

# Rychlost pulzové vlny (XII)

---

# 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.
- Jednotlivý pulz bezprostředně po systole prochází 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.

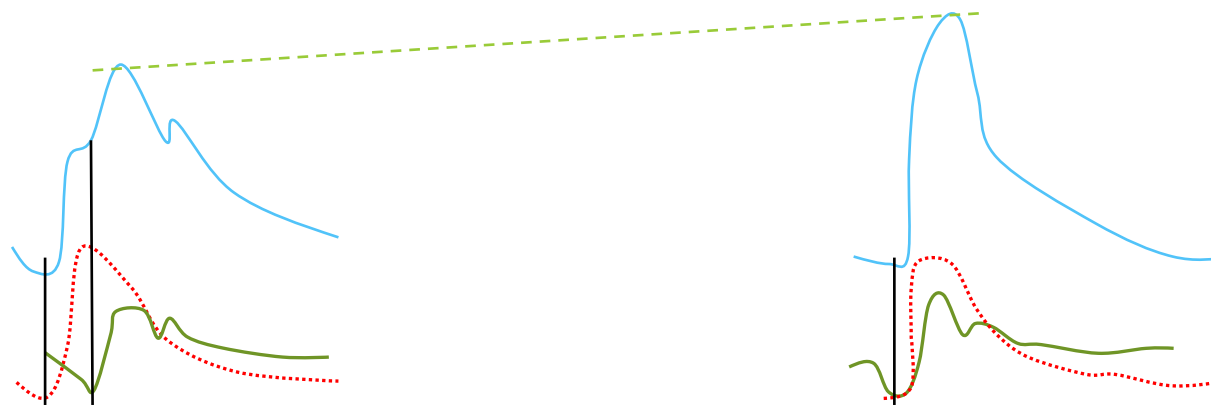
Pozor, vlastní rychlost proudící krve je podstatně nižší, udává se kolem 80-100 cm/s v aortě

# Křivka pulzové vlny



Aortální pulzová vlna

Periferní pulzová vlna



Pulzová vlna je složena ze dvou komponent, dopředné složky a zpětné složky. Dopředná složka směřuje od srdce k periferii . Zpětná je tvořena odraženou vlnou (na bifurkacích nebo periferiích), která se vrací stěnou zpět a ovlivňuje tak výslednou 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

---

1. Rychlost centrální pulzové vlny je 6-8 m/s
  - Centrální pulsová 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
2. Rychlost periferní pulzové je 10-20 m/s (v závislosti na místě měření)
  - Periferní pulsová 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

---

## 1. Ovlivnitelné:

- Kouření
- Obezita
- Fyzická aktivita
- Diabetes Mellitus
- Dyslipidemie

## 2. Neovlivnitelné:

- Věk
- Pohlaví
- Genetická zátěž

# Změna pulzové vlny vlivem věku

## Vzrůstající věk :

Důvody zvýšené rychlosti a vymizení typických rysů pulzové vlny:

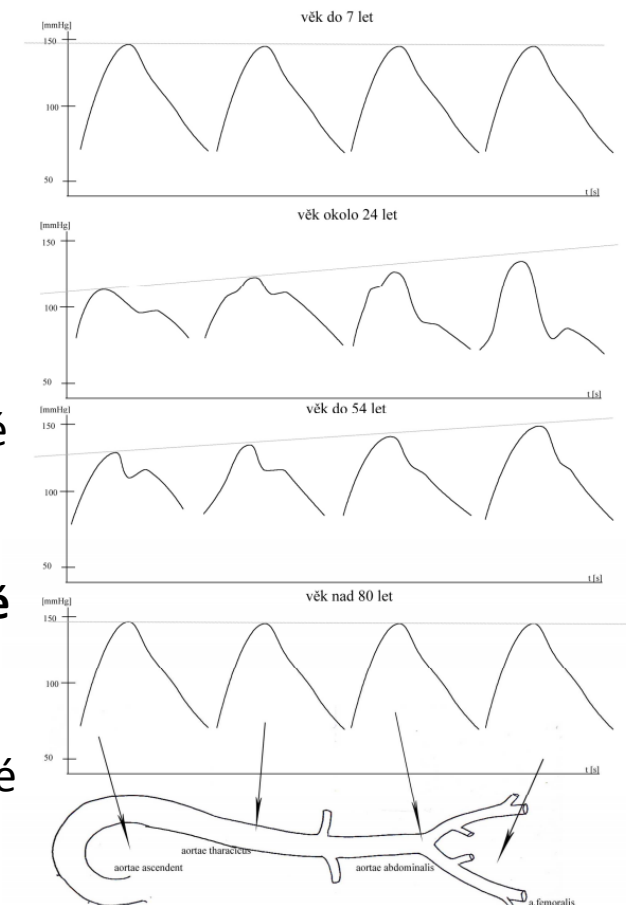
### 1. Arteriální rigidita:

Rychlý návrat tlakové vlny je způsoben arteriální tuhostí zvyšující rychlost pulsových vln.

- 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**

### 2. Nárůst tlaku:

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

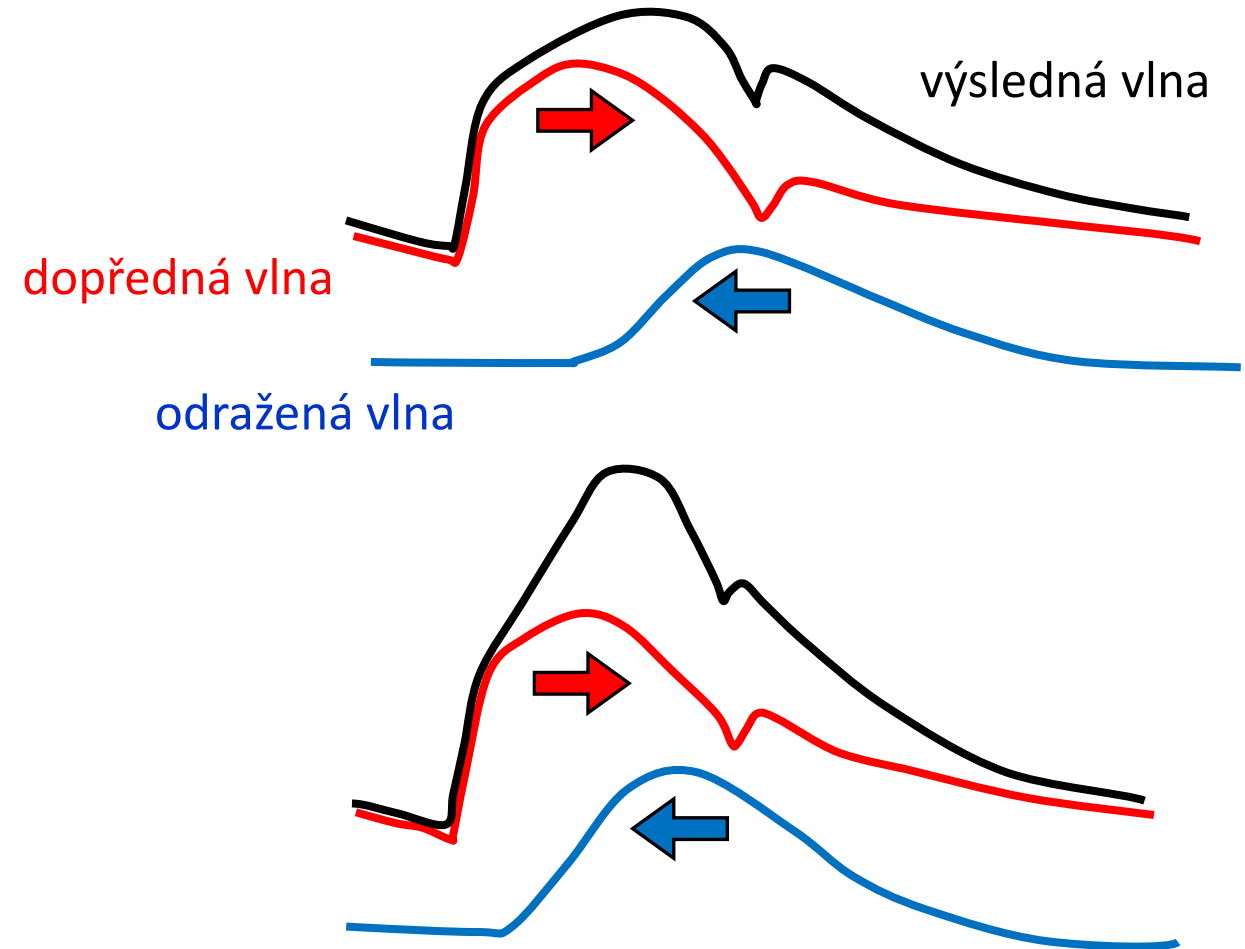


### Mladý člověk:

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



# Změna pulzové vlny vlivem věku II

## Dětský věk :

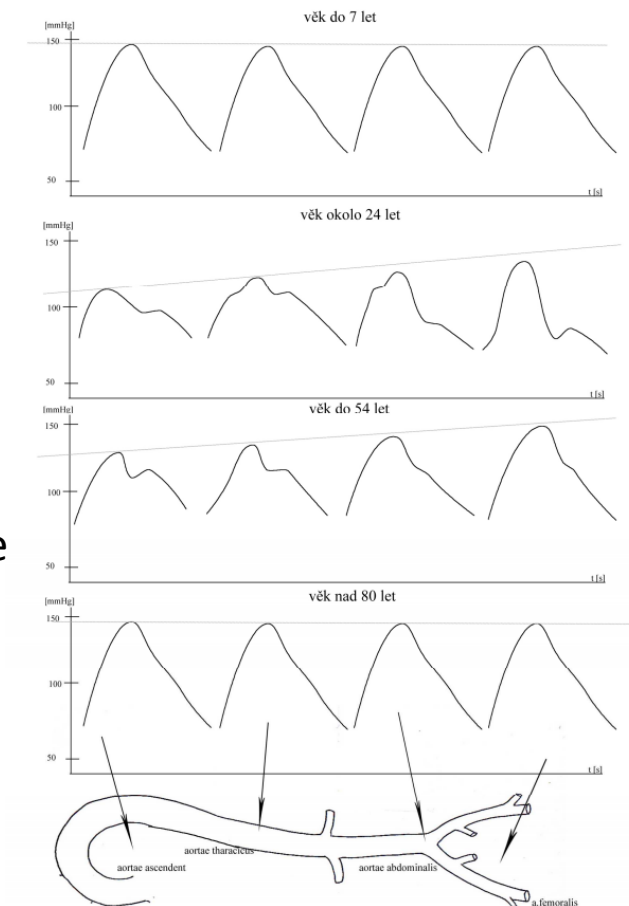
Důvody zvýšené rychlosti a vymizení typických rysů pulzové vlny:

### 1. 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

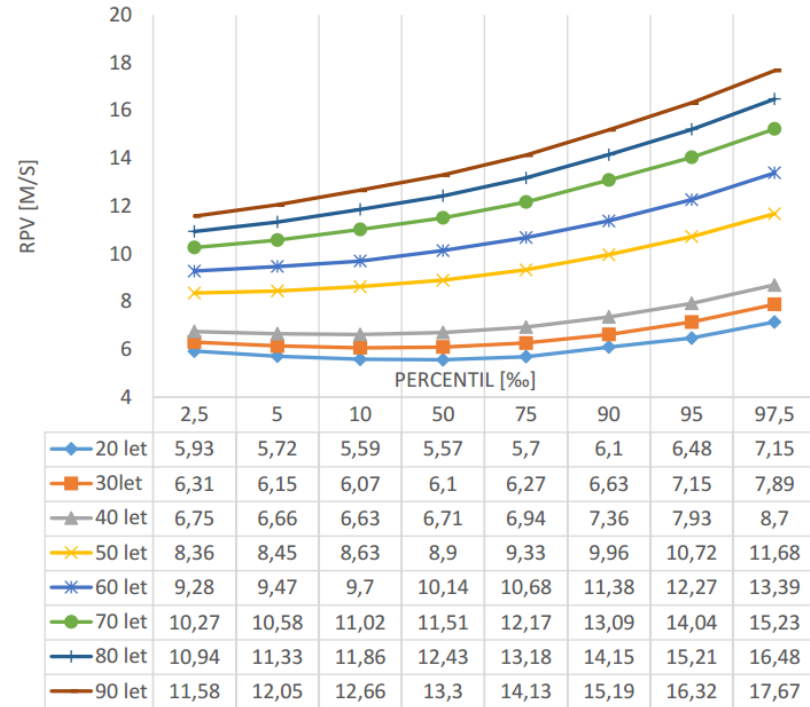
### 2. Doba ejekce

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





# 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. percentil v odpovídající věkové kategorii jde o určitý ukazatel na kardiovaskulární patologii. V tabulce pod grafem jsou hodnoty rychlosti pulzové vlny.

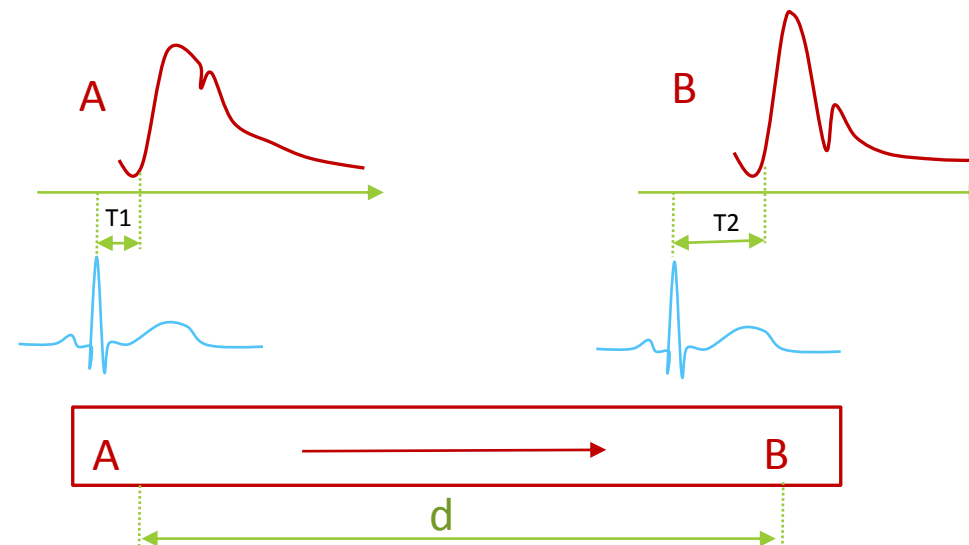
# Metody měření pulzové vlny

---

1. Přímé
  - Katetrizace
2. Nepřímé
  1. Ultrazvuk
  2. Sfygmografie
  3. 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



$$PWV = d / (T2 - T1)$$

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