

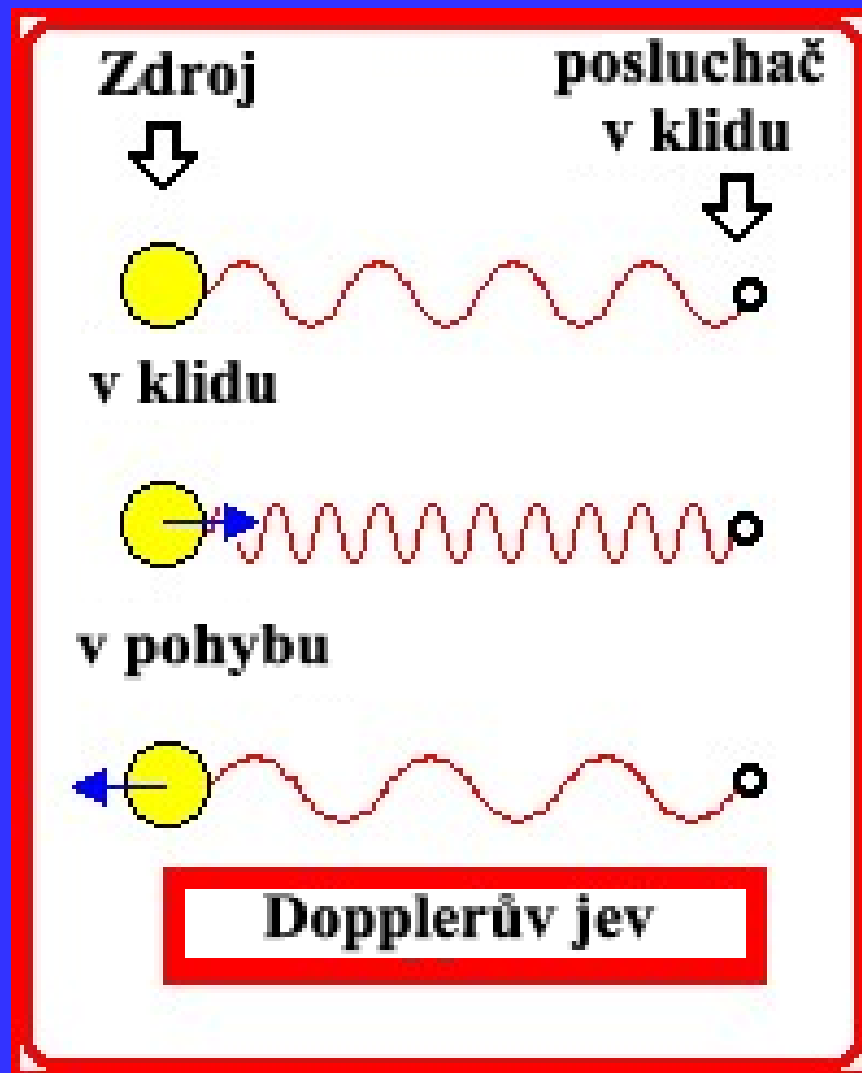
DOPPLEROVSKÉ DIAGNOSTICKÉ METODY

Princip Dopplerova jevu

vnímaná frekvence
odpovídá frekvenci zdroje

vnímaná frekvence je vyšší

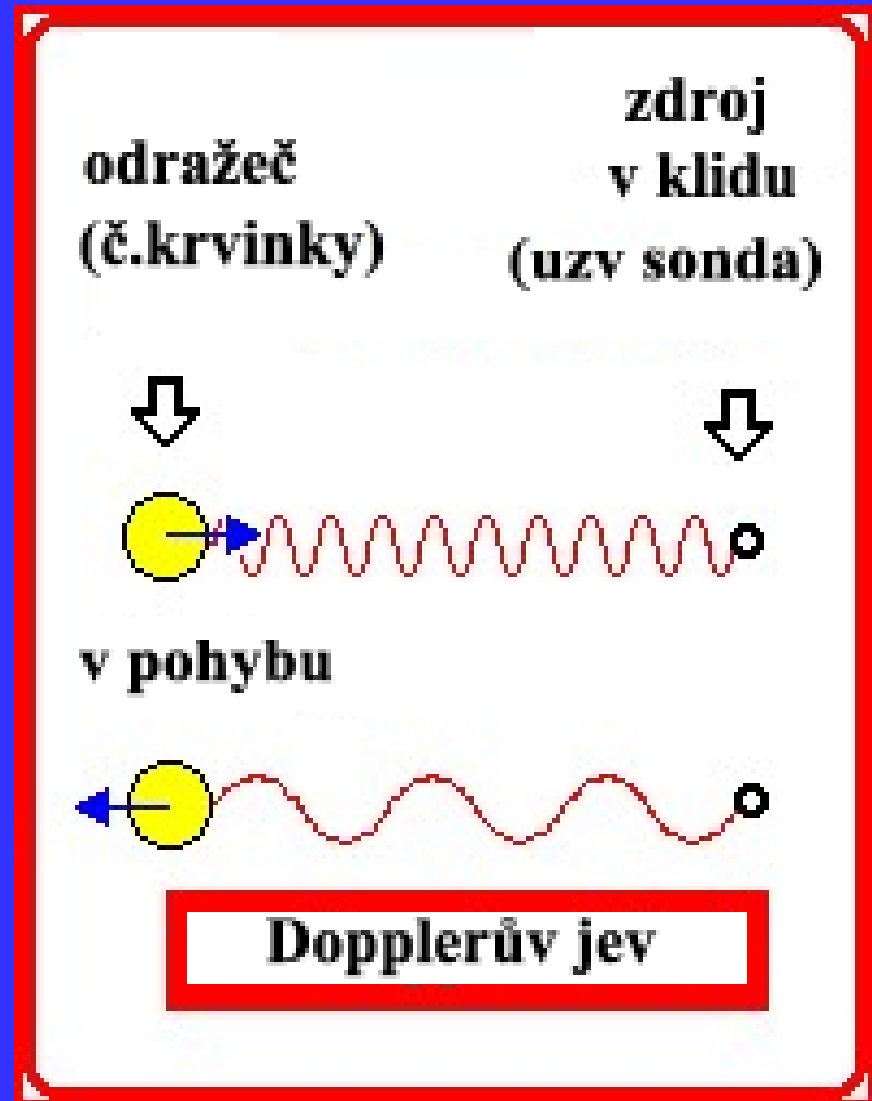
vnímaná frekvence je nižší



DOPPLEROVSKÉ DIAGNOSTICKÉ METODY

Využití Dopplerova jevu
při měření rychlosti toku
krve

pohybující se reflektor =
červené krvinky



DOPPLEROVSKÉ DIAGNOSTICKÉ METODY

MĚŘIČE RYCHLOSTI TOKU KRVE

založeny na odlišném kmitočtu sondou vyslaného vlnění a vlnění odraženého od pohybujících se krvinek,

Kmitočet odraženého vlnění je vzhledem k vysílanému vlnění

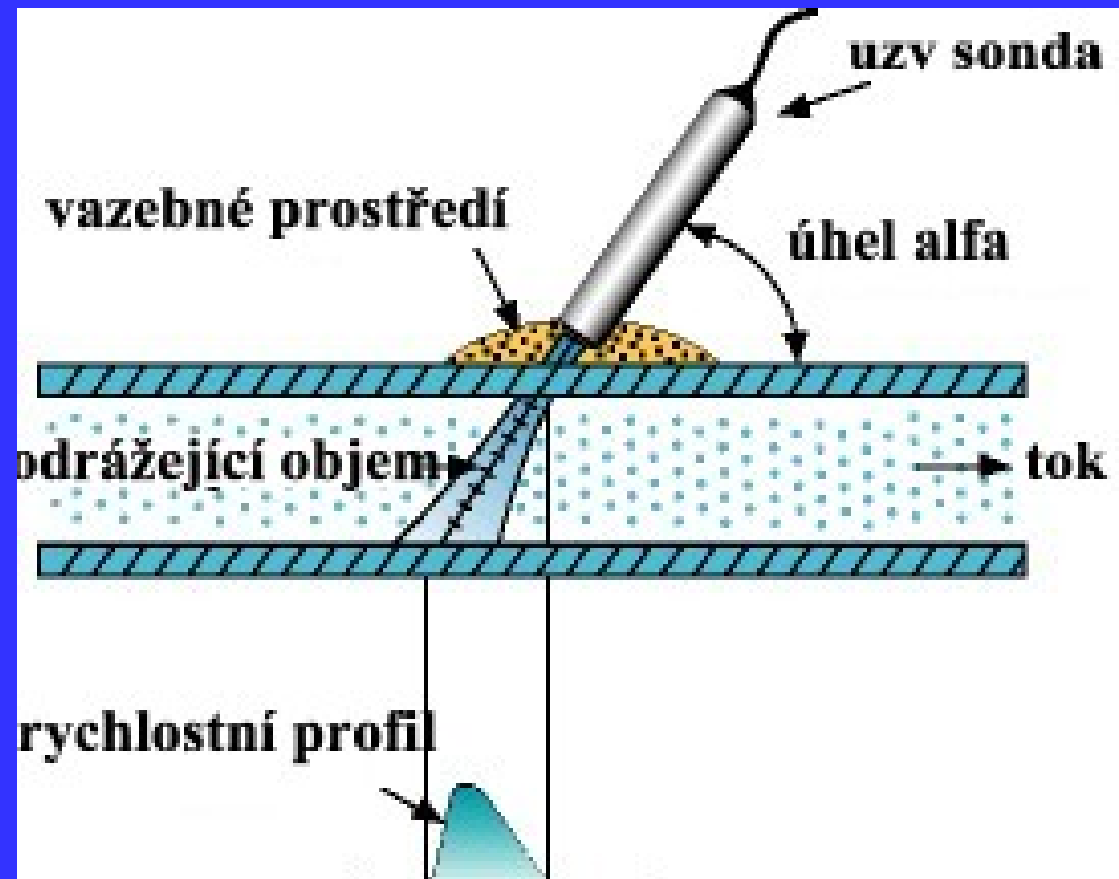
při dopředném proudění krve (směrem k sondě) vyšší

při zpětném proudění krve (směrem od sondy) nižší

Rozdíl mezi kmitočtem vysílaného a přijímaného (odraženého) uzv vlnění je úměrný rychlosti toku krve

DOPPLEROVSKÉ DIAGNOSTICKÉ METODY

Princip měření rychlosti toku krve



DOPPLEROVSKÉ DIAGNOSTICKÉ METODY

- 1) Výpočet dopplerovského frekvenčního posunu f_d
- 2) Výpočet rychlosti pohybu odražečů (č. krvinek) v

$$1) f_d = \frac{2 f_v \cdot v \cdot \cos \alpha}{c}$$

$$2) v = \frac{f_d \cdot c}{2 f_v \cdot \cos \alpha}$$

f_v - frekvence vysílaného vlnění

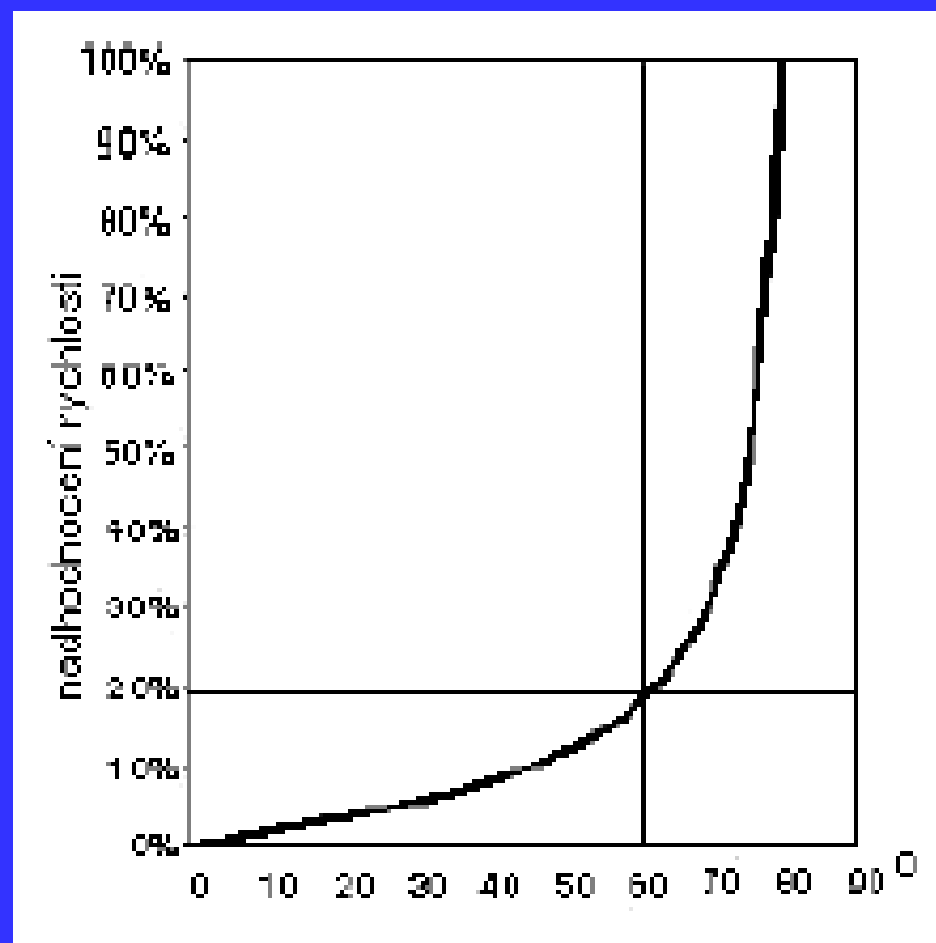
α - úhel mezi osou vysílaného vlnění a vektorem rychlosti odražeče

c - rychlost šíření vlnění ve vyšetřovaném prostředí (1540m/s)

DOPPLEROVSKÉ DIAGNOSTICKÉ METODY

Závislost nadhodnocení rychlosti na velikosti
incidenčního úhlu α

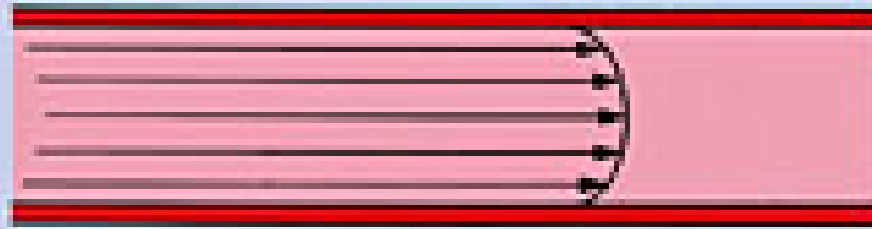
α - úhel mezi osou
vysílaného vlnění a
vektorem rychlosti
odražeče



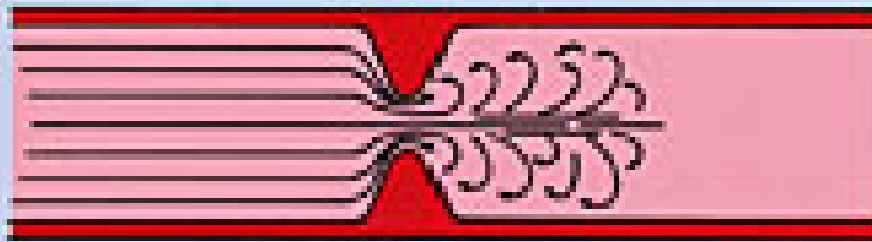
DOPPLEROVSKÉ DIAGNOSTICKÉ SYSTÉMY

CHARAKTER PROUDĚNÍ krve v cévách s normálním nebo patologicky zúženým lumenem

laminární tok



turbulentní tok



DOPPLEROVSKÉ DIAGNOSTICKÉ SYSTÉMY

- 1) systemy se souvislým neboli kontinuálním vlněním (CW – continual wave), tj. s nemodulovanou nosnou vlnou

měření především v povrchových cévách a bez hloubkového rozlišení

mohou měřit i vysoké rychlosti toku krve

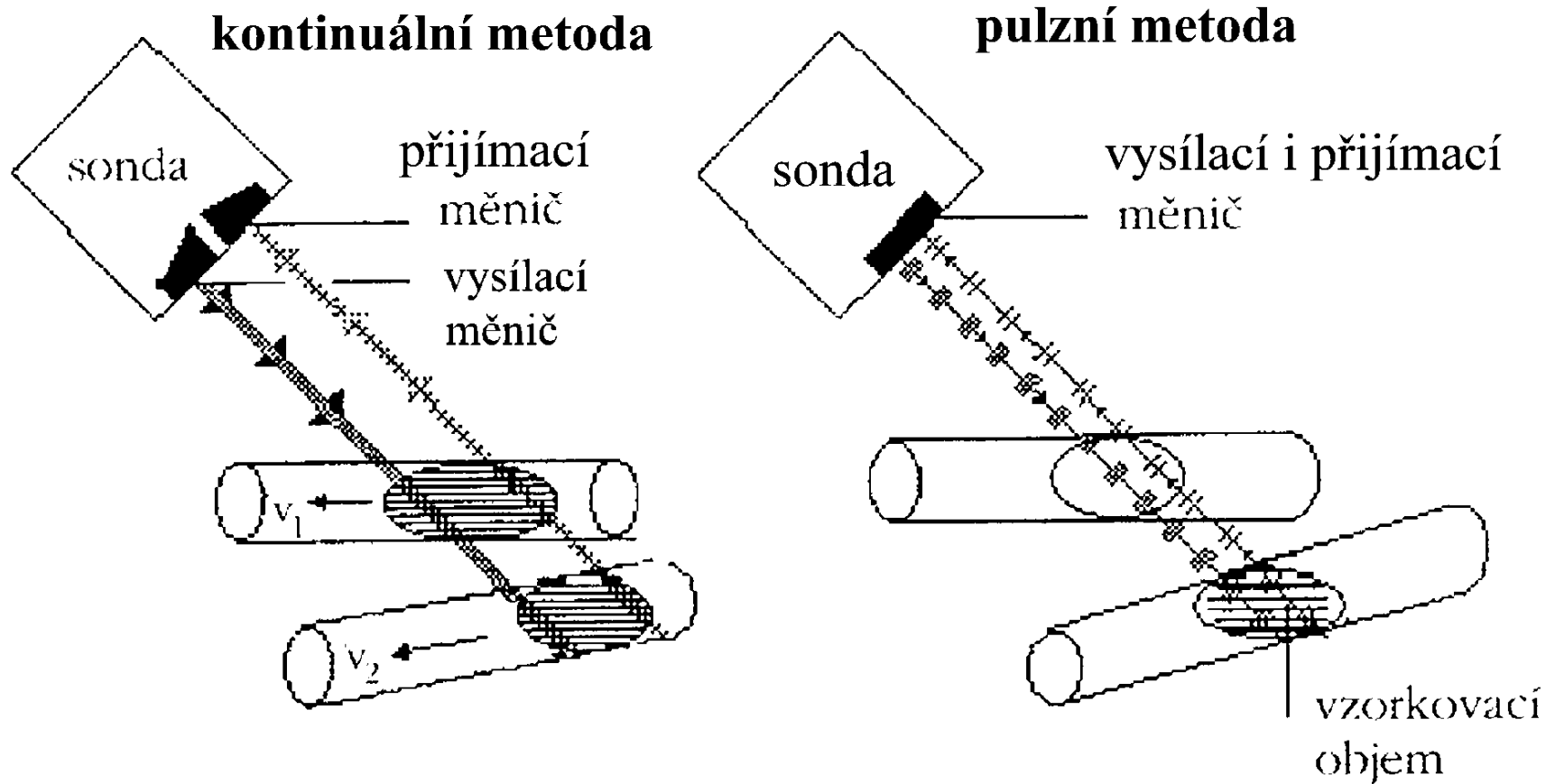
- 2) systemy s přerušovaným neboli impulzním vlněním (PW – pulsed wave), tj. s modulovanou nosnou vlnou

Ize měřit krevní toky s přesnou hloubkovou lokalizací

měření vysokých rychlostí toků krve v hloubce je limitováno

DOPPLEROVSKÉ DIAGNOSTICKÉ METODY

Srovnání kontinuální a pulzní dopplerovské metody



DOPPLEROVSKÉ DIAGNOSTICKÉ SYSTÉMY

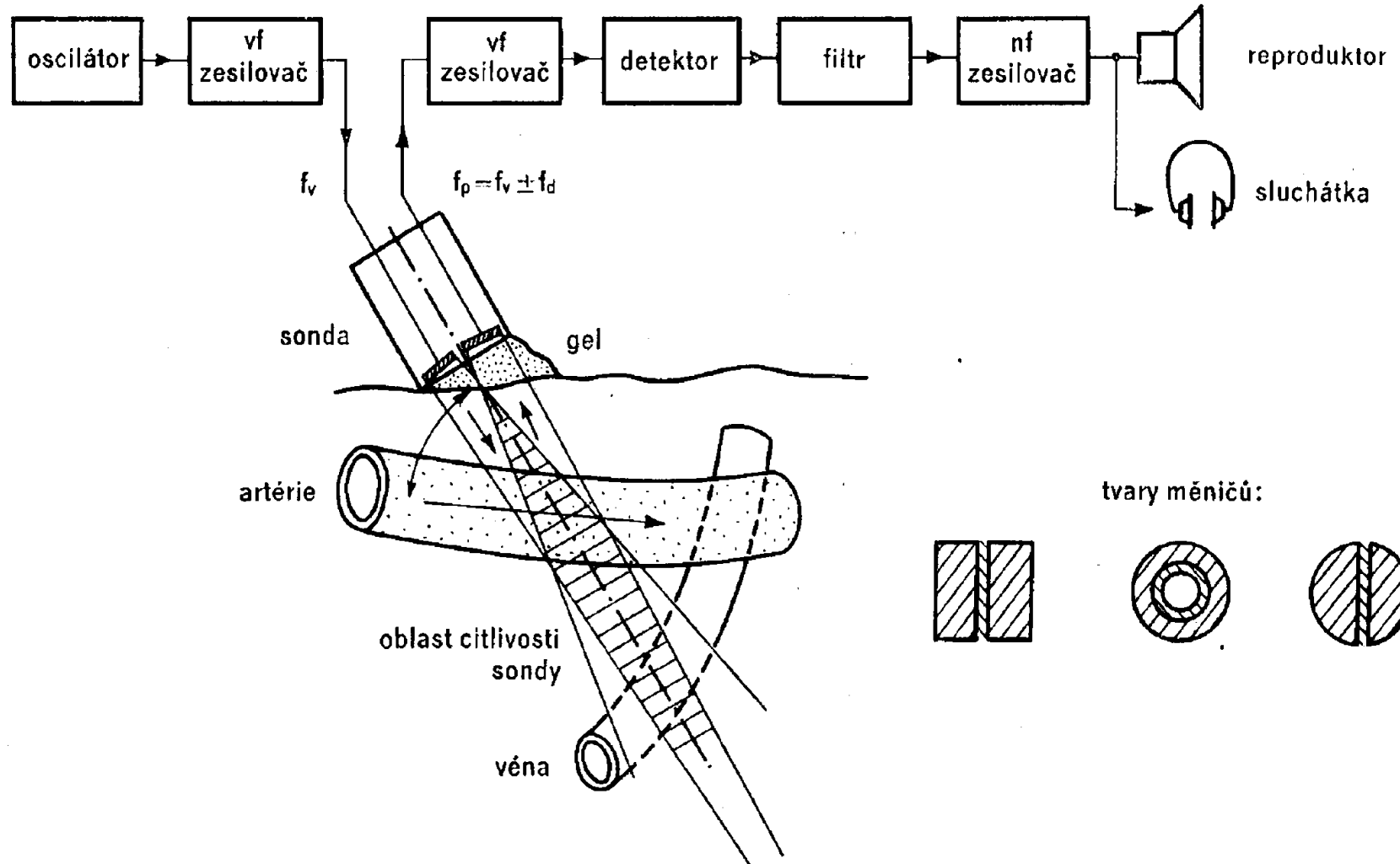
SYSTÉMY S KONTINUÁLNÍM VLNĚNÍM

Sonda se dvěma měniči – vysílač a přijímač (náklon měničů – nutnost překrývání ultrazvukových svazků

- 1) Nesměrové systémy - udávají jen průměrnou rychlost toku krve bez směrového rozlišení (detektory krevního toku – např. fetální detektory)
- 2) Směrové systémy - vyhodnocují dopředné i zpětné toky – k sondě tok dopředný, od sondy tok zpětný (měřiče rychlosti toku krve)

DOPPLEROVSKÉ DIAGNOSTICKÉ SYSTÉMY

Princip kontinuálního dopplerovského systému



DOPPLEROVSKÉ DIAGNOSTICKÉ SYSTÉMY

IMPULZNÍ SYSTÉMY

Sonda s jedním měničem - střídavě ve funkci vysílače i přijímače

Měření rychlosti a směru krevního toku v cévě se vyhodnocuje z tzv. vzorkovacího objemu s nastavitelnou velikostí a hloubkou (nastavení prostřednictvím dynamického B zobrazení)

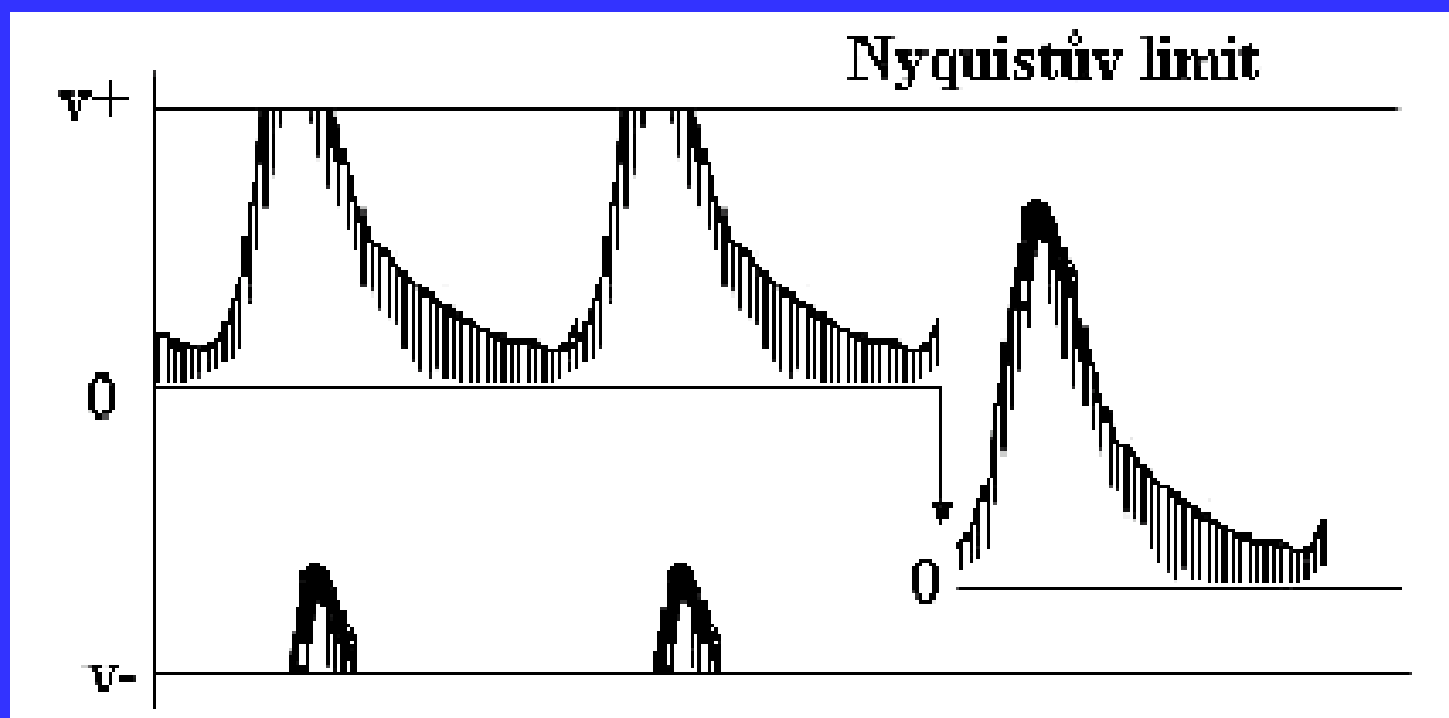
délka impulzů určuje velikost vzorkovacího objemu (tento objem má zahrnovat celý průměr vyšetřované cévy)

DOPPLEROVSKÉ DIAGNOSTICKÉ SYSTÉMY

IMPULZNÍ SYSTÉMY

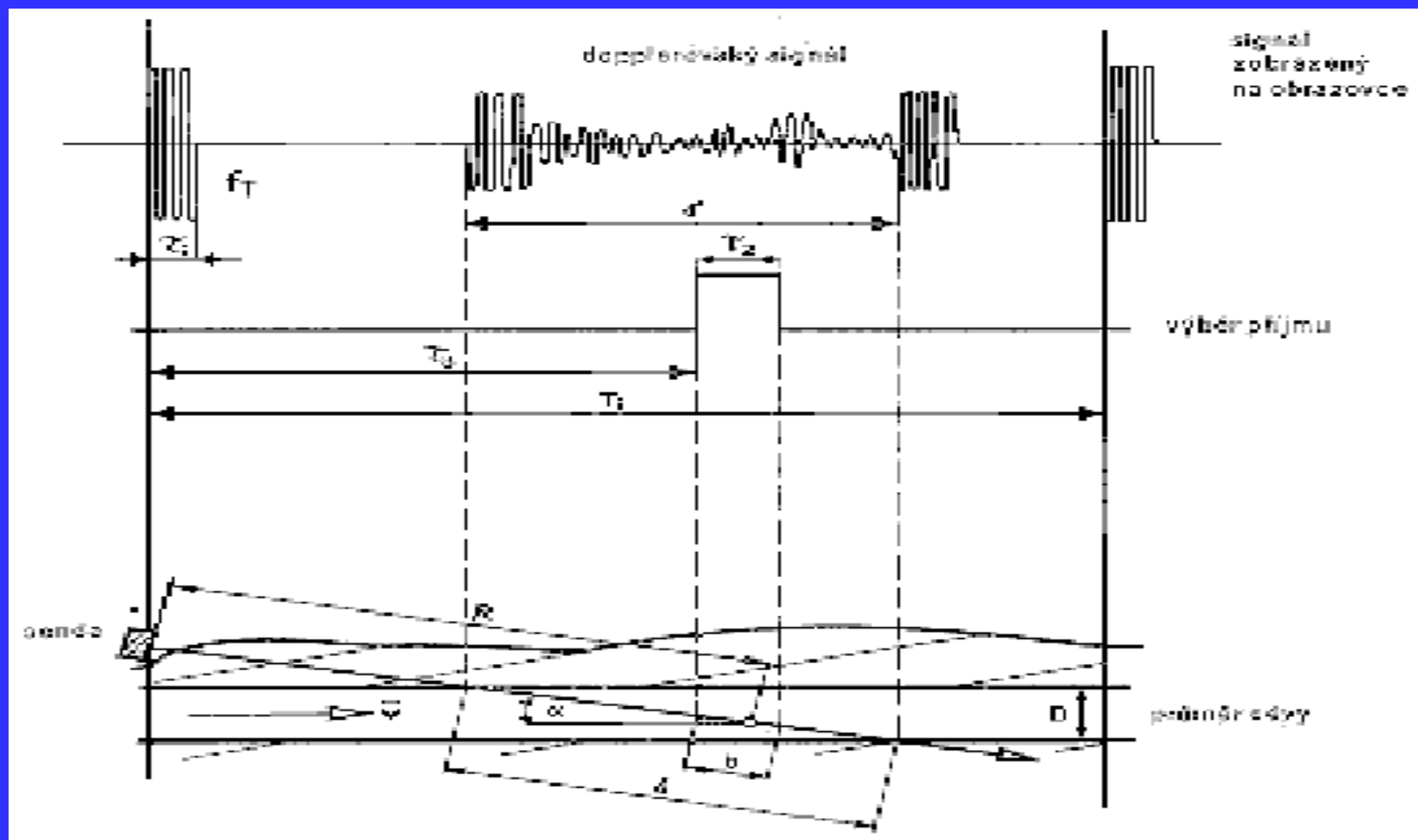
Aliasing – při vysoké opakovací frekvenci impulsů se horní část spektrální křivky zobrazí v záporné oblasti

- při rychlostech nad 4m/s nelze aliasing odstranit



DOPPLEROVSKÉ DIAGNOSTICKÉ SYSTÉMY

Princip impulzního dopplerovského systému



KOMBINOVANÉ ULTRAZVUKOVÉ METODY

DUPLEXNÍ METODA

kombinace dynamického B-zobrazení (zobrazuje *morfologii* vyšetřované oblasti s cévami)

a impulzního dopplerovského systému (měření *rychlostního spektra* toku krve)

umožňují cílené vyšetřování krevního toku v srdci nebo hluboko uložených cévách

(rychlost toku, charakter toku)