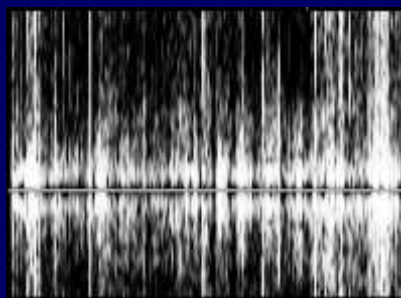
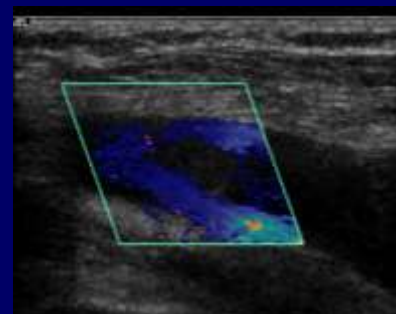


Nejčastější artefakty při dopplerovském zobrazování

Jak je řešit a jak jim předcházet

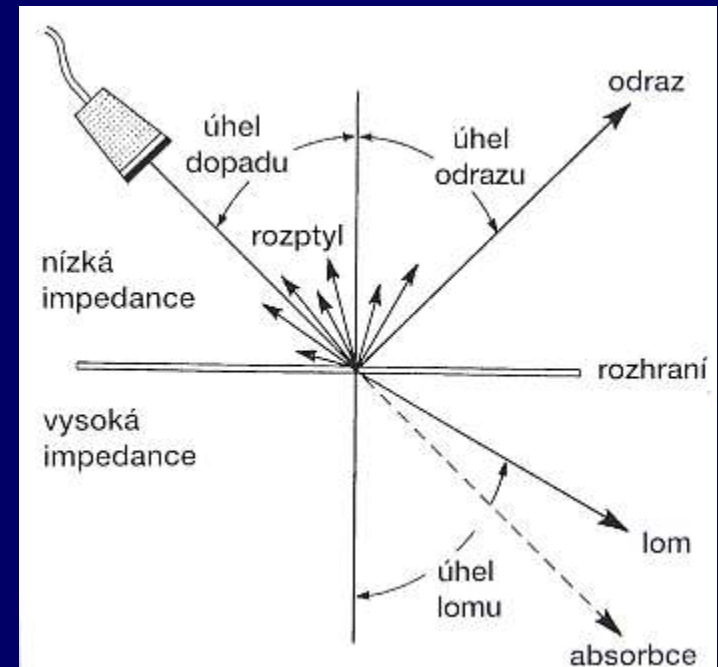
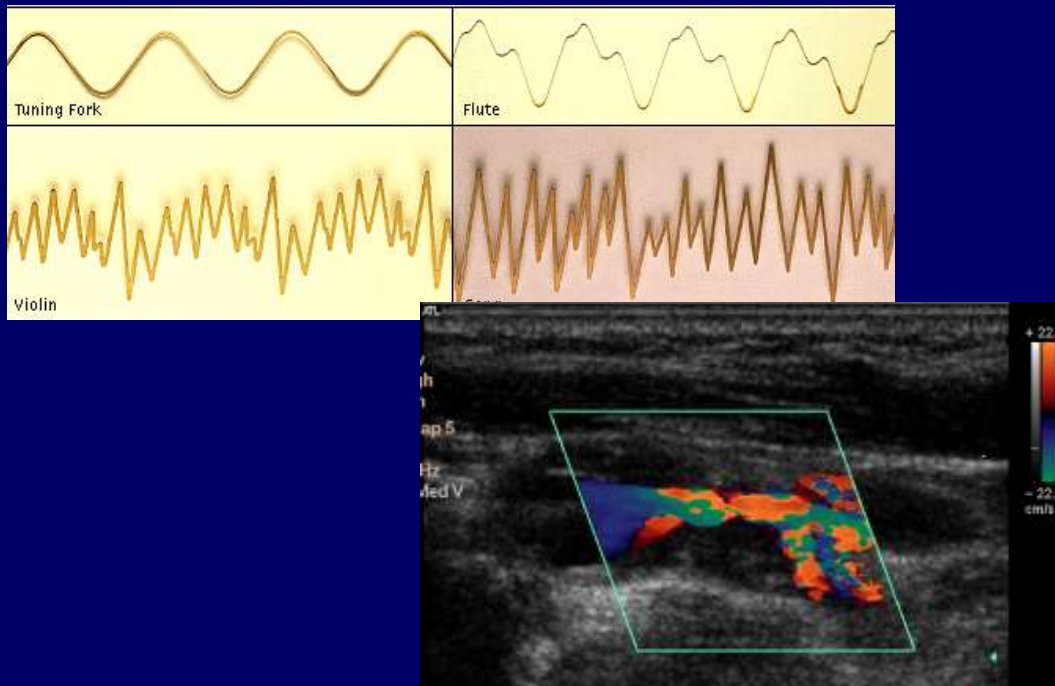


Marek Mechl



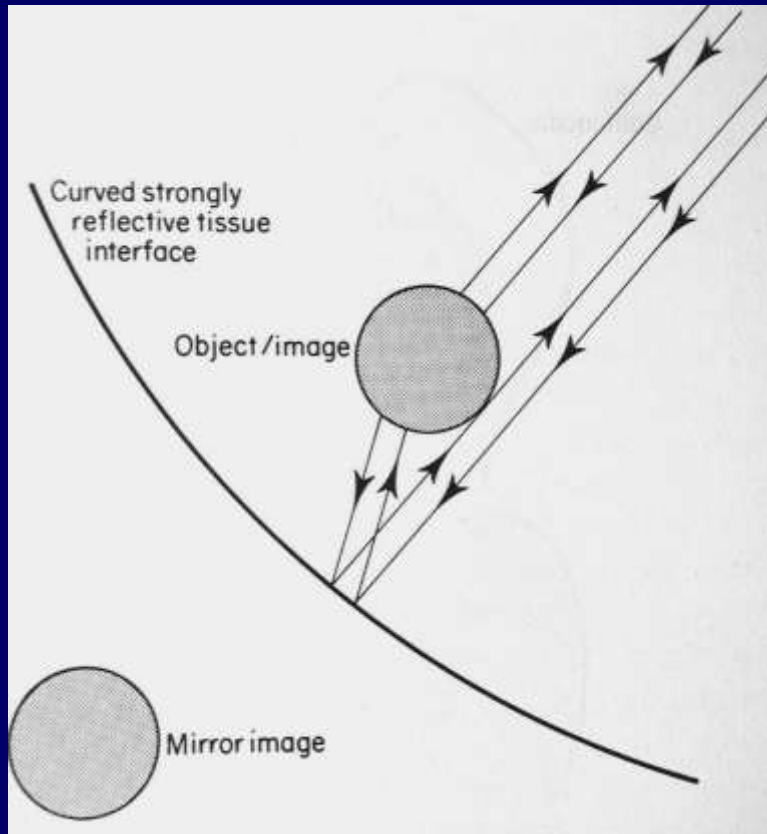
Fyzikální zákony platné pro všechny druhy vlnění :

- odráží se na rozhraních dvou prostředí s různou hustotou
- rozptyluje se na rozhraní struktur, které jsou menší, než jeho vlnová délka
- ohýbá se (lomí), pokud nedopadá na rozhraní kolmo
- pohlcuje se (absorbuje), tj. ztrácí svou energii při průchodu hmotou. UZ takto mění svou energii na teplo.

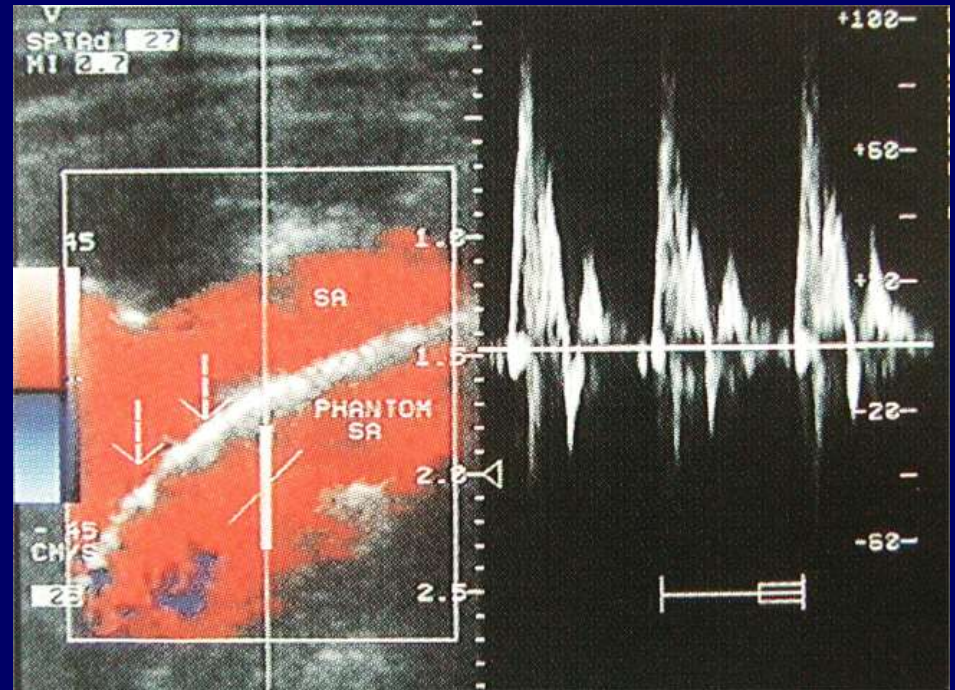


Mirroring Zrcadlení

Způsobené blízkostí odrazivého rozhraní. UZ paprsek tak dosáhne objektu dvěma cestami a zobrazí dva objekty.



Artefakty v B modu

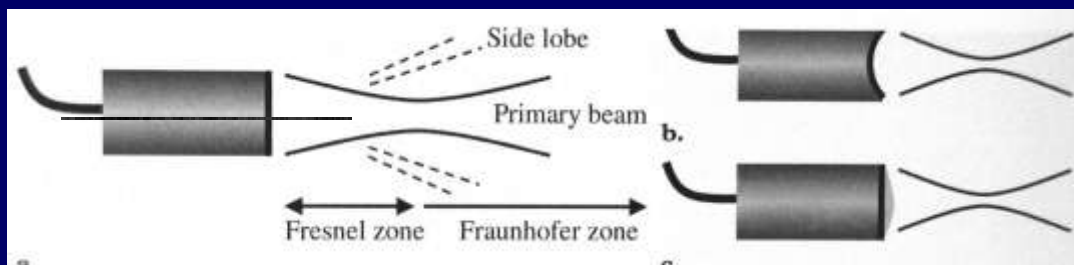


Side lobe artefact

Artefakt postranních paprsků

Artefakty v B modu

Způsobené postranními UZ paprsky, které jsou sice slabší, ale mohou se od výrazně odrazivého rozhraní vrátit zpět a zobrazit jej přímo v ose obrazu.



Dopplerovská ultrasonografie

Christian Andreas Doppler

Ueber das Farbige Licht der Doppelsterne, 1842, Praha

$$\Delta f = \frac{2 f_0 v \cos \alpha}{c}$$

f_0 = frekvence sondy

α = úhel insonace

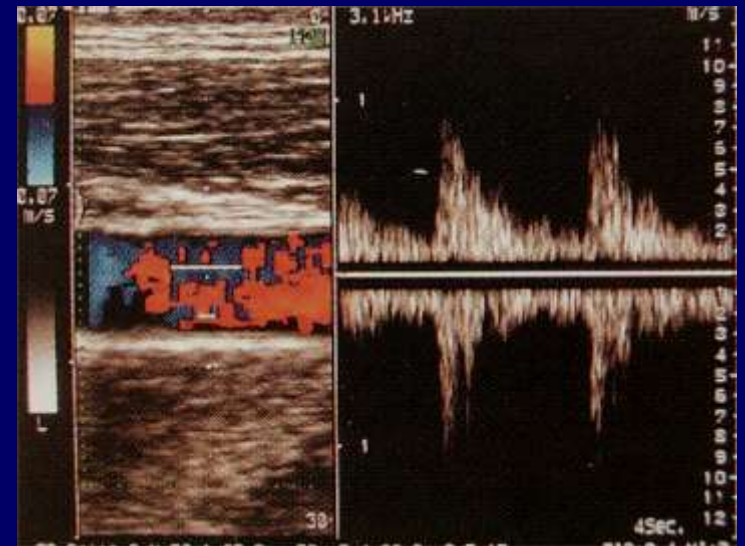
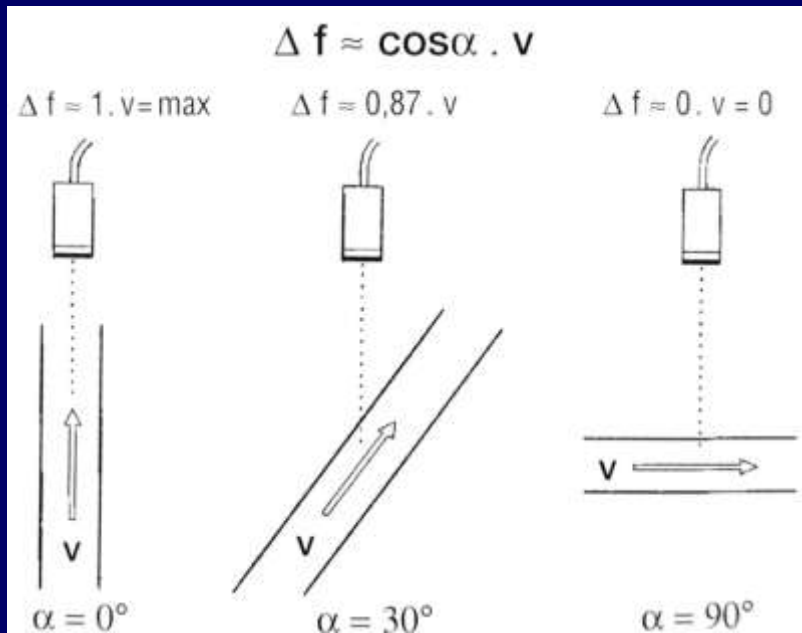
v = rychlost toku

c = rychlost šíření UZ

1. Pulzní dopplerovský záznam
2. Barevný záznam

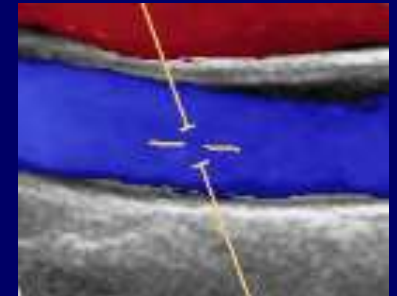
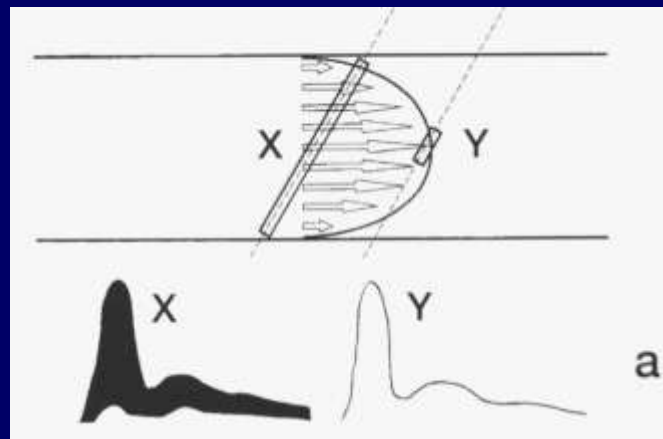
- a) *umístění a velikost vzorkovacího objemu*
- b) *aliasing*
- c) *gain, wall filter*
- d) *Color priority, persistence*

Pulsní dopplerovské systémy



Úhel nad 60° je již špatný.
Steering - manuálně, elektronicky

Vzorkovací objem



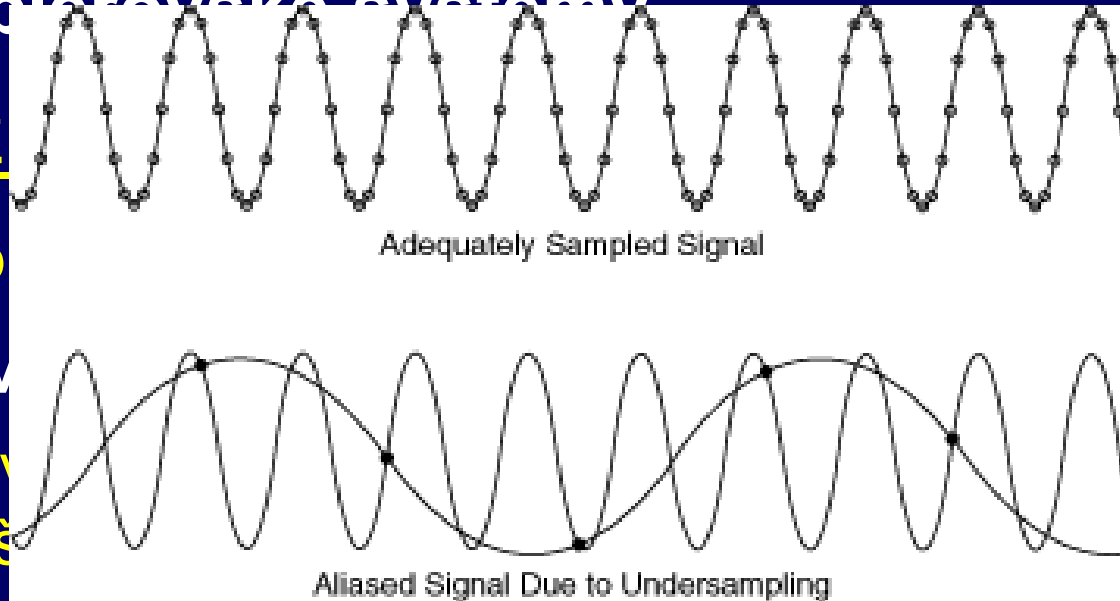
Pulsní dopplerové systémy

PRF - pulz

Počet UZ imp

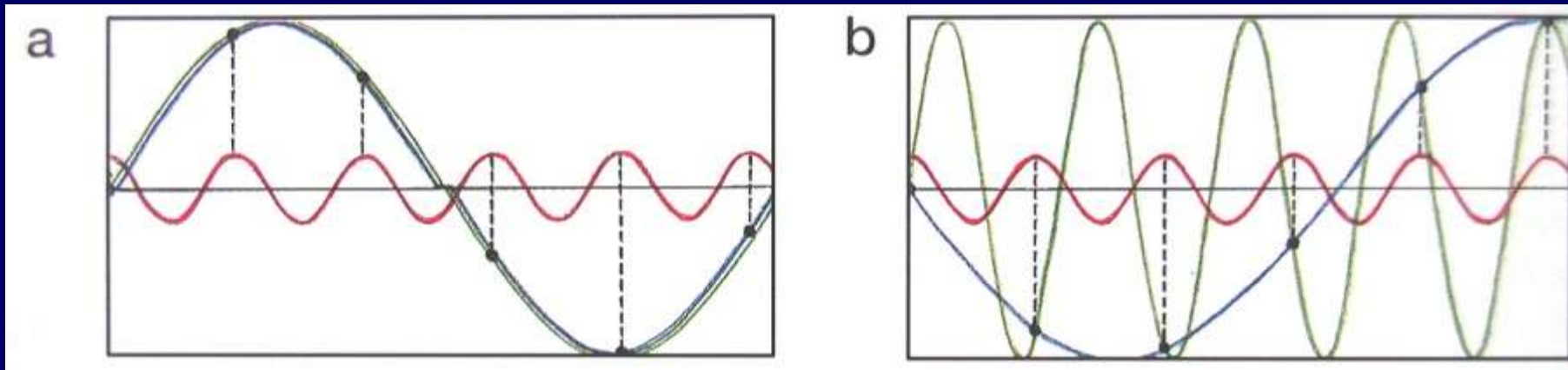
Shannonův v

vzorkov
nejvyšš



e.

násobkem

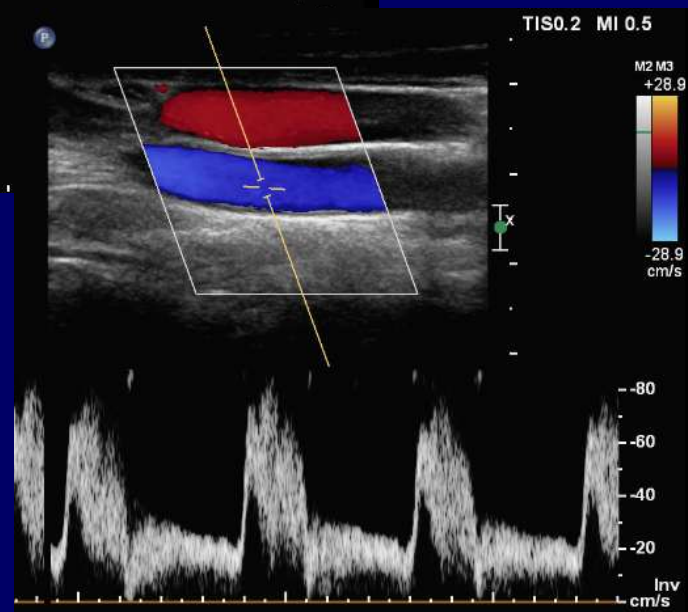
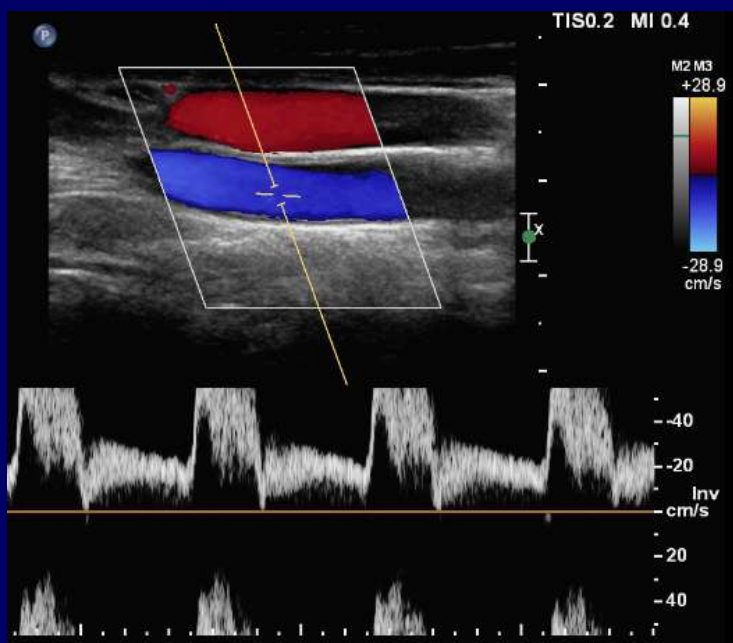


Mezní hodnota = **Nyquistův limit**

Při jeho překročení dojde k aliasingu = **podvzorkování**

Nyquistův limit - závisí na - frekvenci sondy
- úhlu cévy k UZ svazku
- vzdálenosti od cévy

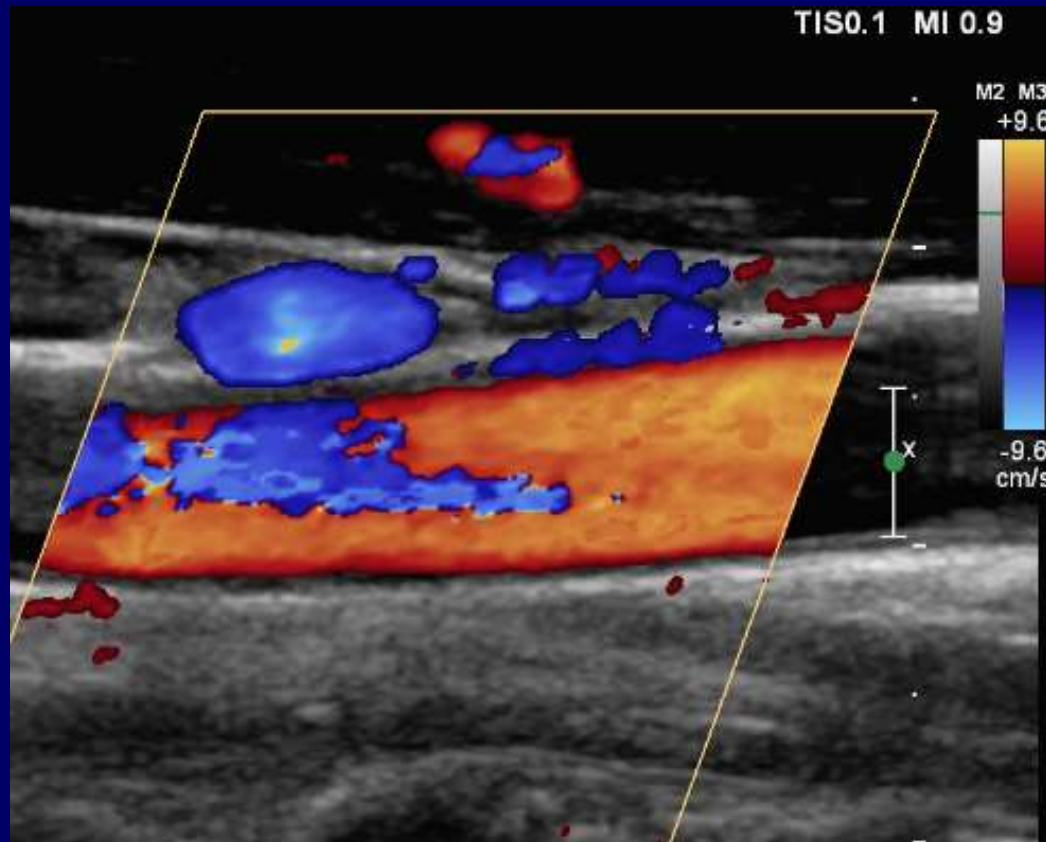
Platí pro spektrální i barevné zobrazení.



Znalost obvyklých maximálních rychlostí.
Přednastavení.

Aliasing

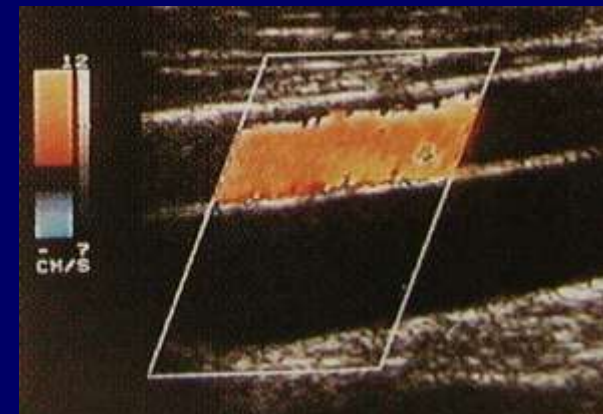
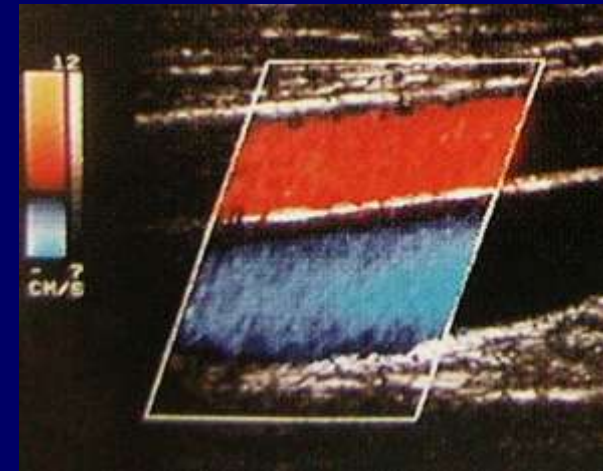
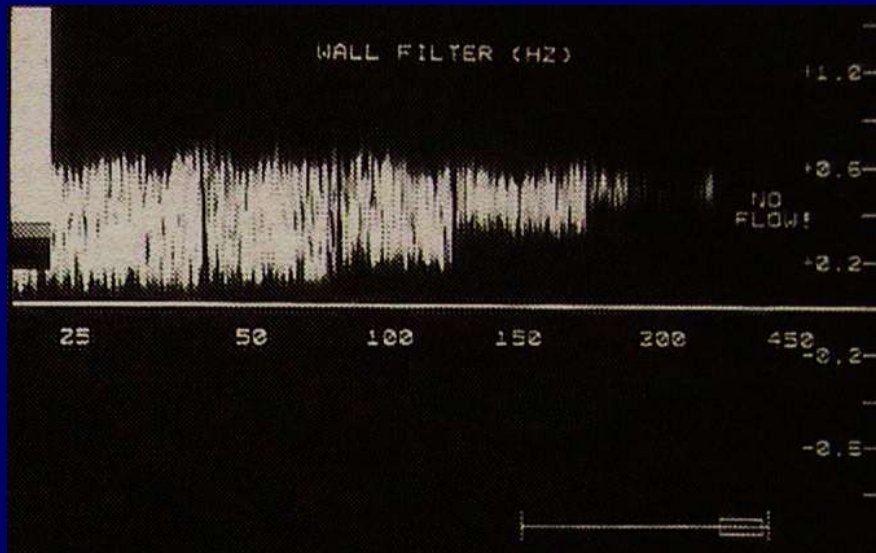
Platí pro spektrální i barevné zobrazení.



Pulsní dopplerovské systémy

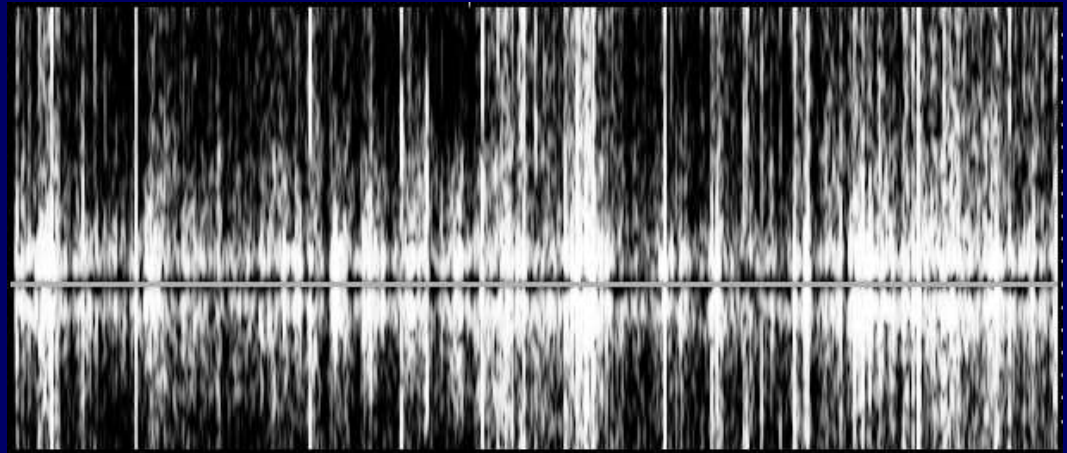
Filtr (*wall filter*)

- odstranění pomalých toků - pohyby cévy, okolních tkání
- pozor na nastavení !
- pro spektrální i barevný záznam



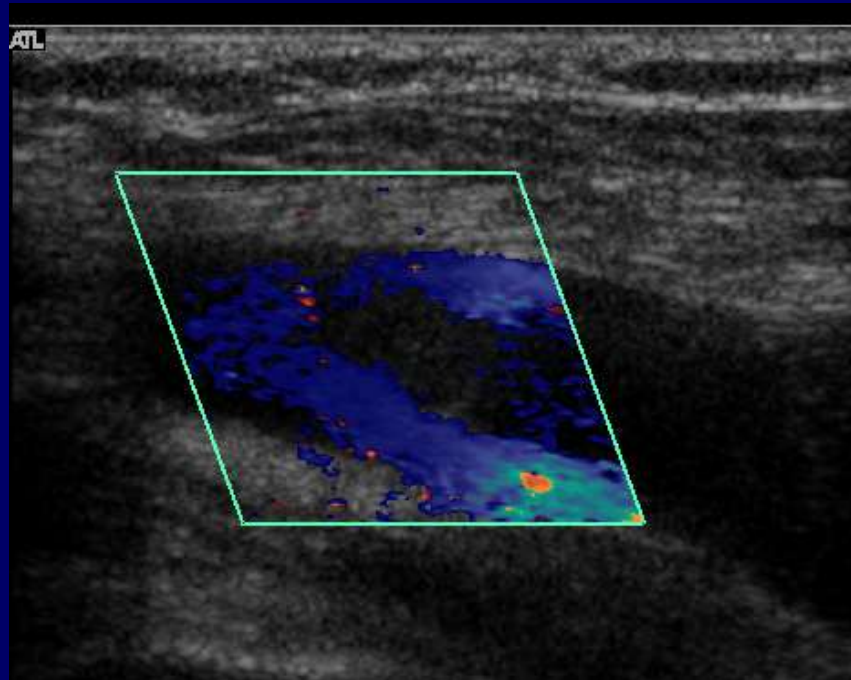
Příjmové zesílení (*doppler gain*)

- postupně zvyšovat od nižší hodnot
- real time
- color - power
- spectral



Barevné dopplerovské mapování průtoku

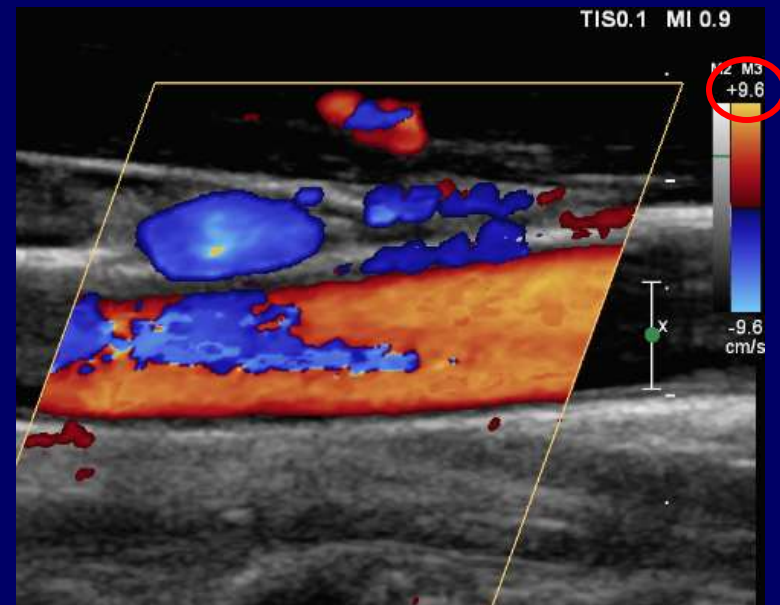
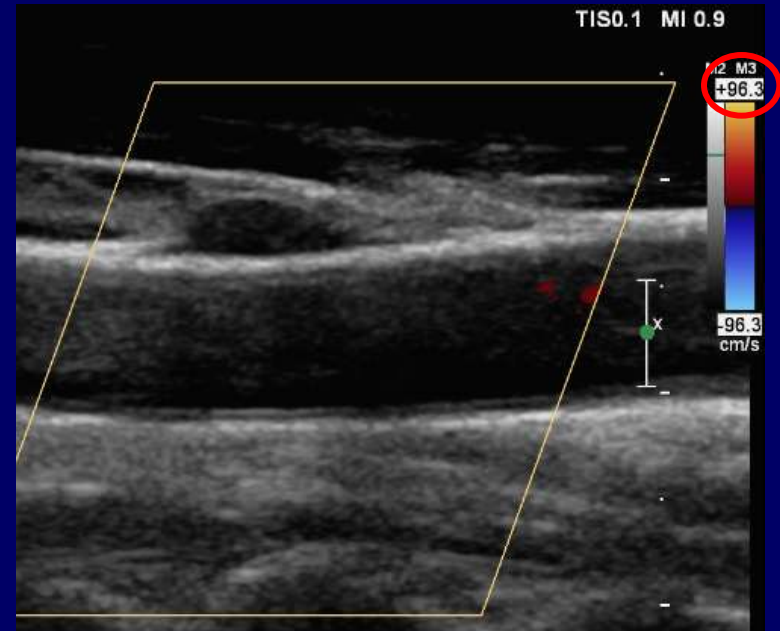
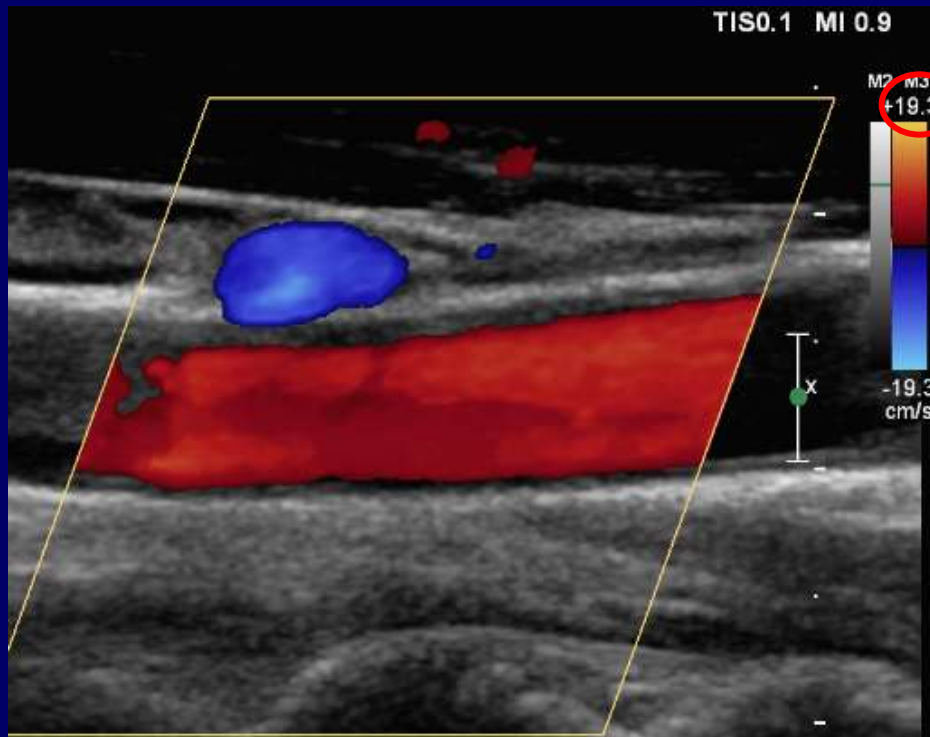
- kombinace B modu a pulzního dopplera
- opakované měření vzorků (min. 3x)
- **neumožňuje** přesnou kvantifikaci rychlostí !!!
- triplexní mod
- usnadňuje orientaci
- zobrazí průtok i v malých cévách (prokrvení) tam, kde již nelze použít spektrální křivku



Barevné dopplerovské mapování průtoku

Rozsah barevné škály

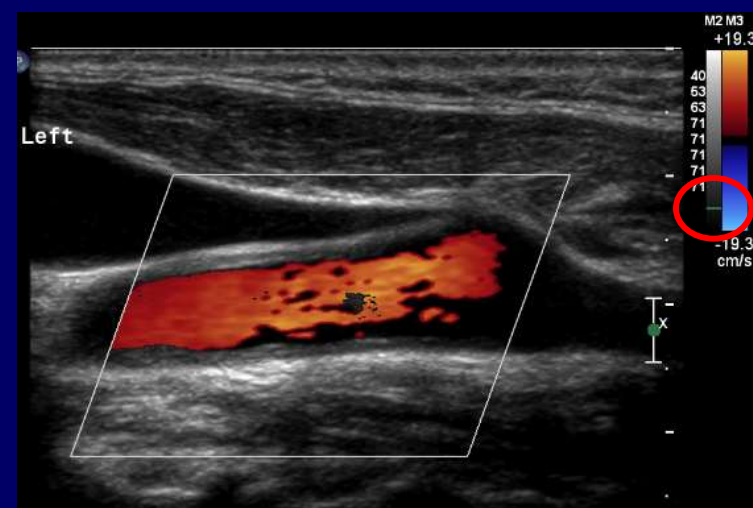
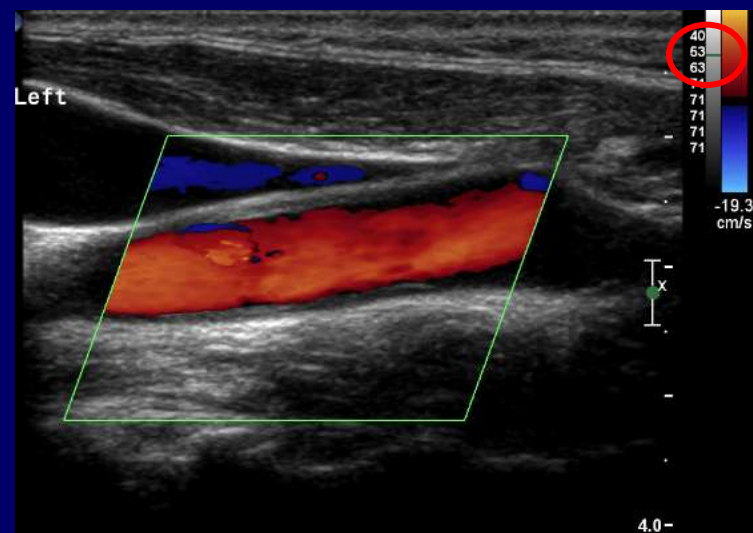
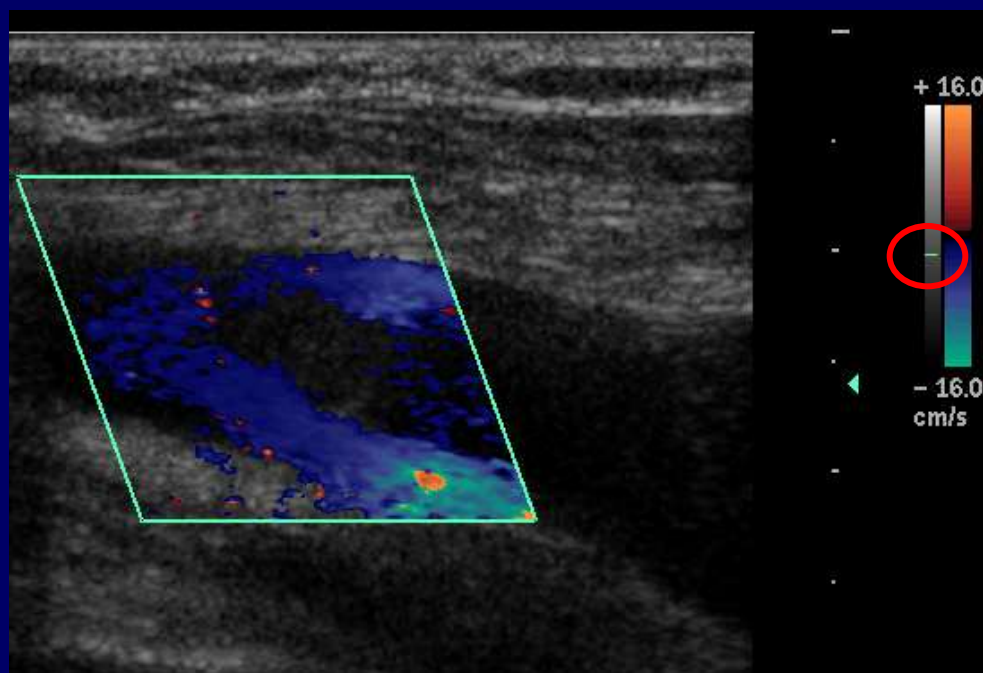
Color scale



Barevné dopplerovské mapování průtoku

Priorita barevného záznamu

- jednoduchý posuvník u škály barev

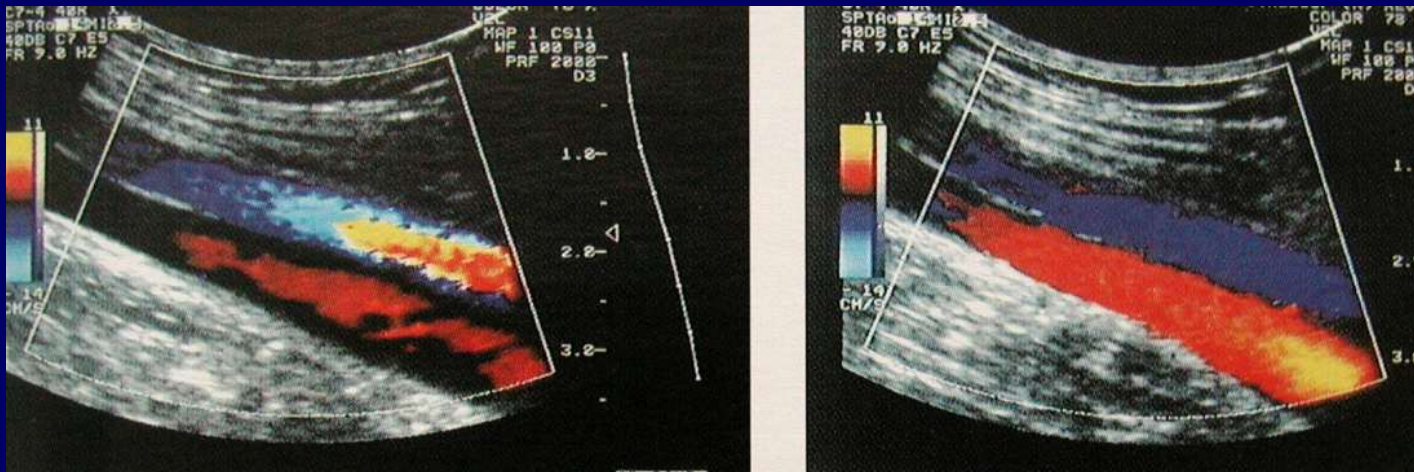


Citlivost barevného záznamu (*color sensitivity*)

- počet UZ pulsů podél jedné linie (minimum je 3)
- čím vyšší počet, tím nižší frame rate !

Perzistence barevného záznamu

- ovlivnění „průměrování“ barevné informace z více obrazů
- lepší barva, ale bez variací

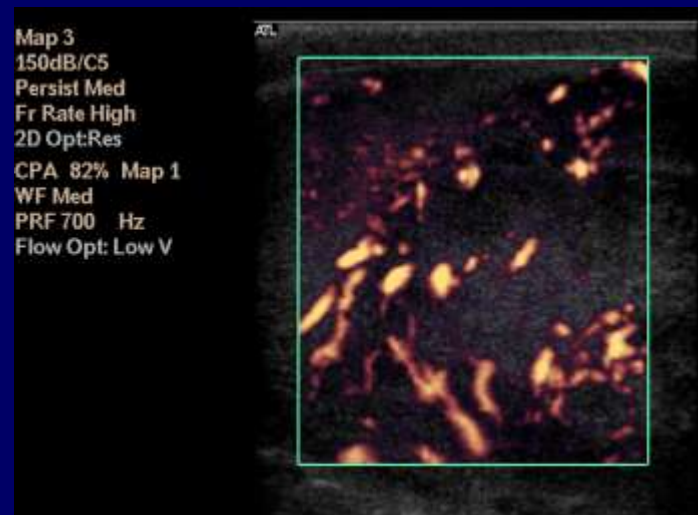


Barevné zobrazení dopplerovské energie

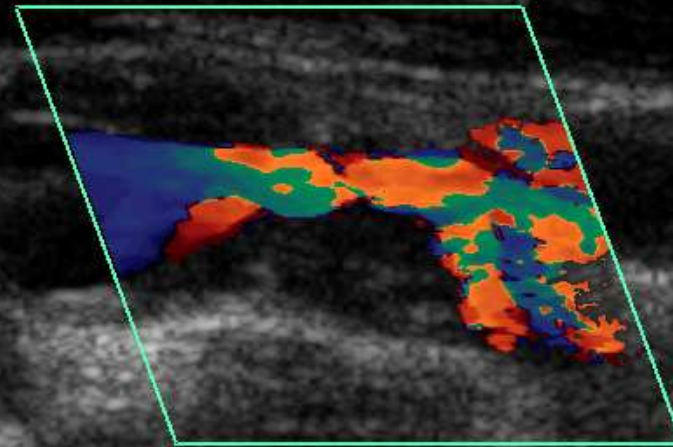
Color Doppler Energy

Color Power Angio ...

- od 1993
- určení amplitudy tj. energie dopp.signálu (*množství krvinek*)
- neurčí směr toku ani rychlost
- vysoká citlivost k artefaktům
- umožní zobrazit větší dynamický rozsah energie = i pomalé rychlosti
- úplná nezávislost na dopp.úhlu ! (*s výjimkou 90°*)

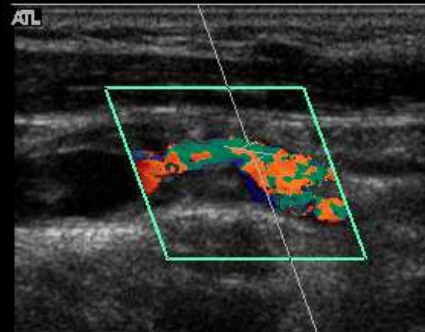


Map 2
150dB/C3
Persist Low
Fr Rate High
2D Opt:Gen
Col 69% Map 5
WF Low
PRF 3500 Hz
Flow Opt: Med V



+ 22.4
- 22.4
cm/s

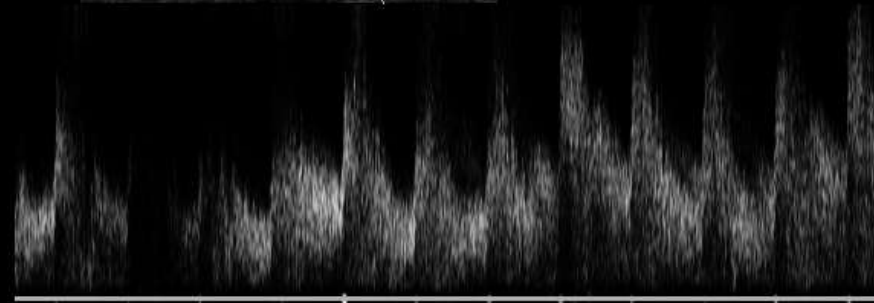
Col 69% Map 5
WF Low
PRF 3500 Hz
Flow Opt: Med V



+ 22.4
- 22.4
cm/s

SV Angle -60°
Dep 1.4 cm
Size 1.5 mm
Freq 6.0 MHz
WF Low
Dop 58% Map 3
PRF 11905Hz

-200
-160
-120
-80
-40
cm/s
40



-200
-160
-120
-80
-40
cm/s
40

Co si (odnést domů) zapamatovat

Barevný záznam

- slouží jen k základní orientaci
- vyžaduje přesné nastavení

Pulzní dopplerovský záznam

- umístění a velikost vzorkovacího objemu
- insonační úhel !
- aliasing není žádná věda

Christian Andreas Doppler

Rakouský fyzik a matematik
29.11.1803 – 17.3. 1853

1842 *Ueber das farbige Licht der Doppelsterne
und einiger anderer Gestirne des Himmels*
(O barevném světle dvojhvězd a některých dalších hvězd)

