

Základní principy ultrazvuku a ovládání UZ přístroje



MILAN JELÍNEK
ARK, FN U SVATÉ ANNY
IVO KŘIKAVA
KARIM, FN BRNO
2013

Zdroje



- www.usra.ca
- *www.neuraxiom.com*
- **ÚVOD DO ULTRASONOGRAFIE V OTÁZKÁCH A ODPOVĚDÍCH- Prof. MUDr. Ivo Hrazdira**
- **Periferní nervové blokády pro klinickou praxi včetně ultrazvukového navádění**
Daniel Nalos, Dušan Mach a kolektiv

Fyzikální principy ultrazvuku



- Ultrazvuk je mechanické vlnění o frekvenci vyšší než je horní frekvenční mez slyšitelnosti lidského ucha., tj vyšší než 20 kHz. Pro diagnostické účely se však používá vysokých frekvencí v řádech MHz.
- Nositelem mechanického vlnění jsou částice prostředí, není spojeno s přenosem hmoty, její částice pouze kmitají kolem rovnovážné polohy, přenáší však energii.
- Ultrazvukové kmity se pružným prostředím šíří formou vlnění, v měkkých tkáních a tekutinách lidského těla formou vlnění podélného. Jen v kostech se ultrazvuk šíří též formou vlnění příčného

Fyzikální principy ultrazvuku



Ultrazvukové vlnění se během svého šíření **odráží, láme, rozptyluje a absorbuje.**

- Diagnostická informace je získána zachycením, zpracováním a zobrazením ultrazvukových signálů, odražených od tkáňových rozhraní.

Každé prostředí (tkáň) je charakterizováno několika parametry.

- **rychlost šíření** (dáno hustotou částic – kost > ... > plyny, měkké tkáně v průměru 1,540 m/sec)
- **akustická impedance**
- **útlum**

Materiál



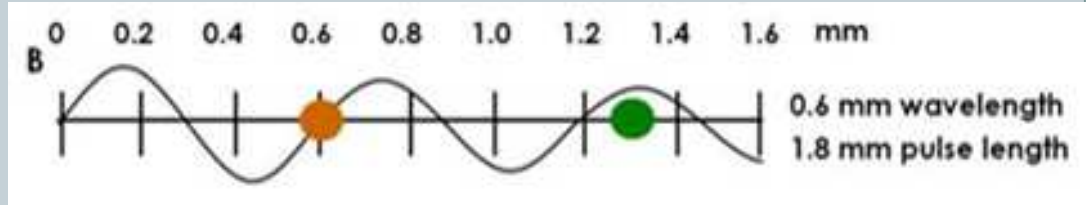
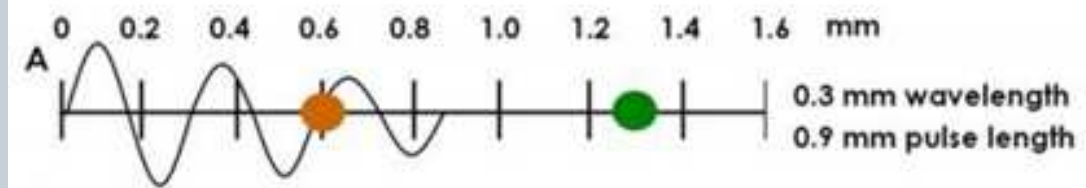
- plyn, tekutina, pevná látka
- rychlost šíření zvuku nezávisí na frekvenci, ale na materiálu
- vlnová délka: $\lambda = c / f$
- rozlišovací schopnost je asi dvojnásobek vlnové délky

materiál (37 °C)	rychlost zvuku (m/s)
vzduch	353
plice	~ 600
voda	1550
krev	~ 1560
sval	~ 1600
kost	~ 4080

Obrazové rozlišení



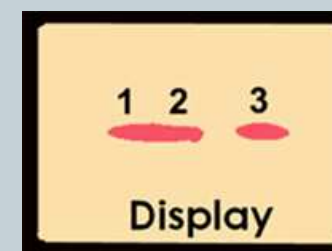
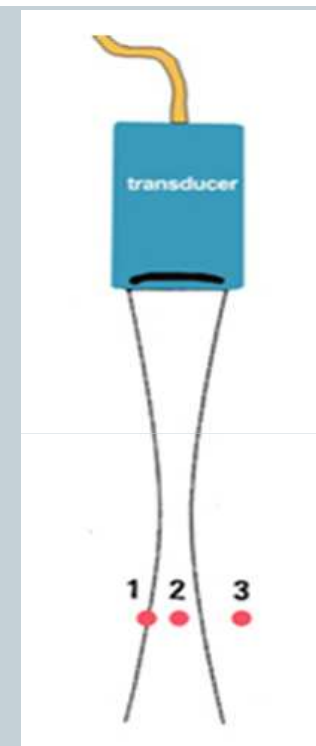
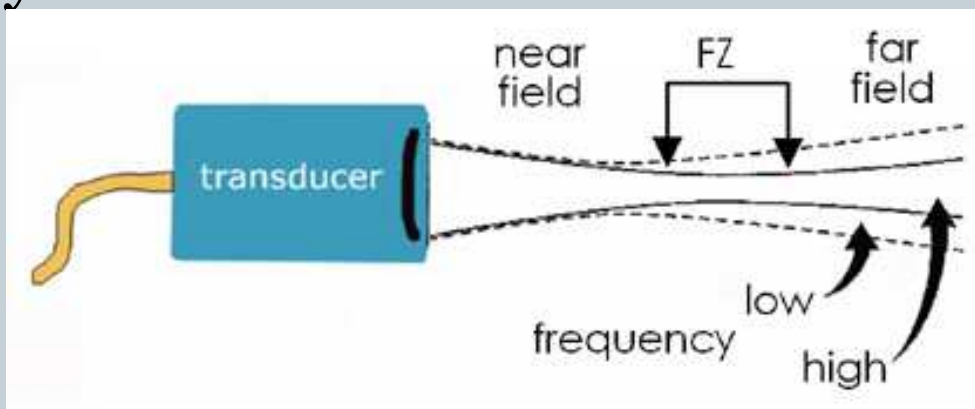
- Prostorové rozlišení určuje čistotu obrazu
- Rozlišení je schopnost UZ přístroje zobrazit 2 body ležící těsně vedle sebe jako jednotlivé
- Axiální rozlišení- určeno pulzovou délkou (t.j. vysokofrekvenční UZ s kratší vlnovou délkou mají lepší axiální rozlišení)
- A) 5MHz
- B) 2,5MHz



Obrazové rozlišení



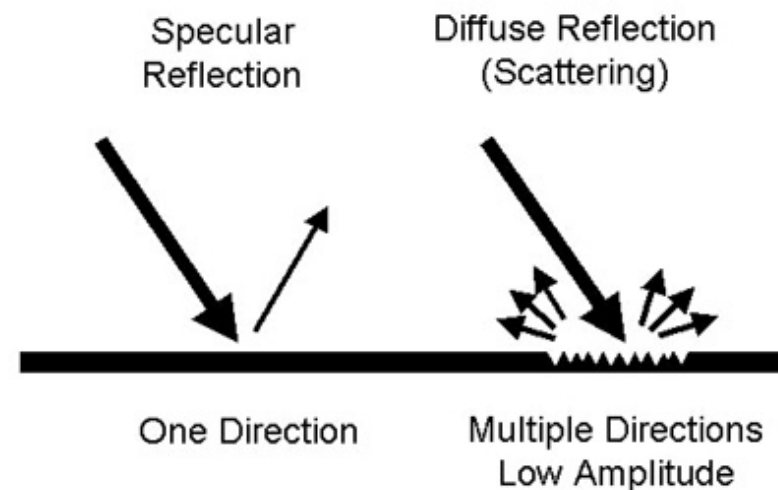
- Laterální rozlišení- dané šíří ultrazvukového svazku (inverzně dáno frekvencí)
- line density
- šíře svazku lze upravit nastavením fokální zóny



Fyzikální principy ultrazvuk- odraz a rozptyl



- Množství akustické energie odražené na akustickém rozhraní, je funkcí rozdílu akustických impedancí tkání, tvořících toto rozhraní.
- Akustická impedance (odpor kladený při šíření)-
vzduch 0.0004, plíce 0.18, tuk 1.34, játra 1.65,
krev 1.65, ledviny 1.63, svaly 1.71, kost 7.8
- Úhel dopadu
- Povrch rozhraní
- 90 vs 45 st.- zobrazení jehly



Fyzikální principy ultrazvuku- útlum



- koeficient útlumu- dB/cm při 1MHz - voda 0.002, krev 0.18, tuk 0.63, játra 0.5 - 0.94, ledviny 1.0, svaly 1.3 - 3.3, kost 5.0
- Útlum je závislý na kmitočtu ultrazvukových kmitů a hraje důležitou roli při volbě zobrazovací frekvence.
- Ve snaze kompenzovat útlum lze zesílit intenzitu navracejícího se signálu – gain (zisk)- povšechné zesílení vede k celkovému zesvětlení obrazu (včetně šumu pozadí) vs time gain compensation (TGC) – selektivně zesiluje slabší signály z hloubky

Útlum



- je výrazně závislý na frekvenci
- absorpce – přeměna vlnění na teplo
- rozptyl – v nehomogenním prostředí
- polopropustná vrstva

frekvence	100 kHz	1 MHz	10 MHz
vzduch	2,2 m	22 mm	0,2 mm
voda	4 km	40 m	0,4 m



Vznik ultrazvukového vlnění

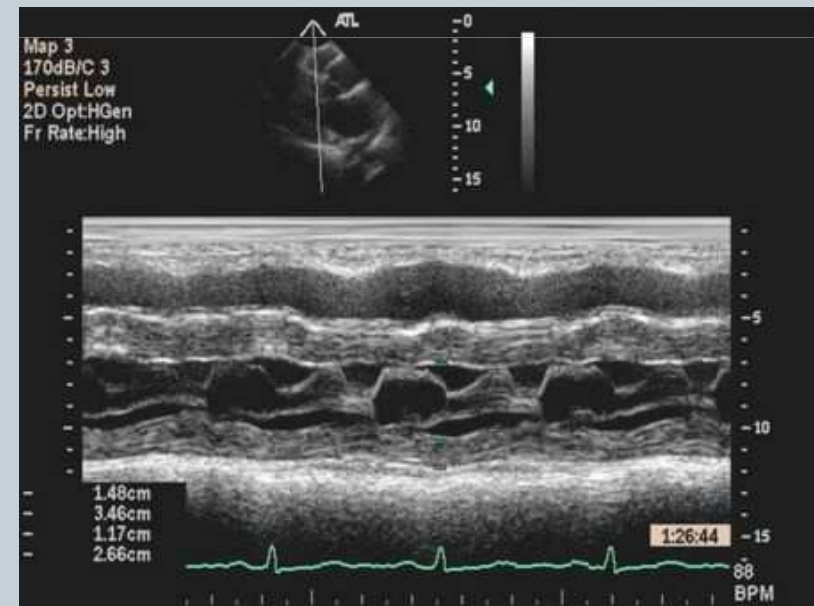


- Elektrickým buzením vyvolané mechanické chvění krystalů a jejich vibrace vede ke vzniku zvukových vln- piezoelektrický efekt
- UZ vlny jsou generovány v pulzech, každý pulz se zpravidla skládá ze 2-3 cyklů o stejné frekvenci
- Pulse Repetition Frequency (PRF)- množství pulzu emitované sondou za jednotku času, doba mezi pulzy musí být dostatečně dlouhá (dosažení cíle, návrat)
- Použití PRF 1-10 kHz. PRF = 5 kHz čas mezi pulzy 0.2 msec, 0,1 msec-15.4 cm

Typy zobrazení- A a M mode



- zobrazení **A (Amplitude)** jednorozměrné, charakterizované sledem výchylek časové základny osciloskopu. Poloha výchylky odpovídá místu odrazu, její amplituda množství odražené akustické energie.
- zobrazení **M (Motion)**. Při zachycení pohybující se struktury A – obrazem se na obrazovce objeví tzv. plovoucí echo, z něhož je možno rozeznat jen hranice pohybu. Nahrazením výchylek časové základny svítícími body je možno zaznamenat časový průběh jejich vzájemného pohybu



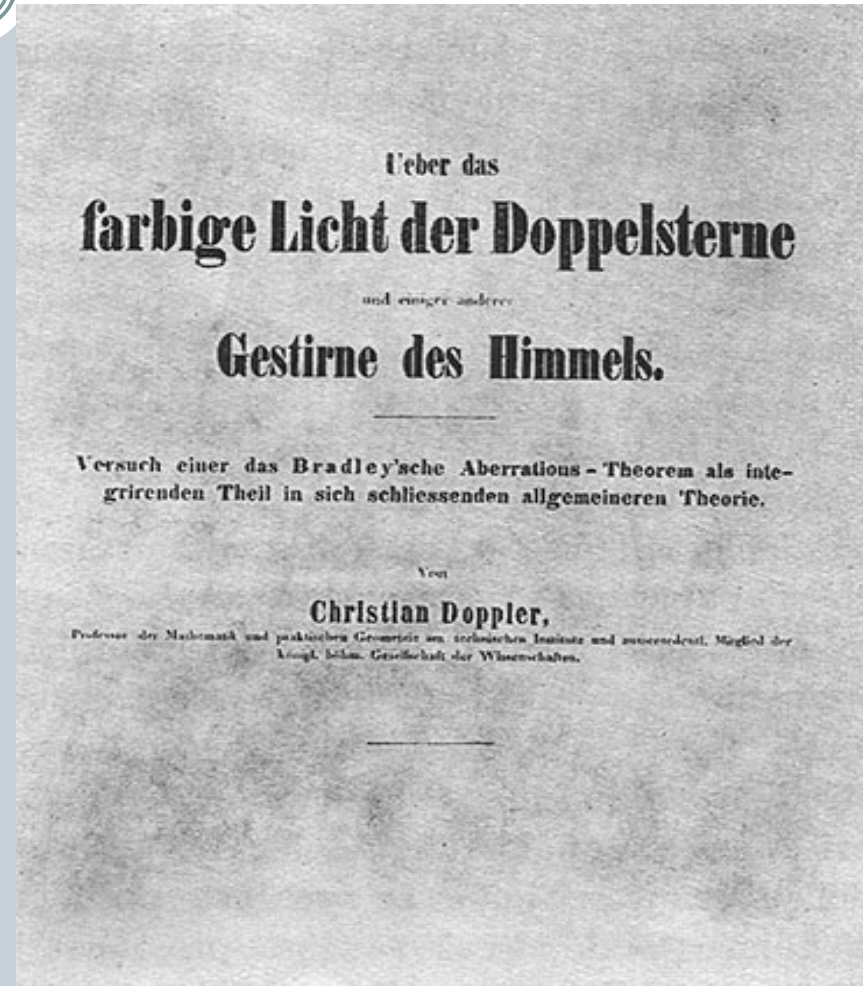
Typy zobrazení-B mode



- **B typ (brightness)** zobrazení-dvojrozměrné dynamického typu s rychlým způsobem snímání a širokou stupnicí šedi (pracující v „reálném“ čase)



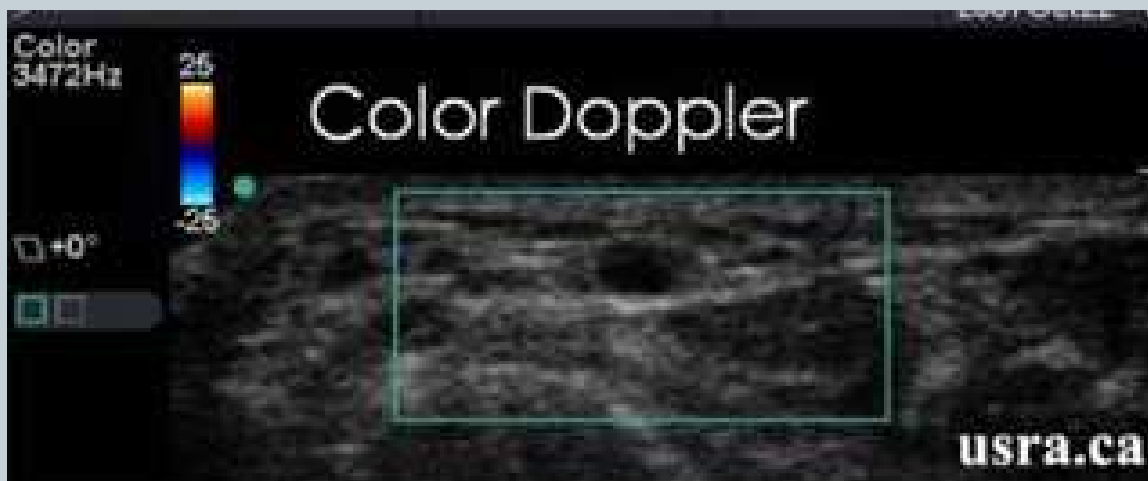
Christian Doppler 1803-1853



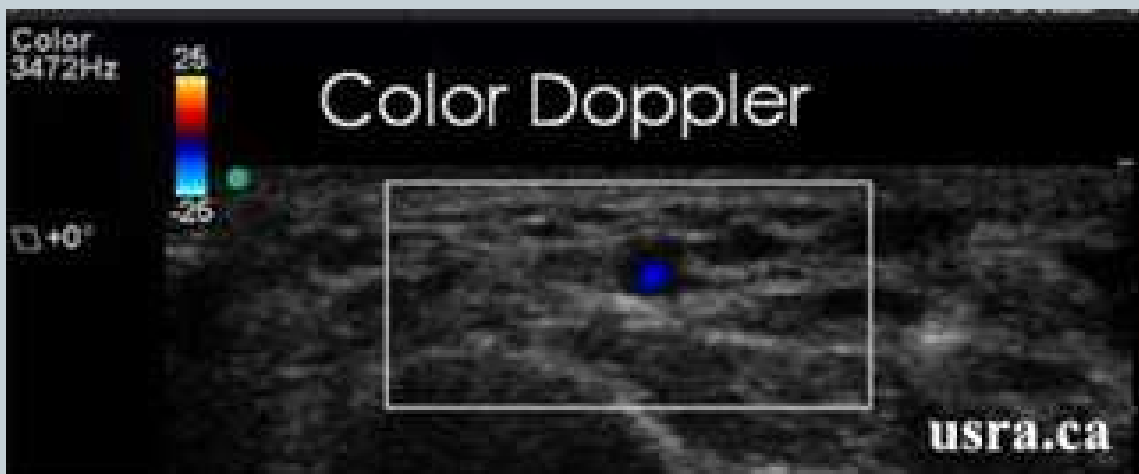
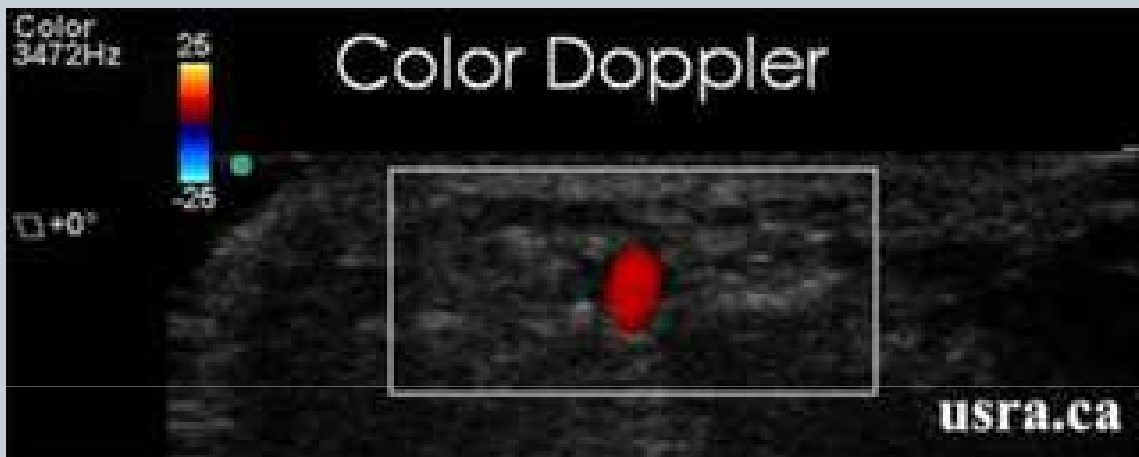
Color doppler



- Pokud se zdroj akustického vlnění o stálém kmitočtu pohybuje relativně vůči pozorovateli. Přibližuje-li se zdroj zvukového vlnění, vnímá pozorovatel vyšší kmitočet, vzdaluje-li se zdroj, vnímá kmitočet nižší.
- identifikace toku krve resp červených krvinek



Color doppler



Color dopler vs Color power doppler



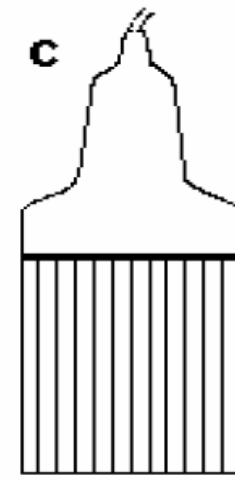
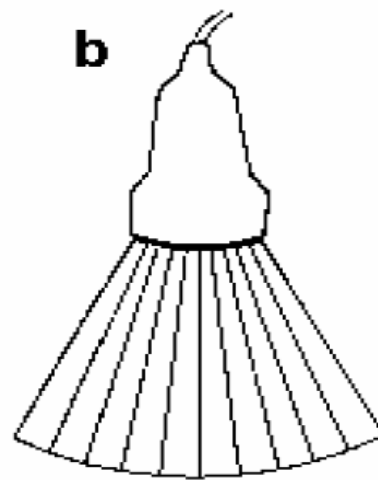
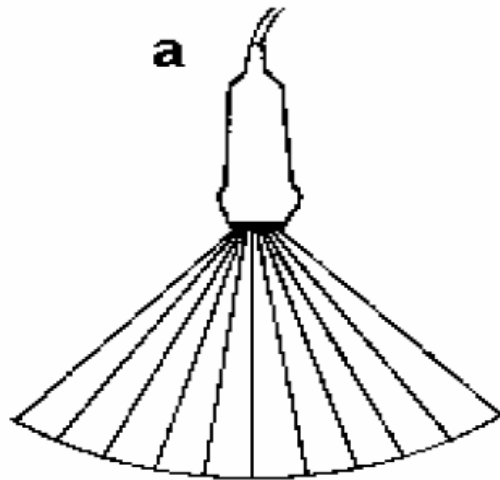
- malá citlivost pro pomalé toky a toky v malých cévách
- sklon k barevným obrazovým artefaktům způsobeným přídatnými pohyby nebo přenosem arteriálních pulzací
- delší časový úsek nutný ke vzniku barevného obrazu (50-150ms)



Ultrazvukové sondy



- elektricky buzené piezoelektrické měniče, z pracovní doby sondy připadá 1% na emisi a 99% na příjem odrazů
- sektorové, konvexní a lineární



Terminologie- echogenicita



- stupeň světlosti
- silný přímý odraz- světlé body- hyperechogenní
-bránice, žlučník, kost, perikard
- slabý difuzní odraz- šedé body- hypoechogenní
- solidní orgány
- žádný odraz- tmavé body- anechogenní
- tekutiny

Tepna a žíla



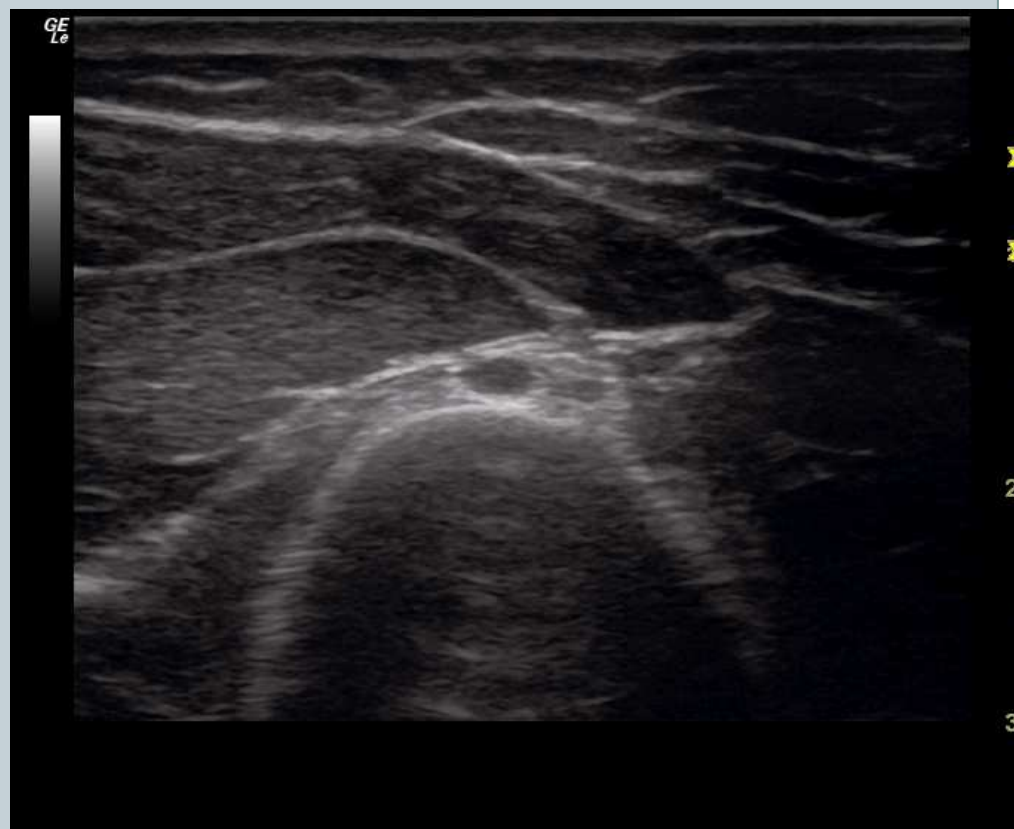
- tepna – anechogenní kulatá
- žíla- oválná, trojúhelníkovitá atd-
přizpůsobuje se okolním tkáním a jejich
tahu- anechogenní
stlačitelná



Tuk, sval a kost



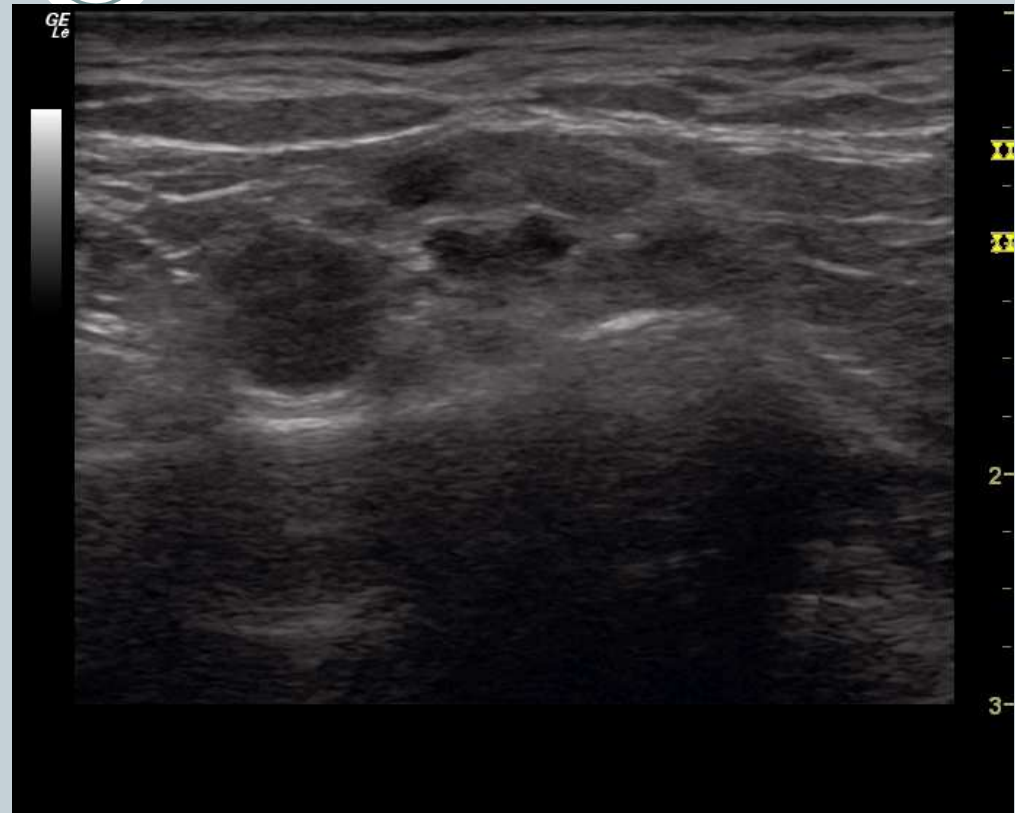
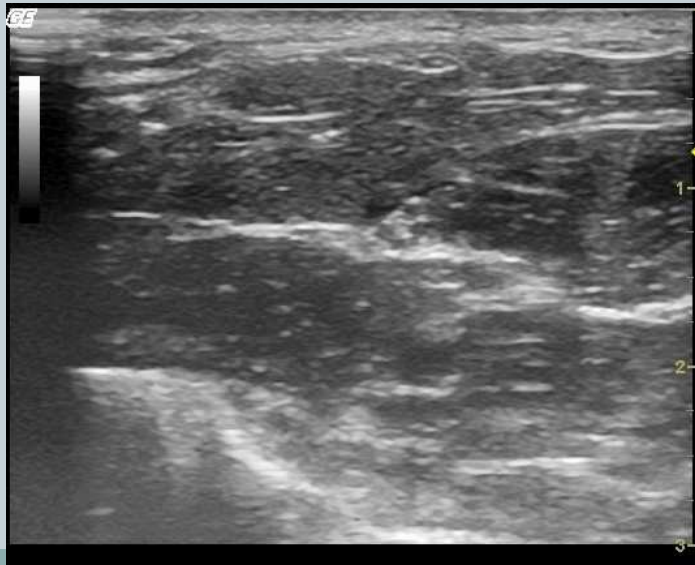
- tuk- hypoechogenní pozadí s pruhy hyperechogenních linií
- sval- hypoechogenní pozadí s krátkými hyperechogenními čárkami, ohraničené výrazně hyperechogenní lini svalové fascie
- kost-výrazná hyperechogenní linie s hypoechogenním kostním stínem



Nerv



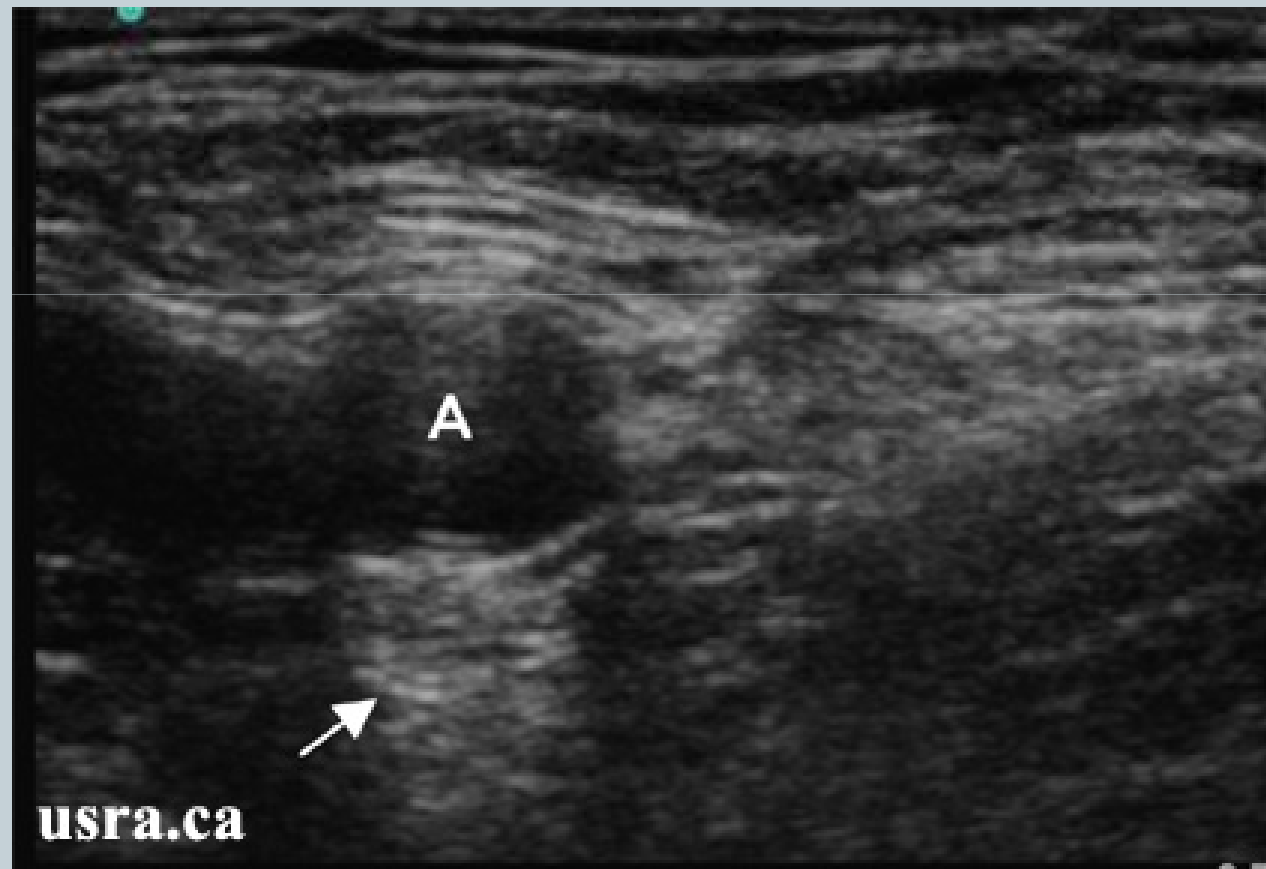
- supraklavikulárně-hypoechogenní s hyperechogenním lemem
- infraklavikulárně a oblast DK- hyperechogenní, (voštinovitá, včelí plástev)



Obrazové artefakty



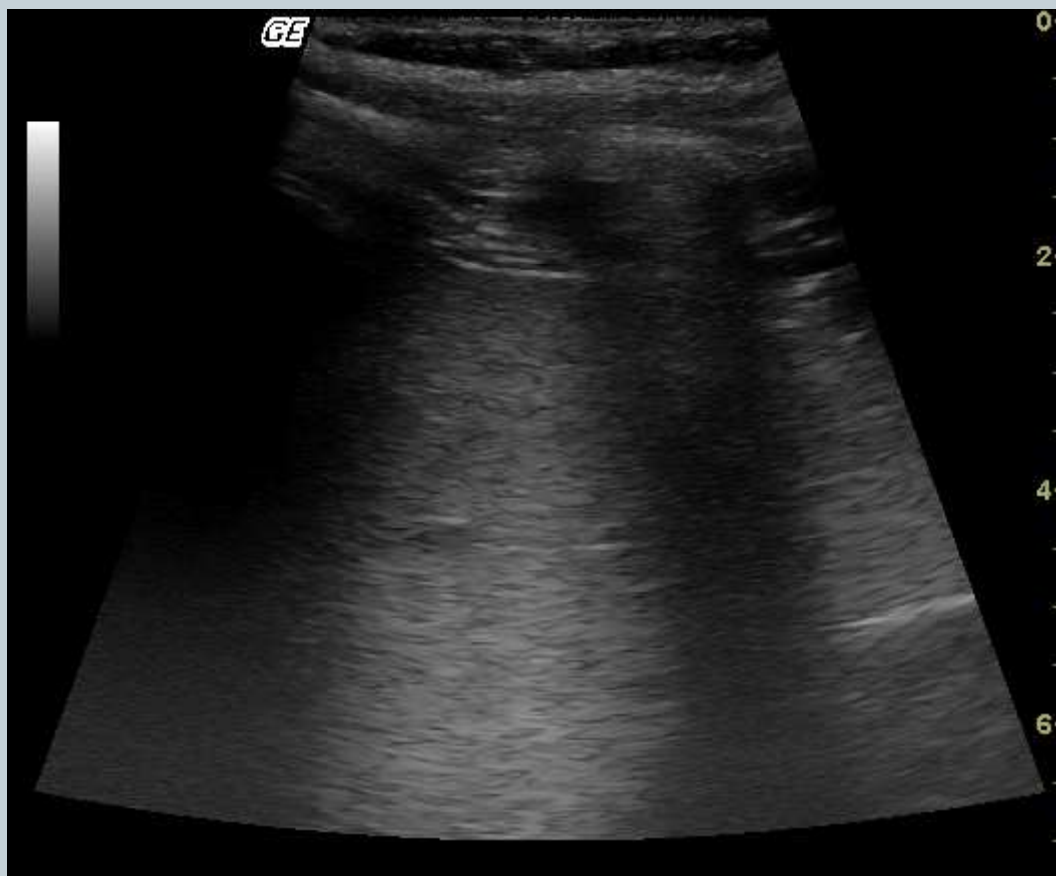
- akustické zesílení- vlivem nižšího útlumu pod oblastí s tekutinou
- Laterální stín



Obrazové artefakty



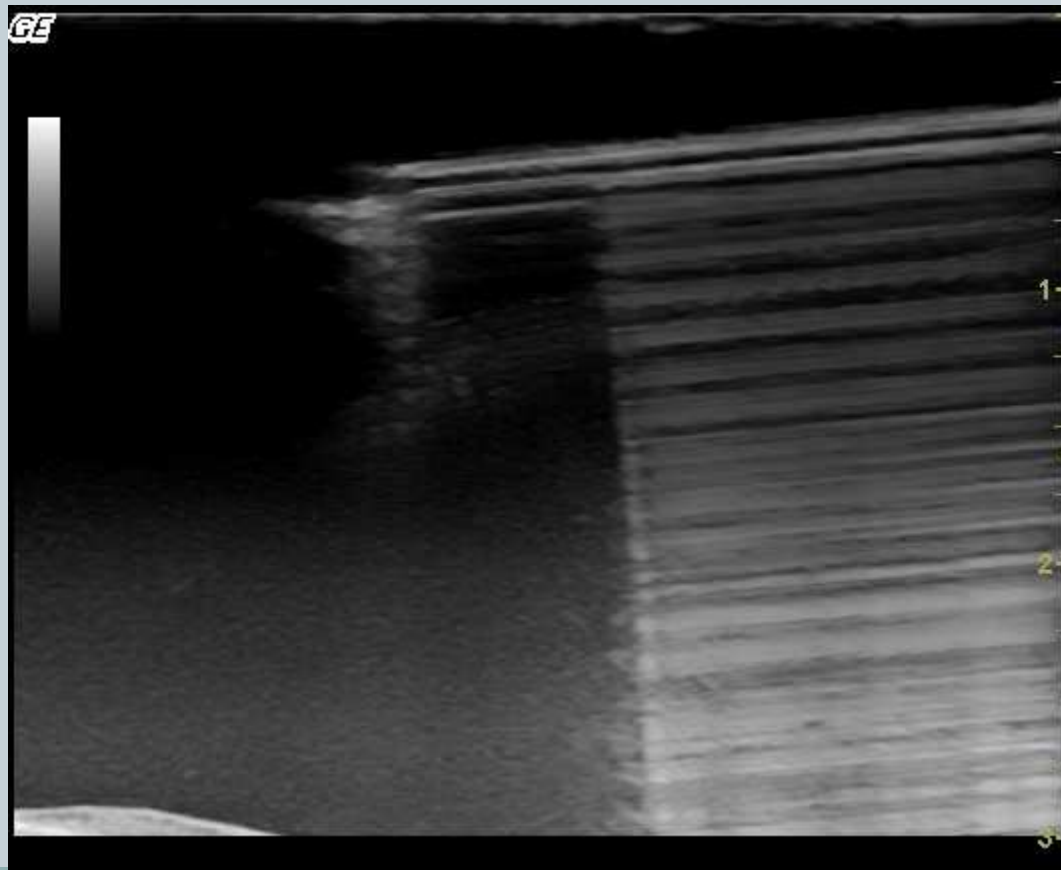
- akustický stín – vlivem vysokého útlumu pod kostí



Obrazové artefakty



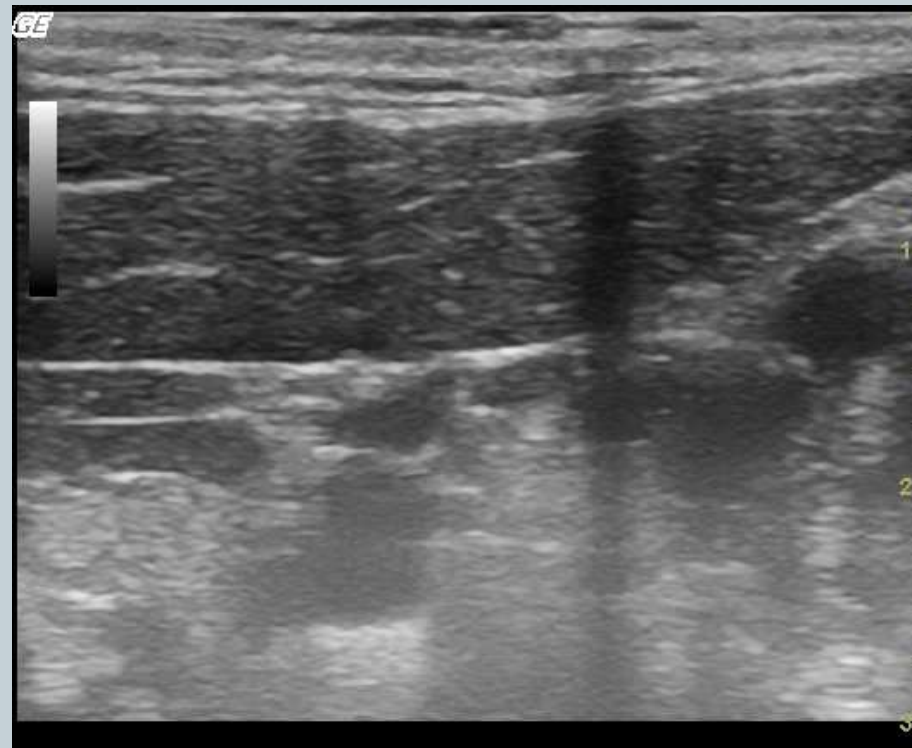
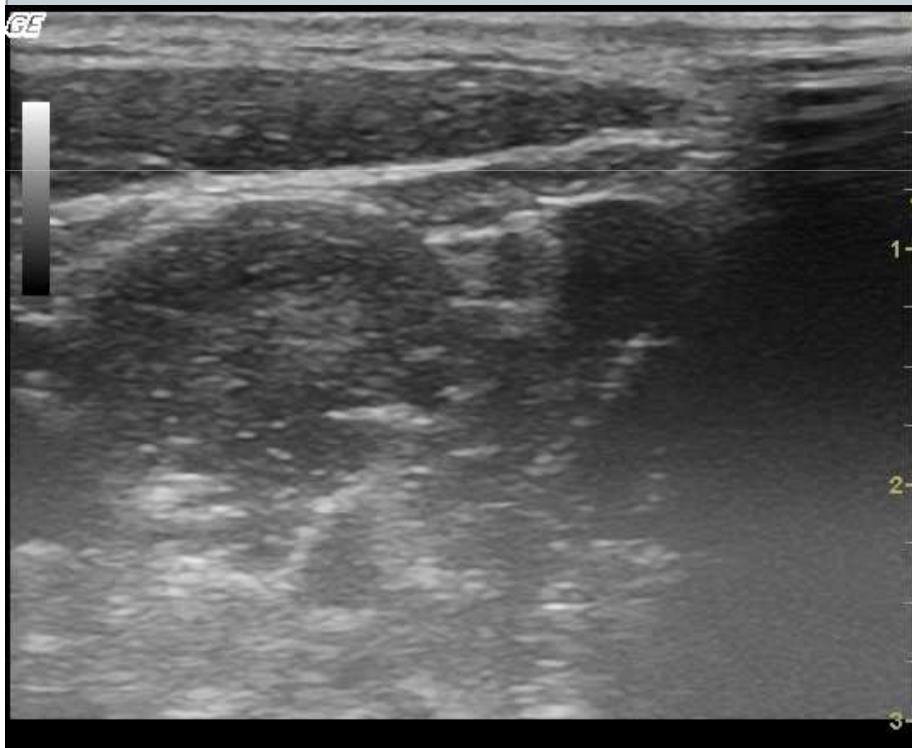
- Reverberace- od silných odrazivých ploch



Obrazové artefakty



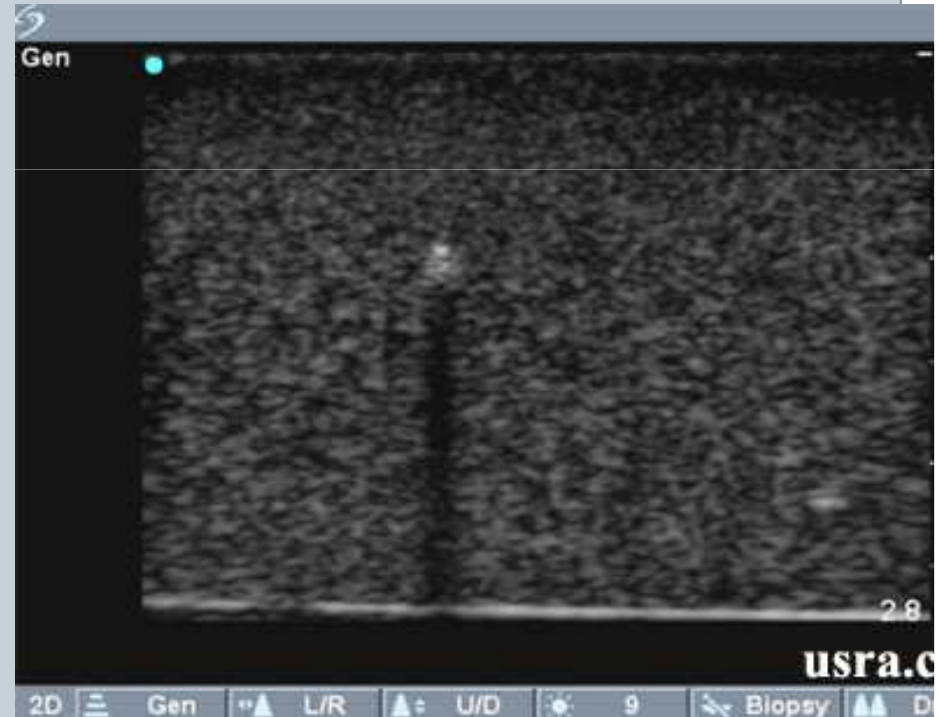
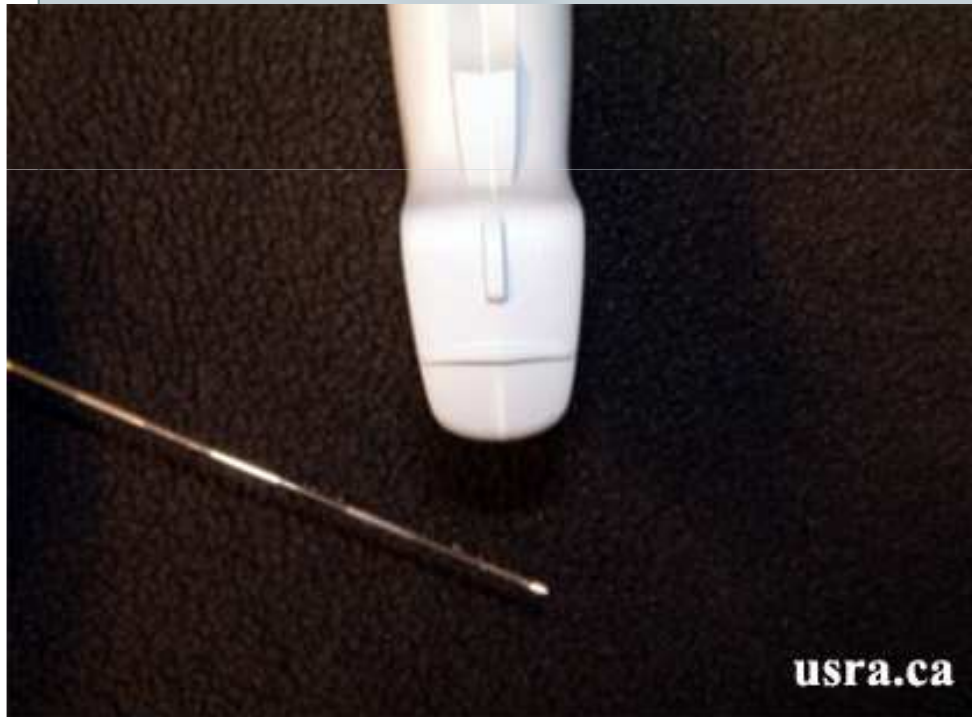
- Vzduchové artefakty



Vztah sondy k jehle



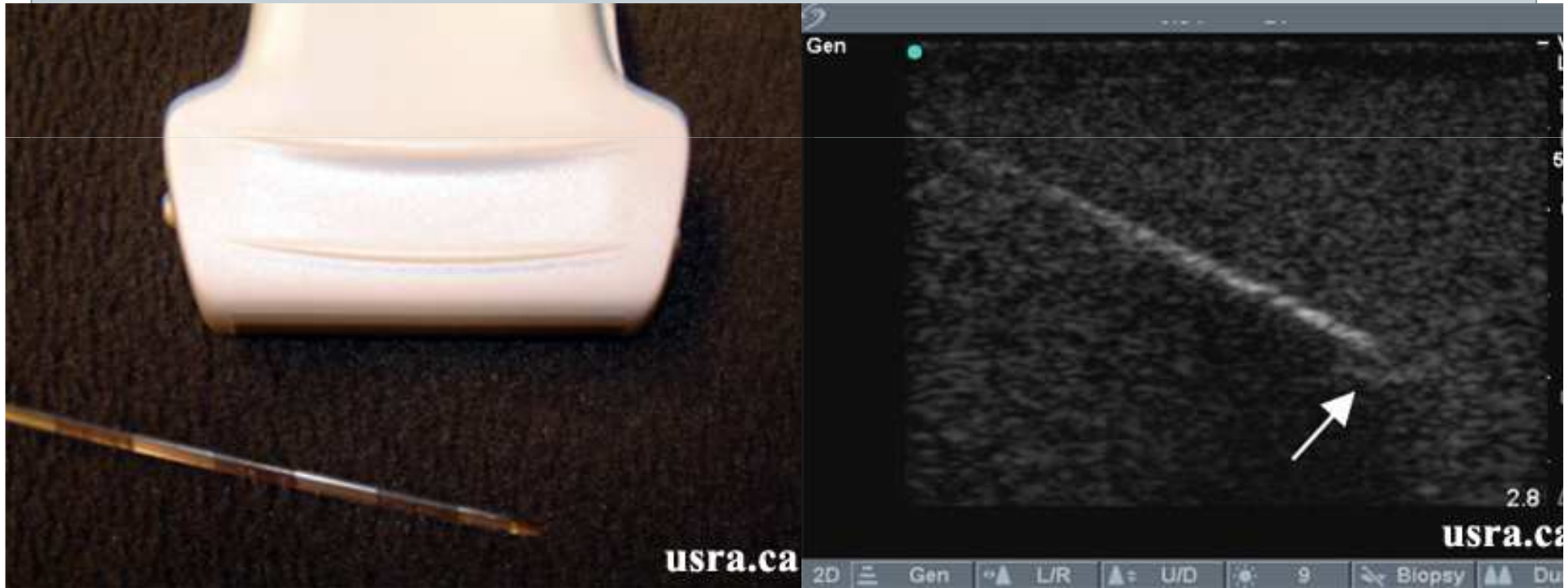
- Out of plane



Vztah sondy k jehle



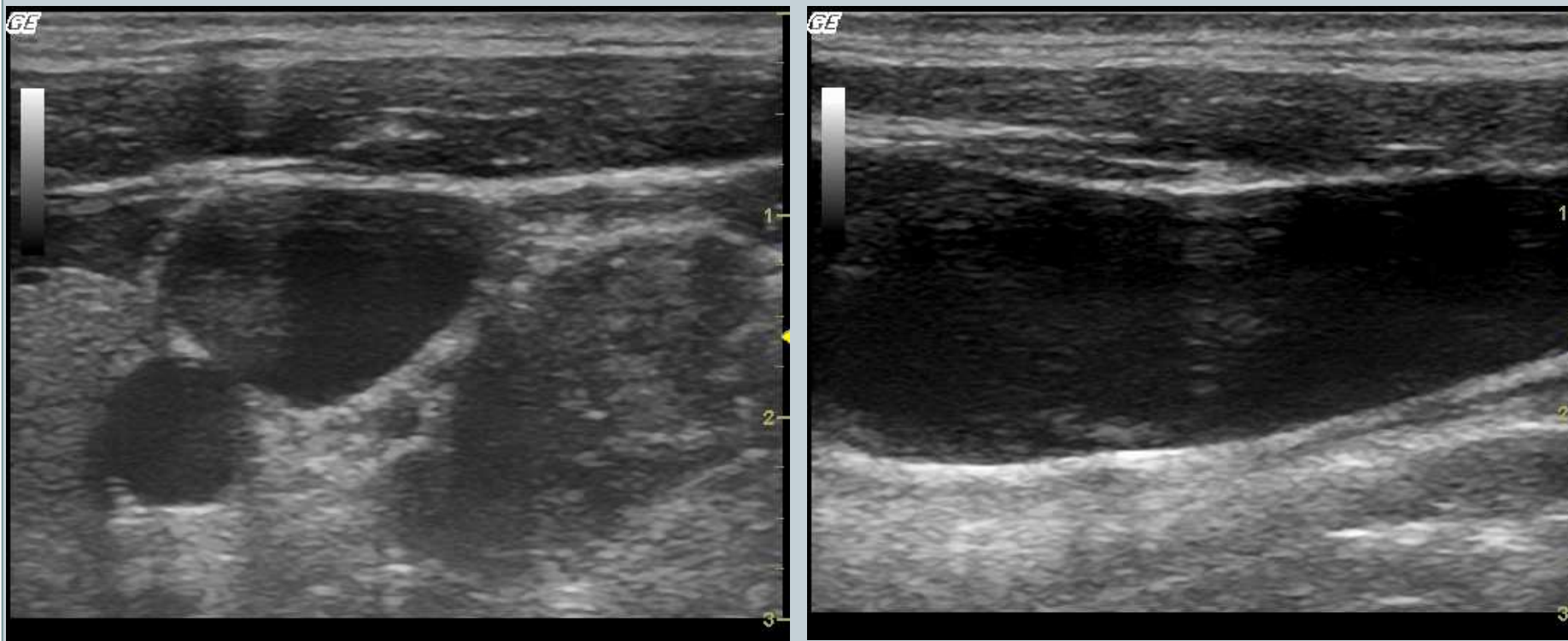
- In plane



Vztah sondy k zobrazovanému cíli



- transverzální, v krátké ose x longitudinální, v dlouhé ose



UZ vyšetření- prescanning-optimalizace obrazu



- zvol správnou frekvenci a tomu odpovídající sondu
- nastav správnou hloubku obrazu
- uprav polohu fokusu- ideálně lehce pod cílovou strukturu
- optimalizuj gain- ev. TGC
- posouvej, rotuj ,nakláněj sondu ve snaze optimalizovat obraz
- vždy vyšetři rozsáhlejší oblast ve snaze získat maximální anatomický přehled, popřípadě odhalit anatomické variace
- použij barevný nebo power doppler k lokalizaci cév
- rozhodni se pro in plane nebo out of plane

GE LOGIC e



GE LOGIC book xp



Provedení ultrazvukem naváděné blokády 1



- pozice lékař-místo punkce-monitor UZ v jedné ose
- příprav sondu k provedení blokády- jednorázové x kontinuální blokády
- UZ sondu drží nedominantní ruka
- zvol místo punkce a nastav sondu tak, aby cílový objekt a plánovaná trajektorie postupu jehly k němu
 - 1) mýjela nebezpečné struktury (cévy)
 - 2) svírala s linií paprsků příznivý úhel (pod 45°) při in plane technice
- případné podkožní podání LA již pod UZ kontrolou

Provedení ultrazvukem naváděné blokády 2



- zbav jehlu a podávací hadičku se stříkačkou s LA veškerého vzduchu
- penetrace kůže pod kontrolou zraku, po té již sledujete jen UZ monitor
- snaha o maximální vizualizaci jehly- jemnými pohyby sondou- ev. zkontroluj vztah sondy a jehly přímým pohledem
- nikdy nepohybuj jehlou vpřed pokud se nevidíš
- můžeš použít techniku hydrolokace
- při přibližování se k nervu komunikuj s pacientem

Provedení ultrazvukem naváděné blokády 3



- sleduj šíření LA, ev. uprav polohu jehly, komunikuj s pacientem
- ke vzdálenějším strukturám aplikuj nejdříve