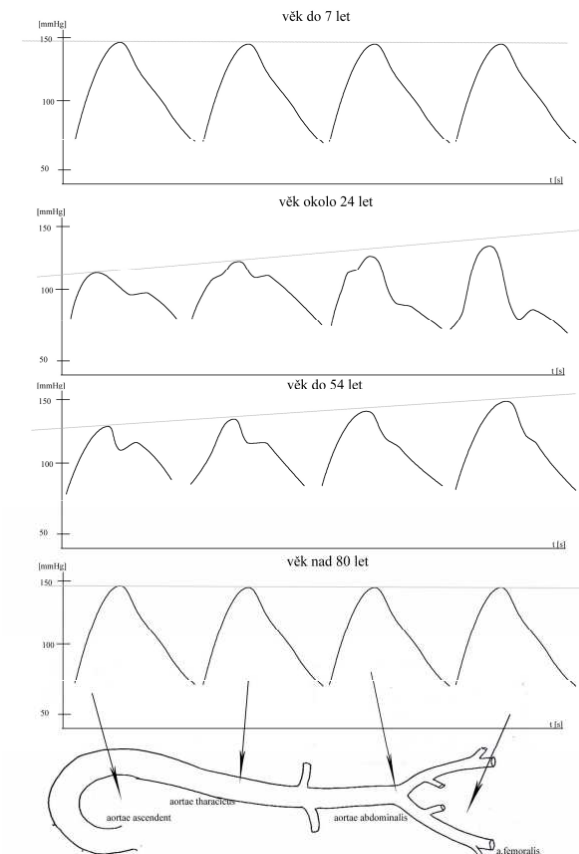
- Rychlý návrat tlakové vlny je způsoben arteriální tuhostí zvyšující rychlost pulzové vlny.

- **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

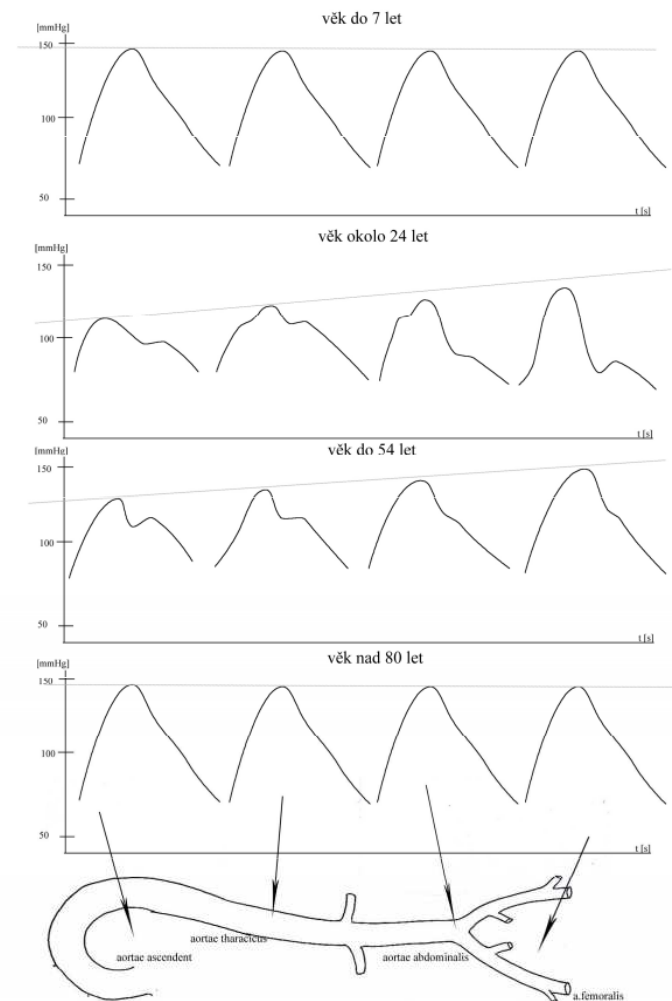
Dětský věk - Důvody zvýšené rychlosti a vymizení typických rysů pulzové vlny

## – 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

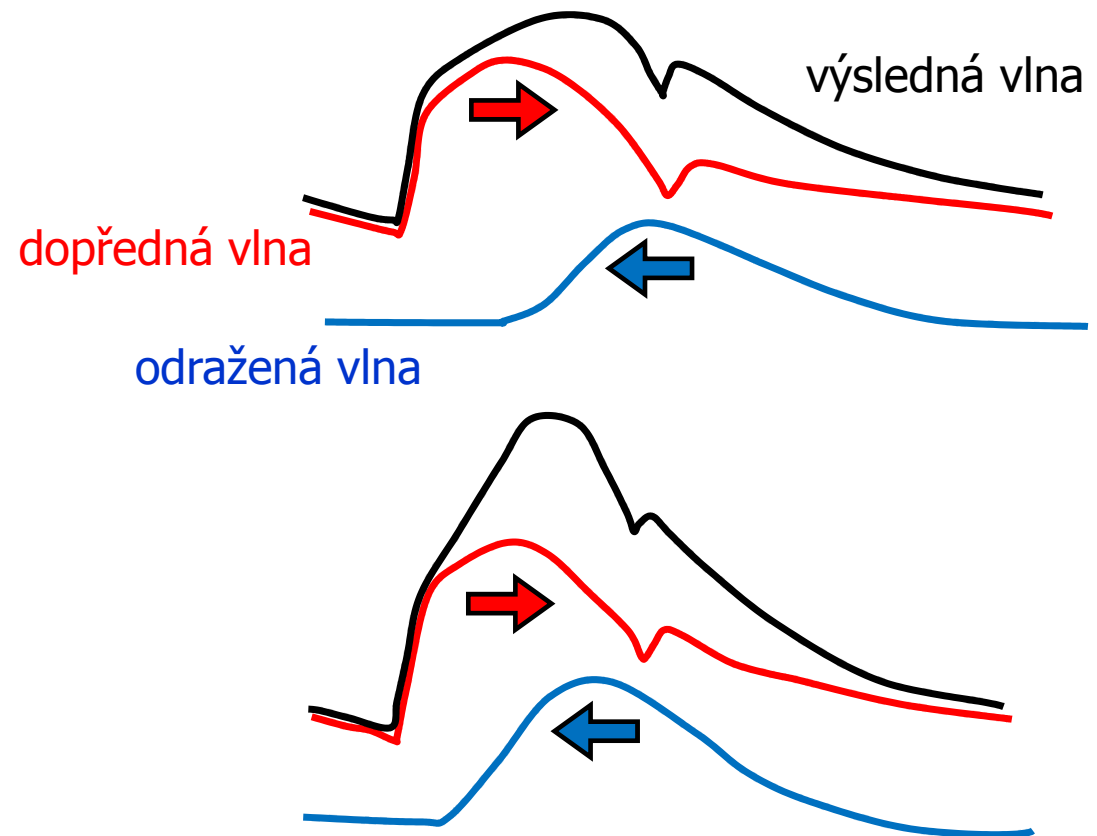
- Relativně dlouhá doba ejekce krve z levé komory navzdory malému tělu a relativně rychlému srdečnímu pulzu způsobuje změny sumace křivek



# Změna pulzové vlny vlivem věku

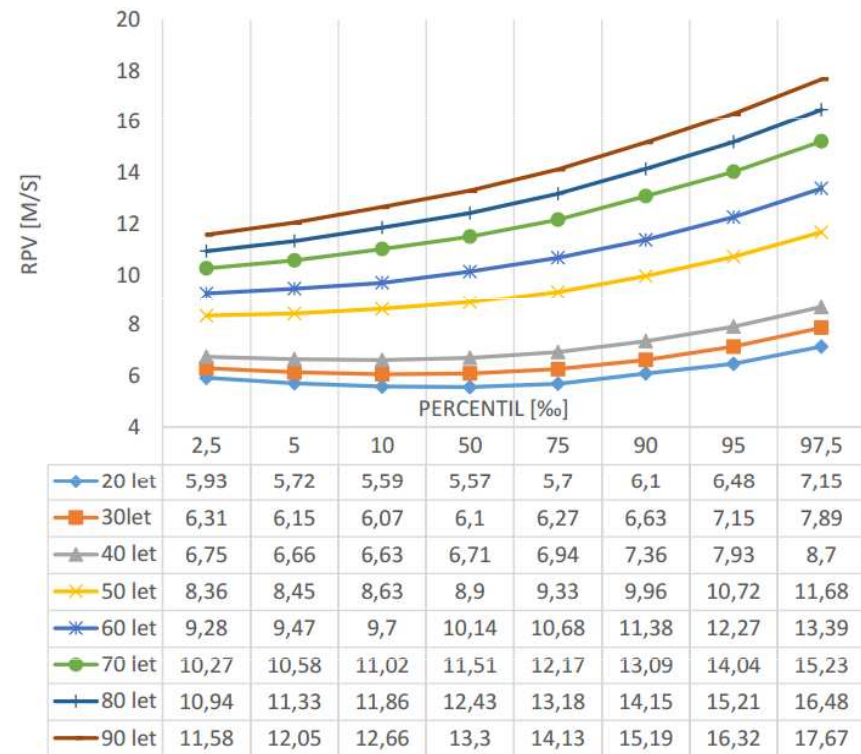
**Mladý člověk:** Vysoká arteriální compliance → nižší rychlost pulzové vlny → odražená vlna se setká s dopřednou vlnou na začátku diastoly → nižší výsledná pulzová amplituda

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





# Hodnoty pulzové vlny



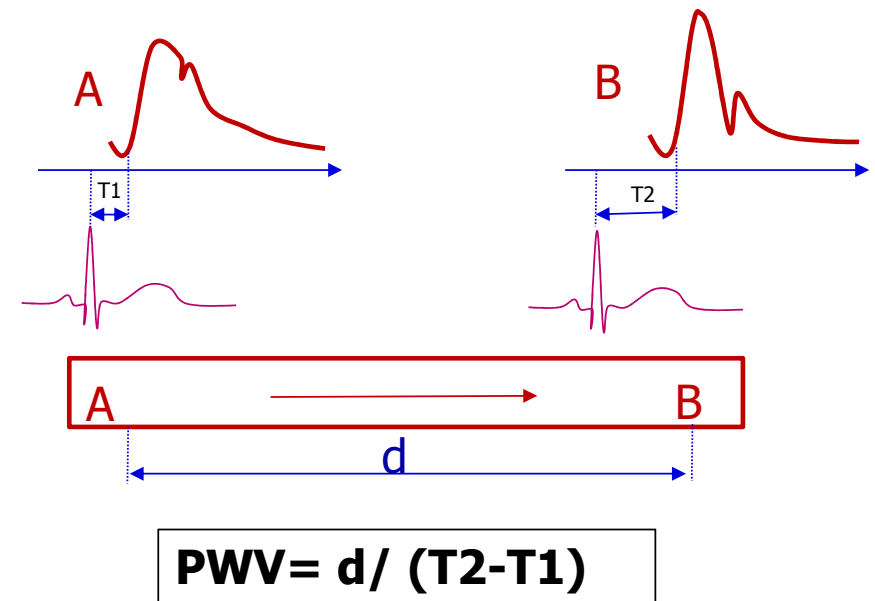
Referenční intervaly RPV pro karotido-femorální index. Na Y ose se nacházejí hodnoty rychlosti pulzové vlny typické pro jednotlivé roky. Na X ose potom percentilového zastoupení. Pokud se naměřené hodnoty pohybují výše než je referenční hodnota 90. percentilu v odpovídající věkové kategorii jde o určitý ukazatel kardiovaskulární patologie. V tabulce pod grafem jsou hodnoty rychlosti pulzové vlny.

# 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 TK, který je funkční determinantou tepenné tuhosti: vysoký TK 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.