



**FAKULTNÍ
NEMOCNICE
BRNO**



Základní principy UZ a MR

MUDr. Tomáš Kadlčík

KDR FN Brno

Přednosta: Doc. MUDr. Jarmila Skotáková, CSc.

Základní principy ultrazvukového vyšetření

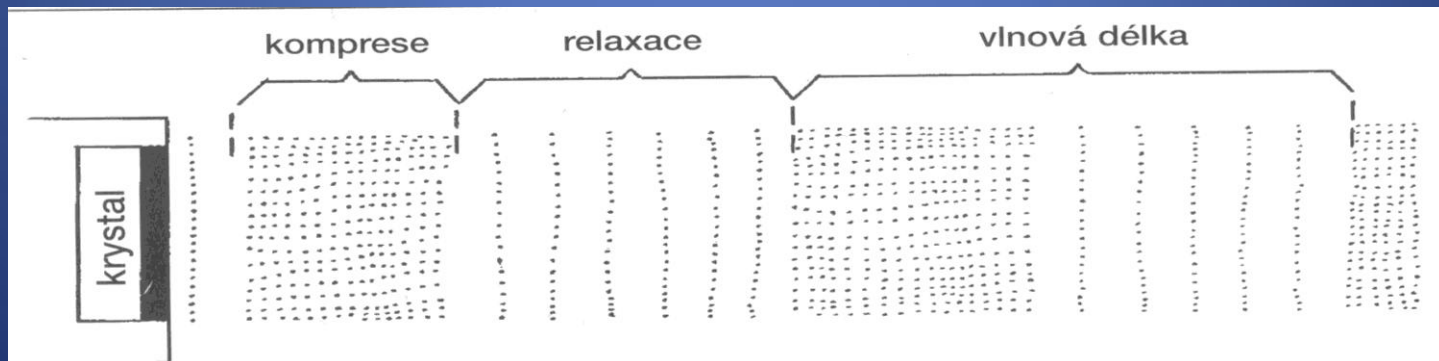


Zvuk

- Z fyzikálního hlediska jde o mechanické vlnění
 - *slyšitelný zvuk* 20 Hz – 20 kHz
 - *infrazvuk* 0 -16 Hz
 - *ultrazvuk* nad 20 kHz
 - v ultrazvukové diagnostice užíváme nejčastěji frekvence od 3,5 – 15 MHz

Ultrazvuk

- Podélné mechanické vlnění s frekvencí nad 20 kHz
 - Částice kmitají kolem své rovnovážné osy v tomtéž směru, ve kterém se šíří celé vlnění
 - šíření vlnění není spojené s přenosem hmoty, přenáší se pouze energie
 - nositelem energie jsou samotné molekuly prostředí
 - může se šířit jen hmotou, nikdy ne ve vakuu
 - jde o periodické zahušťování a zředování prostředí, ve kterém se šíří



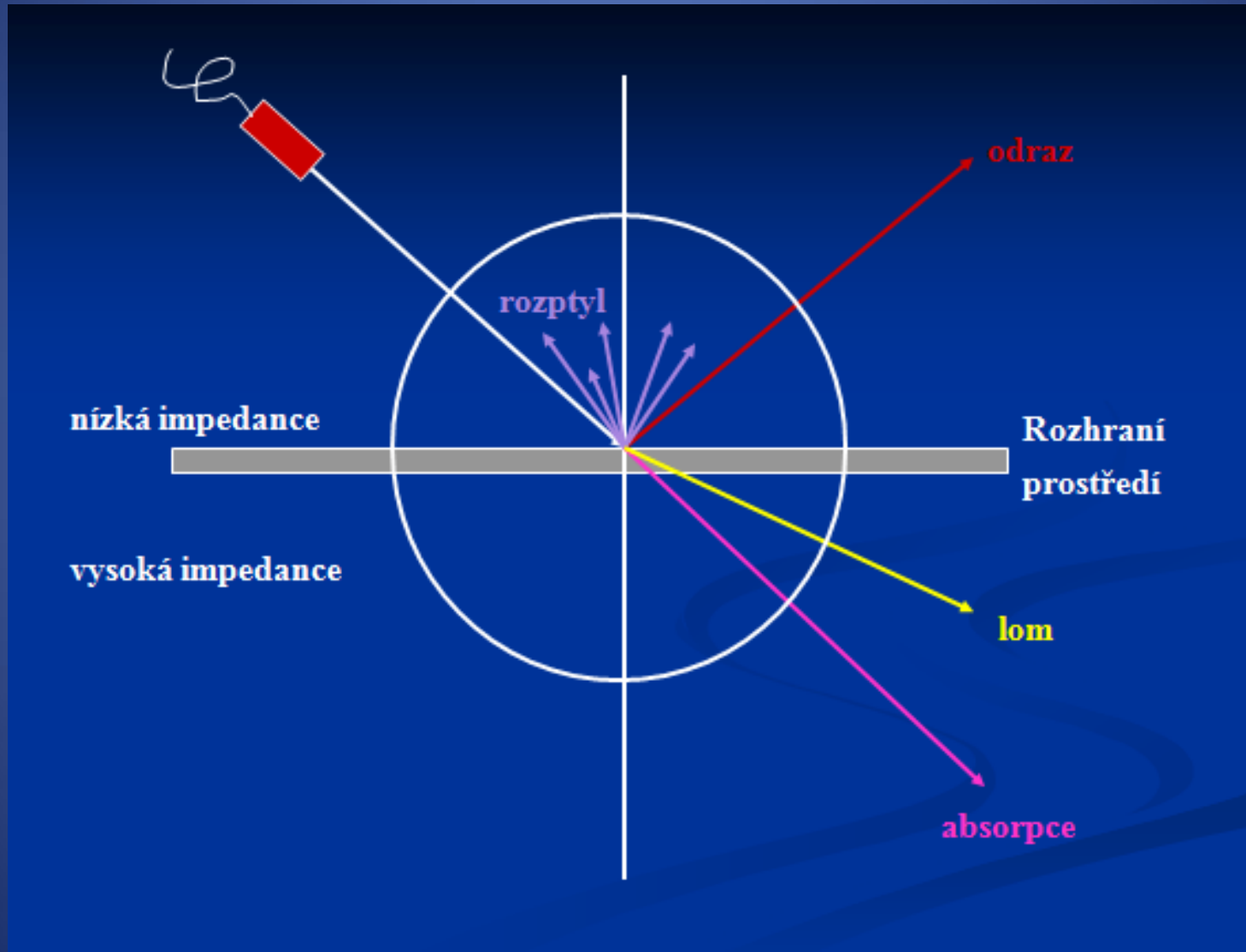
Rychlost šíření

- Závisí na hustotě prostředí – čím je hustota prostředí vyšší, tzn. čím těsnější jsou prostorové vztahy mezi jednotlivými částicemi, tím efektivněji a rychleji probíhá přenos kmitů vlnění, a tím je rychlost šíření ultrazvuku vyšší.
- Vzduch 330 m/s
- Voda (20°C) 1492 m/s
- Měkké tkáně 1540 m/s
- Kostí 3600 m/s

Fyzikální vlastnosti UZ

- Pro všechny druhy vlnění, a tedy i pro UZ platí následující fyzikální vlastnosti:
 - *Odraz* – na makroskopických rozhraních dvou prostředí, tím intenzivněji čím je hustota obou prostředí rozdílnější
 - *Rozptyl* – na mikroskopických rozhraních struktur, které jsou menší než je jeho vlnová délka
 - *Ohyb, lom* – na rozhraní dvou prostředí, nedopadá-li vlnění na toto rozhraní kolmo
 - *Absorbce* – ztráta energie při průchodu hmotným prostředím. Tuto energii předává UZ vlnění do okolí ve formě tepelné energie (v případě interakce diagnostického UZ s tkáněmi zanedbávané)

Fyzikální vlastnosti UZ



Akustická impedance

- *Akustická impedance (Z)* je veličina popisující interakci mezi UZ vlněním a prostředím

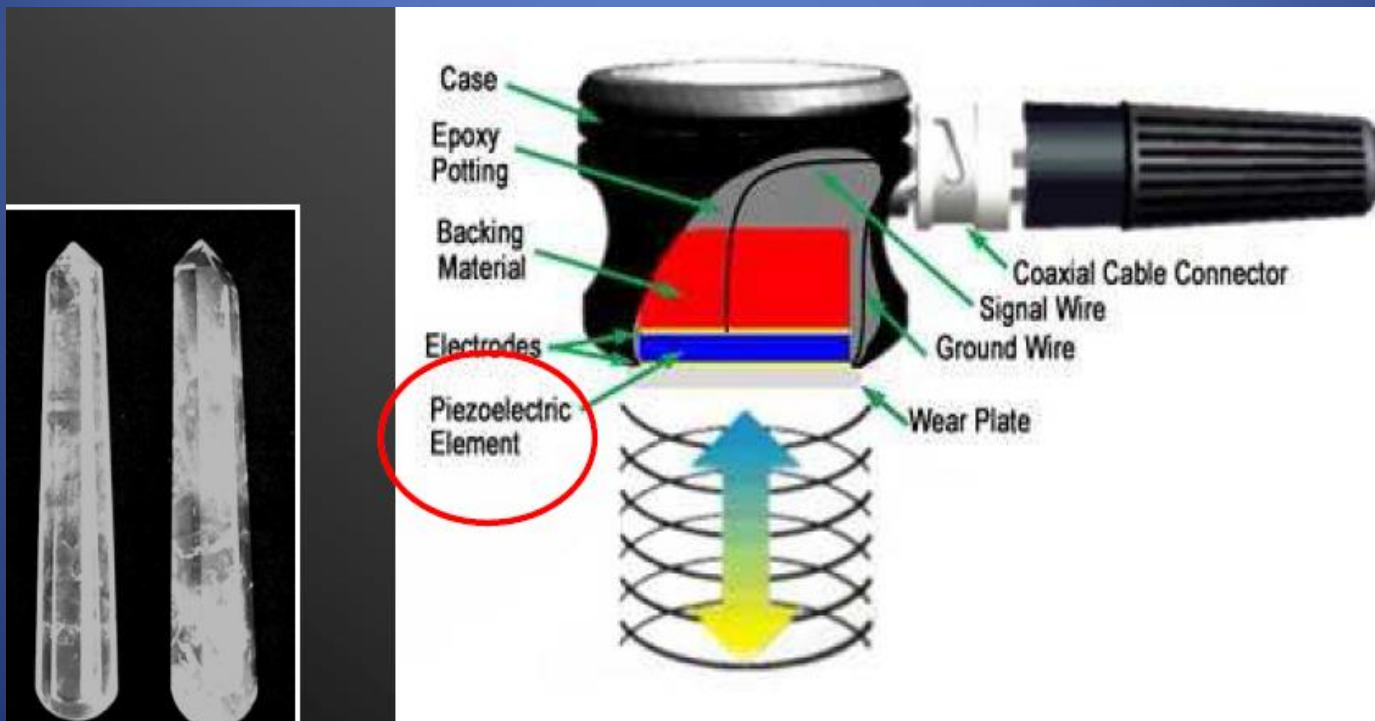
- akustická impedance je daná součinem hustoty prostředí a rychlosti, kterou se ultrazvuk ve tkáni šíří

$$Z = \rho \times c$$

- označuje odpor, který klade prostředí šíření ultrazvuku
- při vysoké hustotě prostředí molekuly těsně vedle sebe způsobují, že jejich zahušťování a ředění je energeticky velice náročné a velká část energie se ztrácí ve formě tepla
- Rozdíly v akustické impedanci různých tkání způsobují různé intenzity odrazů UZ vln a dávají podklad pro tvorbu dvourozměrného UZ obrazu

Zdroj UZ vlnění

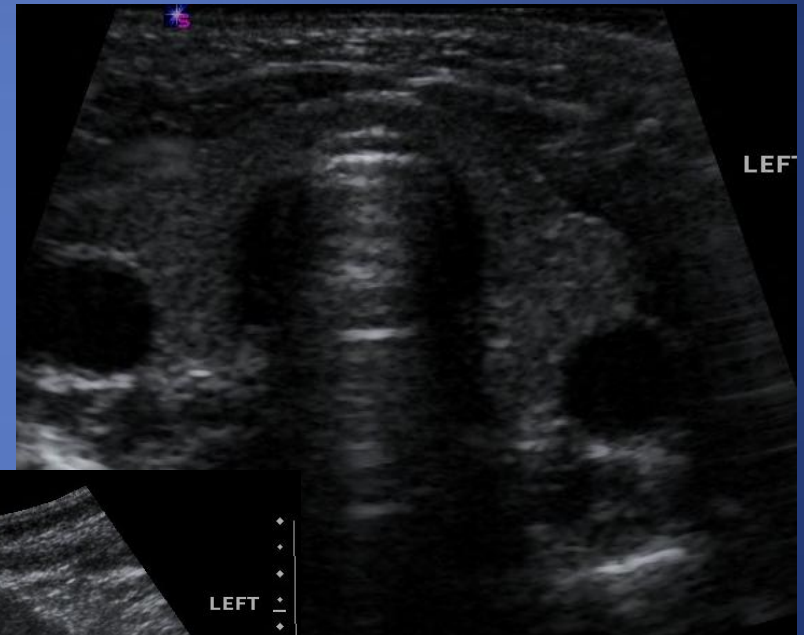
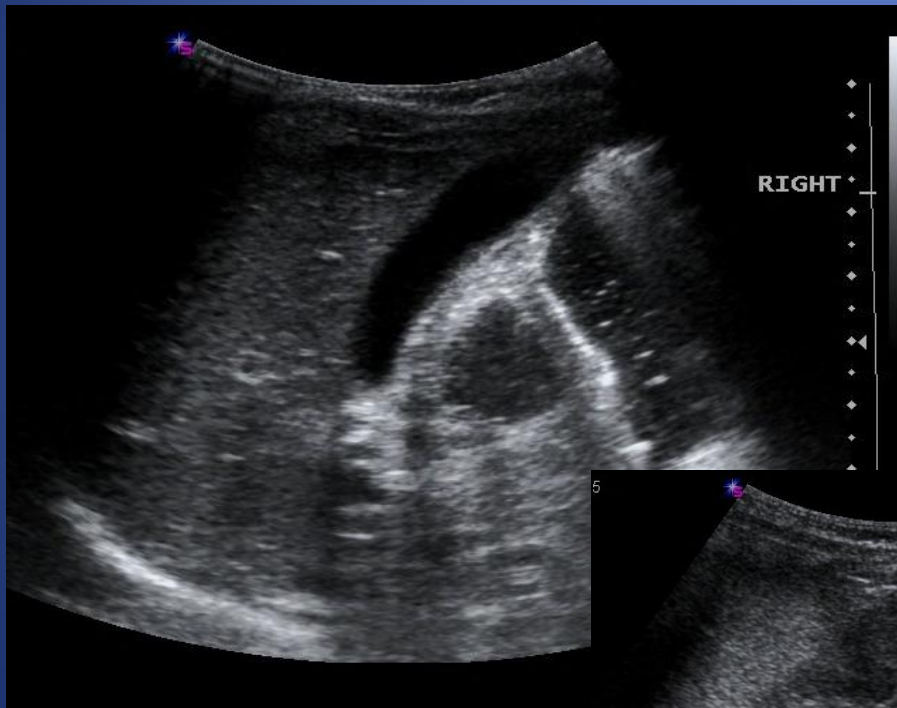
Zdrojem UZ vlnění v radiodiagnostice je polykrystalický ultrazvukový měnič, který se působením vysokofrekvenčního napětí rozkmitává (piezoelektrický jev) – frekvence jeho kmitů určuje pracovní frekvenci sondy, např. 3,5 MHz



Vznik dvourozměrného UZ zobrazení

- Polykrystalický UZ měnič slouží nejen jako zdroj UZ vlnění ale i jako příjemce jeho odrazů (ech)
- Odrazy UZ vlnění vznikají na každém rozhraní dvou různých tkáňových prostředí a liší se mezi sebou:
 - *intenzitou* – čím větší je rozdíl akustické impedance dvou různých prostředí tím intenzivnější odraz na jejich rozhraní vzniká
 - *prostorovou orientací* – směrem odkud přicházejí
 - *časovým zpožděním* mezi vysláním UZ impulzu a následnou registrací jeho odrazu
- Po patřičném elektronickém zpracování je pak jednotlivý odraz prezentován na monitoru jako bod ve stupnici šedi, jehož poloha v horizontální rovině závisí na směru, ze kterého odraz přišel, ve vertikální rovině na zpoždění, se kterým byl odraz registrován a jeho jas je úměrný intenzitě odrazu
- Na rozhraní dvou prostřední s velmi nízkou a velmi vysokou impedancí (např. měkké tkáně – kost, či měkké tkáně - vzduch dochází k téměř úplnému odrazu UZ vlnění, za toto rozhraní se již UZ vlnění nerozšíří – tudíž nelze vyšetřit tkáně za skeletem či plynem ve střevě atd. a je také důvodem používání kontaktního gelu

Tento způsob dvourozměrného UZ zobrazení se nazývá B záznam (B mode, kde B = Brightness = jas)

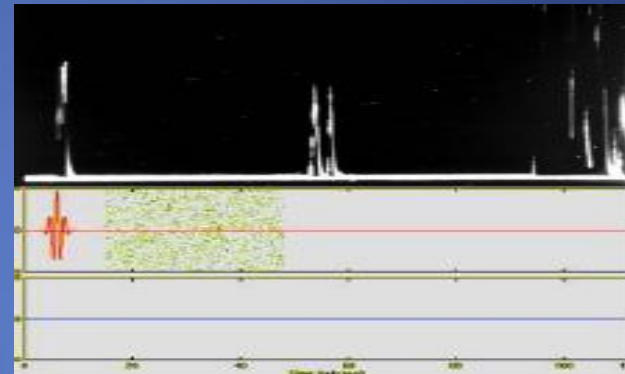


Echogenita

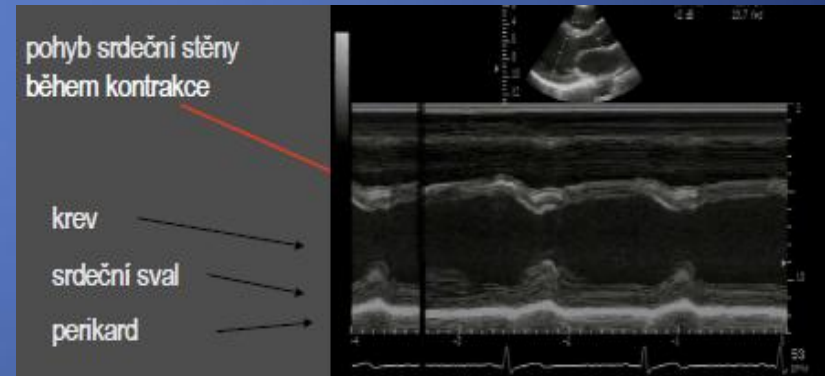
- Tkáně nebo orgány, ve kterých dochází k mnoha impedančním změnám (obsahují mnoho impedančních rozhraní) produkují mnoho *ech* (odrazů) a v obraze jsou proto *hyperechogenní* = světlé
- Tkáně s malým množstvím impedančních změn jsou naopak *hypoechogenní* = tmavé
- Tkáně bez impedančních změn (UZ vlnění jimi prochází, nedochází k odrazu) jsou *anechogenní* = černé
 - Fyziologické tekutiny – krev, moč, žluč, likvor
 - Patologické tekutiny – pleurální či perikardiální výpotek, ascites, obsah cyst

Jiné typy zobrazení

A – amplituda – nejjednodušší jednorozměrné zobrazení – registruje množství odražené energie jako výchylku (amplitudu) časové základny.
V současnosti využití pouze v oftalmologii



M – motion (Time Motion Scan – v čase pohyblivý záznam) - zachycuje pohyblivé struktury a zobrazením, přičemž došlo k nahrazení výchylek časové základny obrazovými body.
Využití především v kardiologii.



Dopplerovská ultrasonografie

- Christian Doppler (1803-1853)
- přibližuje-li se zdroj zvuku o konstantní výšce tónu (frekvenci) směrem k pozorovateli, vnímá pozorovatel výšku tónu vyšší než je výška skutečná (zdrojem vysílaná). Naopak vzdaluje-li se zdroj zvuku od pozorovatele, vnímá pozorovatel tón s frekvencí nižší, než je skutečná



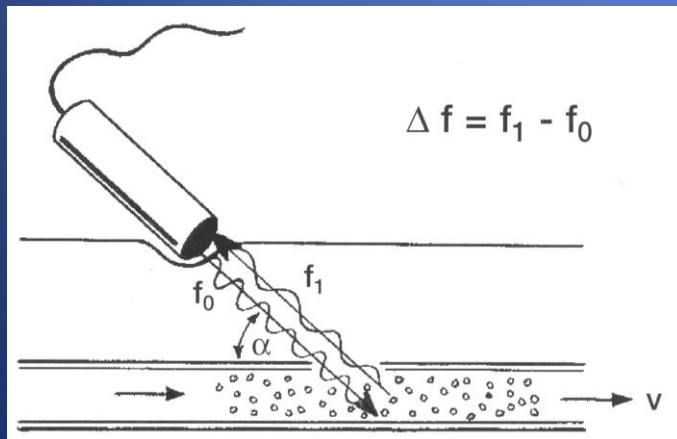
$$f_p = \frac{c}{c+v} \cdot f_v$$

f_p - pozorovatelem přijímaná frekvence vlnění
 c - rychlost šíření vlnění v daném prostředí
 v - rychlost pohybu zdroje vůči pozorovateli
 f_v - zdrojem vyslaná frekvence vlnění

$$f_p = \frac{c}{c-v} \cdot f_v$$

Využití Dopplerova jevu v ultrasonografii

- Dopplerův jev je základním principem, který umožňuje měřit rychlost pohybujících se předmětů in vivo
- Podle Dopplerova principu se frekvence jakéhokoliv, a tedy i UZ vlnění mění při odrazu od pohybujícího se předmětu
- V případě Dopplerovské ultrasonografie je tímto předmětem suspenze krvinek pohybujících se v luminu cévy.
- Ze změny frekvence vlnění lze určit rychlost a směr pohybu krevního toku



Δf – dopplerovský frekvenční posuv

f_0 – vysílaná frekvence sondy

f_1 – přijímaná frekvence

α – dopplerovský úhel

c – rychlost šíření UZ v prostředí

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

Typy dopplerovského záznamu

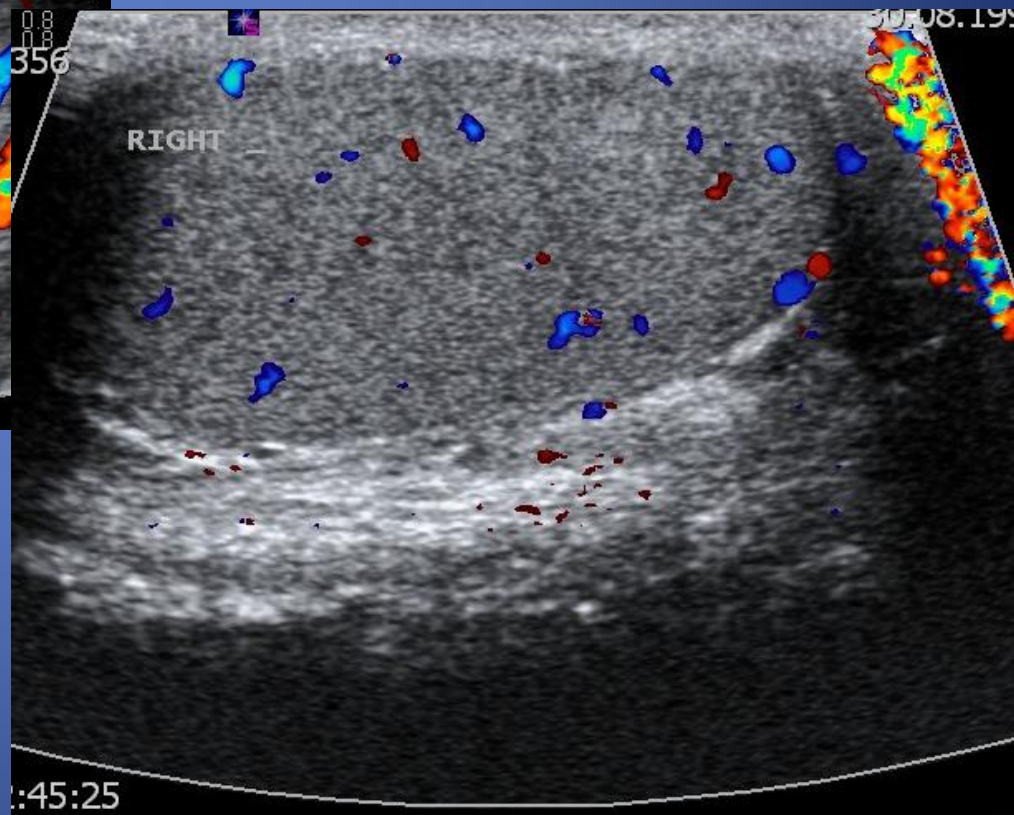
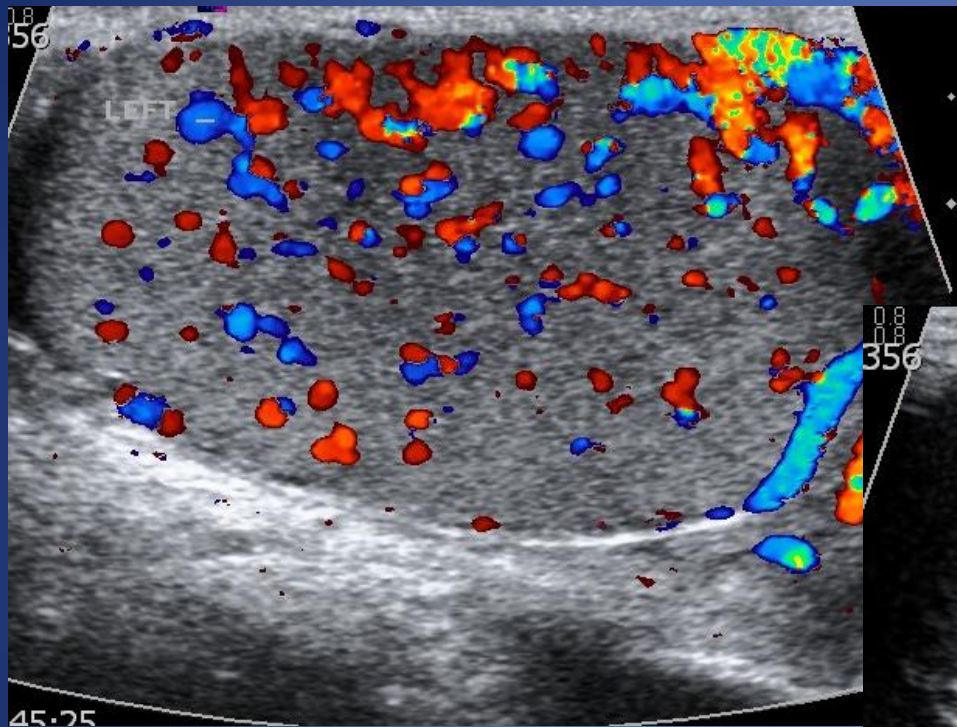
- **Spektrální záznam** – grafické vyjádření závislosti rychlosti krevního toku na čase
- Umožňuje přesnou kvantifikaci rychlosti krevního toku v cévě



Typy dopplerovského záznamu

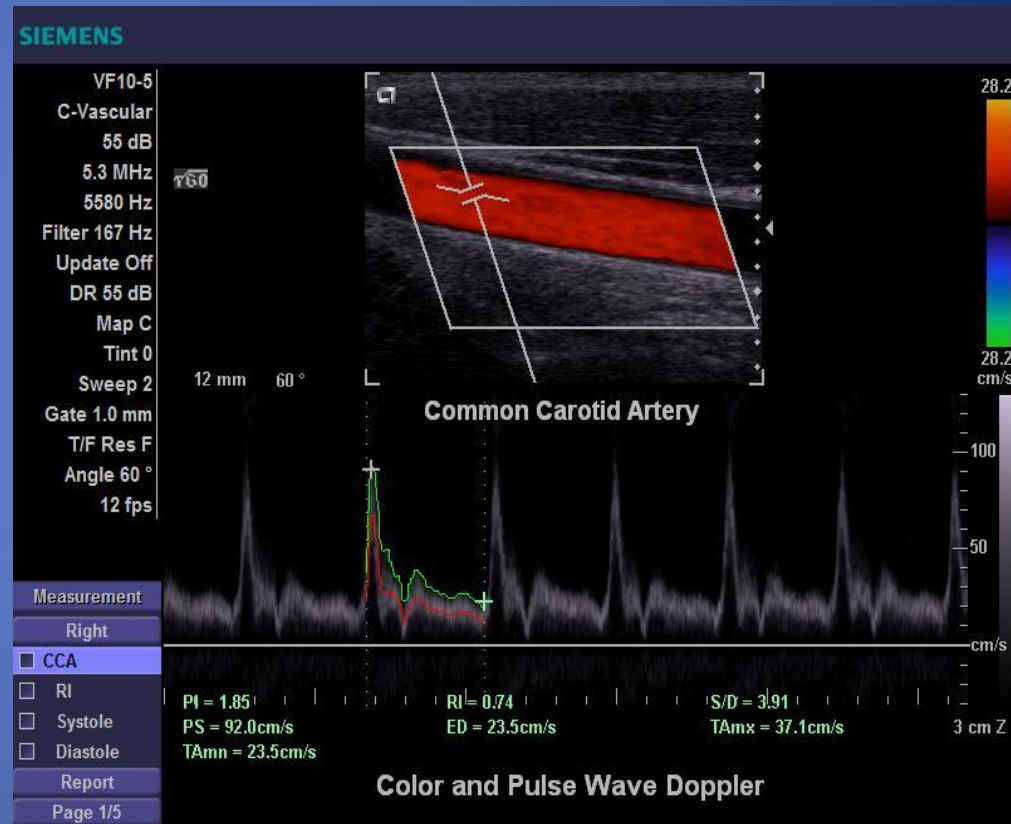
- **Barevný dopplerovský záznam (barevné mapování)**
 - Umožňuje v reálném čase zakomponovat do morfologického B obrazu barevně kódovanou dopplerovskou informaci o krevním toku v cévách
 - Neumožňuje přesnou kvantifikaci rychlostí
 - Zobrazí toky i v cévách, kde již nelze použít spektrální křivku – malé cévy
 - Umožňuje určení směru toku v cévách – toky směrem k sondě se zobrazí červenou barvou, od sondy modrou.
 - Dává informaci o perfúzi různých tkání a orgánů či patologických ložisek

Barevný dopplerovský záznam



Duplexní a triplexní sonografie

- *Duplexní* - kombinace dvojrozměrného dynamického zobrazení a spektrálního záznamu
- *Triplexní* - kombinace B zobrazení se spektrální křivkou a barevným záznamem

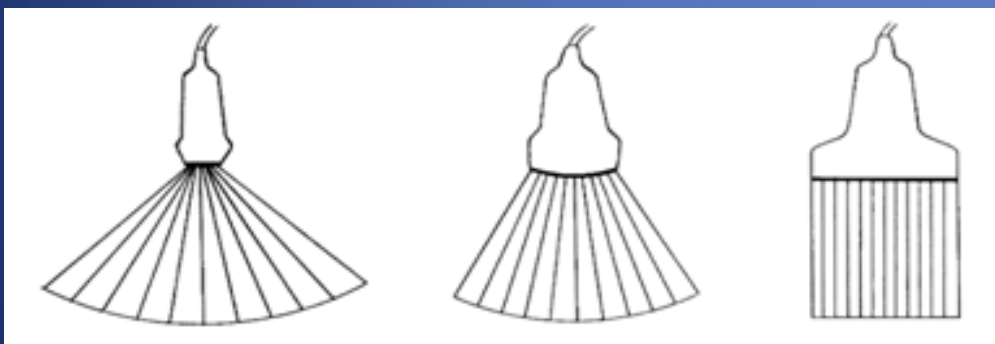


Popis UZ přístroje



- zobrazovací jednotka
- záznamové jednotky
- sondy
- ovládací panel + klávesnice
- elektronické obvody

Typy ultrazvukových sond



Sektorová sonda:
2-3 MHz

Konvexní sonda:
2,5-5 MHz

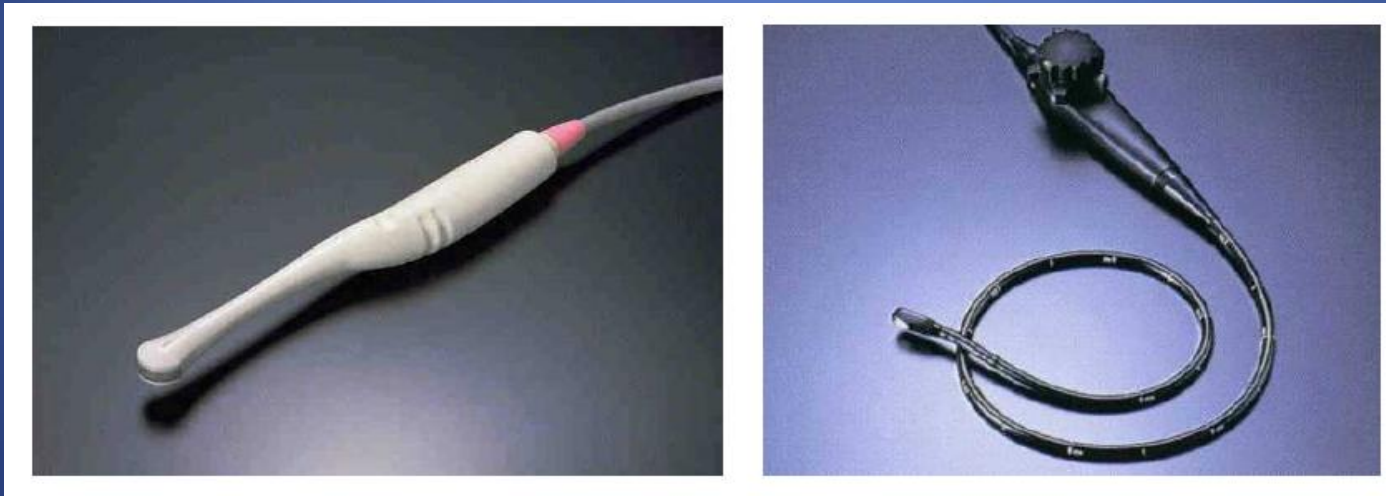
Lineární sonda:
5-10 MHz

- **Sektorová** - všechny měniče jsou uspořádána do krátké lineární řady a jsou buzeny současně, ale s různou fází. Dochází k elektronickému vychylování svazku v sondě s úzkou základnou. Využití hlavně v echokardiografii
- **Konvexní** - měniče jsou uspořádány do konvexně vyklenuté řady – zobrazení orgánů DB
- **Lineární** - měniče jsou uspořádány v jedné řadě – zobrazení povrchových struktur (štítná žláza, varlata, cévy, svaly atd.)

Čím vyšší je pracovní frekvence sondy, tím lepší je prostorové rozlišení, ale menší dosah do hloubky a naopak.

Jiné typy ultrazvukových sond

- Transvaginální, transrektální, esofageální



Biologické účinky ultrazvuku

- Tepelné
 - V důsledku absorpce akustické energie
 - V intenzitách používaných v radiodiagnostice zanedbatelné
- Kavitační
 - Rychlé změny v objemu mikroskopických partikulí plynů a par ve tkáních a tělesných tekutinách – jde vlastně o mechanické působení, neboť navozené objemové oscilace mohou vyvolat poškození membránových a cytoplazmatických buněčných struktur.

Výhody UZ vyšetření

- Neinvazivní
- Rychlé
- Snadno proveditelné, opakovatelné
- Dostupné
- Relativně levné
- V intenzitách používaných v diagnostice nemá prokazatelné nežádoucí účinky na organismus ani na plod.
- Lze provést i u lůžka pacienta

Nevýhody UZ vyšetření

- Zkušenost vyšetřujícího
- Nelze vyšetřit všechny struktury
- Limitace u obézních pacientů
- Spolupráce pacientů – zejména v dětském věku
- Množství artefaktů
- Špatná přehlednost DB při zvýšené plynatosti GIT
- Pro maximální výtěžnost nutná správně a dostatečně vyplněná žádanka

Na co je UZ vyšetření vhodné

- Vyšetření parenchymatózních orgánů, měkkých tkání a tekutinových útvarů.
- Ideální metoda pro rozlišení útvarů měkkotkáňových (solidních) od tekutinových (cystických).
- V dětství jsou indikace rozsáhlé, postupně s probíhající osifikací skeletu se omezují.

Na co je UZ vyš. nevhodné

- Plíce a mediastinum
- Skelet
- Páteř a páteřní káňal
- Mozek po uzávěru velké fontanely
- Omezená vyšetřitelnost trubicových orgánů
DB (žaludek, střeva) – obsahují množství plynu

Co vyšetřujeme

- Břicho, retroperitoneum a malou pánev
- Krk včetně štítné žlázy a slinných žláz
- Uzlinové oblasti
- Měkké tkáně
- Prsní žlázy
- Muskuloskeletální systém
- Mozek přes velkou fontanelu
- Hrudník – pleurální výpotky
- Skrotum
- Cévy – dopplerovská vyšetření

UZ břicha, retroperitonea a MP

- **Důvod vyšetření:**
 - bolesti břicha akutní i chronické, nauzea, zvracení, průjem, dyspepsie, úbytek váhy, horečky, hmatný útvar v DB, zvětšené orgány, dysurie (potíže s močením), abnormní laboratorní hodnoty – krev a moč, trauma, vyšetření v rámci jiných patologií, infekcí, vyloučení anomálií
- **Nutno vyloučit NPB**

UZ břicha, retroperitonea a MP

- Játra, žlučník, žlučové cesty
- Slezina
- Pankreas (přehlednost, zvláště u malých dětí omezena pneumatózou GIT)
- Urotrakt – ledviny, moč. cesty, moč. Měchýř
- Nadledviny
- Orgány MP – Děloha, vaječníky, prostata
- CD (Cavum Duglasi) – volná tekutina
- Střevní kličky, Appendix
- LU – mezenteriální, periportální, retroperitoneální
- Dopplerovská vyšetření – aorta, renální tepny, ilické tepny, VCI, pánevní žíly, portální a lienální žíla (portální hypertenze).

Játra, žlučník a žluč. cesty

- **Játra**

- Velikost
- Difusní změny – steatóza, cirhóza (u dětí vzácné), metabolické vady – Wilsonova choroba atd.
- Ložiskové změny – tumory (benigní, maligní), metastázy, záněty (absces), cysty atd.
- Traumata – lacerace, kontuze, subkapsulární hematom
- Hodnocení evakuační schopnosti zátěžovým testem

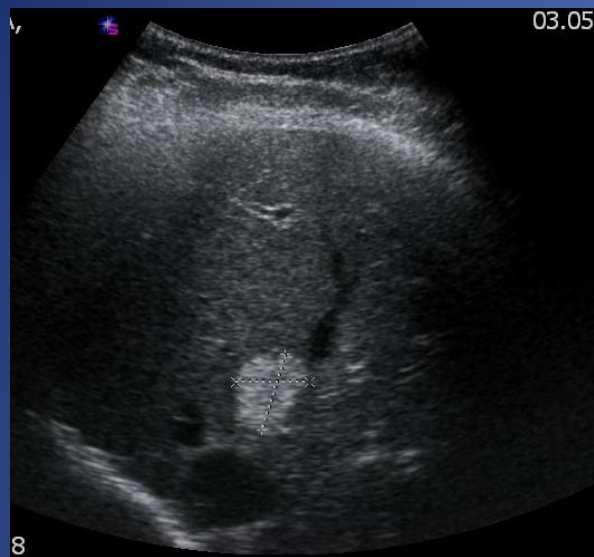
- **Žlučník**

- Velikost a tvar
- Obsah ve žlučníku (normálně anechogenní – čirý) – konkrementy, polypy
- Stěna žlučníku – norma do 2,5mm, rozšířena při zánětech, infiltrace TU atd.

- **Žlučové cesty**

- Šíře – intrahepatické za normálních okolností téměř nediferencovatelné
- extrahepatické do 4mm (ductus choledochus)

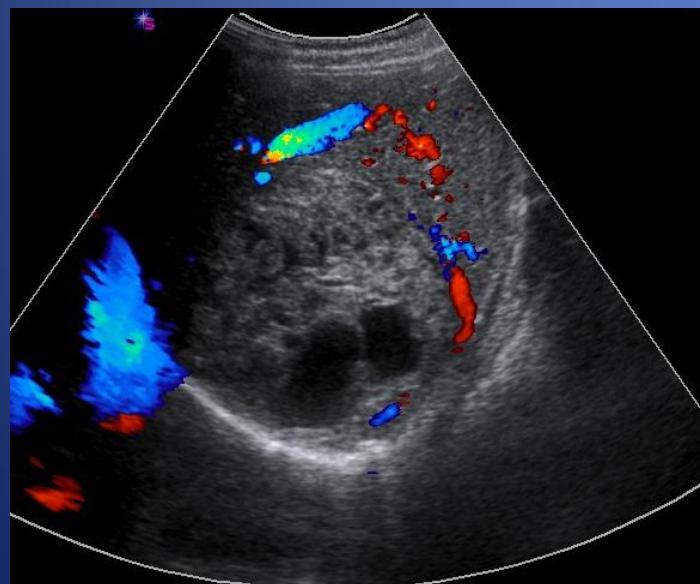
Hemangiom v jatrech



Cholecystolithiáza



Hepatoblastom



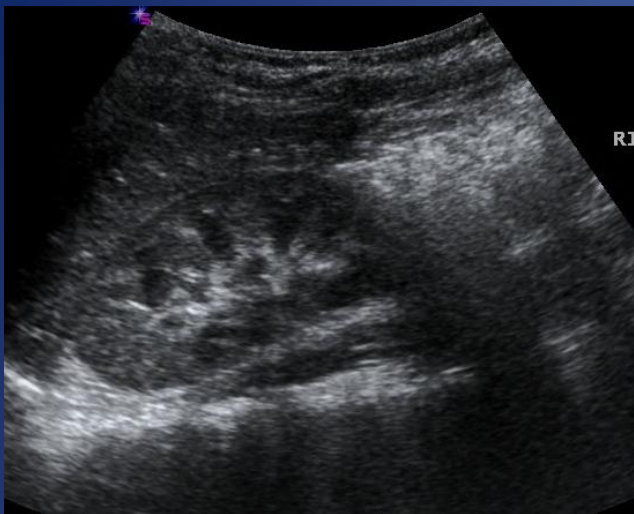
Kontuze



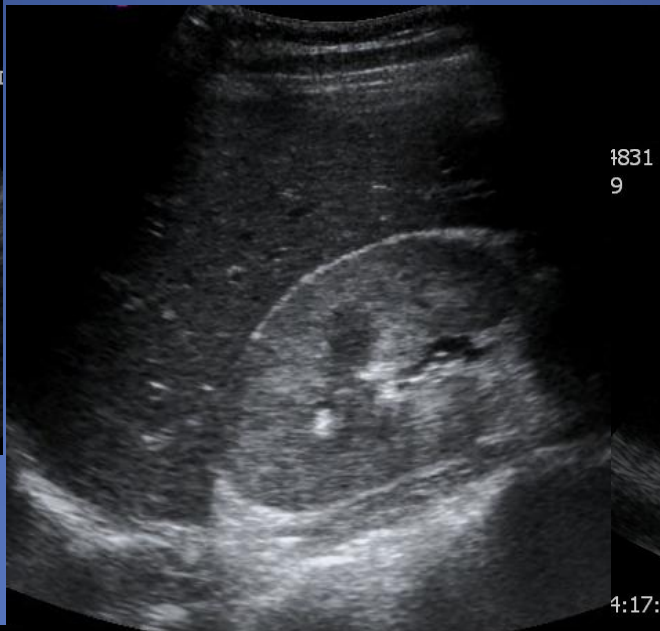
Urotrakt

- Uložení ledvin, velikost, tvar
- Struktura a echogenita parenchymu – ložiskové změny
- Koro-dřeňová diferenciacce
- Dilatace DS (pánvička, kalichy)
- Konkrementy
- Urétery – dilatace, obsah – konkrementy
- Moč. měch. – tvar, velikost, obsah, šíře stěny, okolí

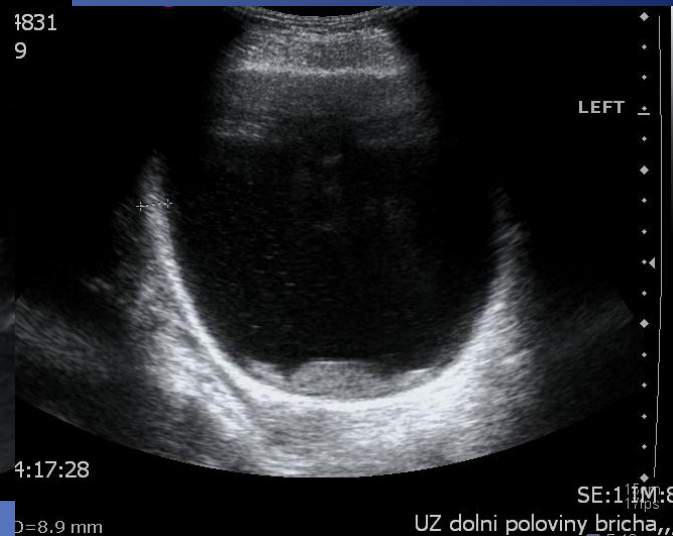
Normální ledvina



Pyelonefritida



Cystitida



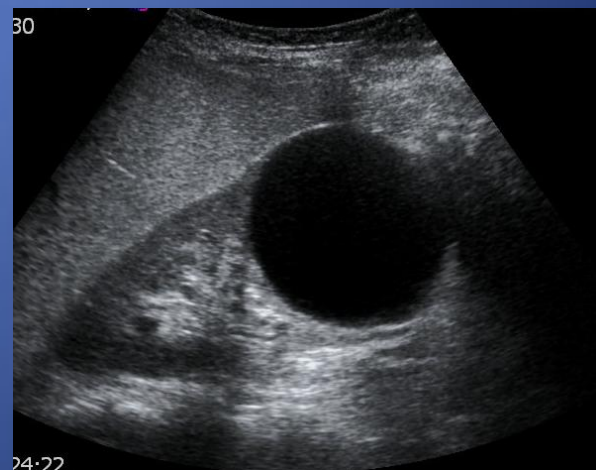
Ren duplex



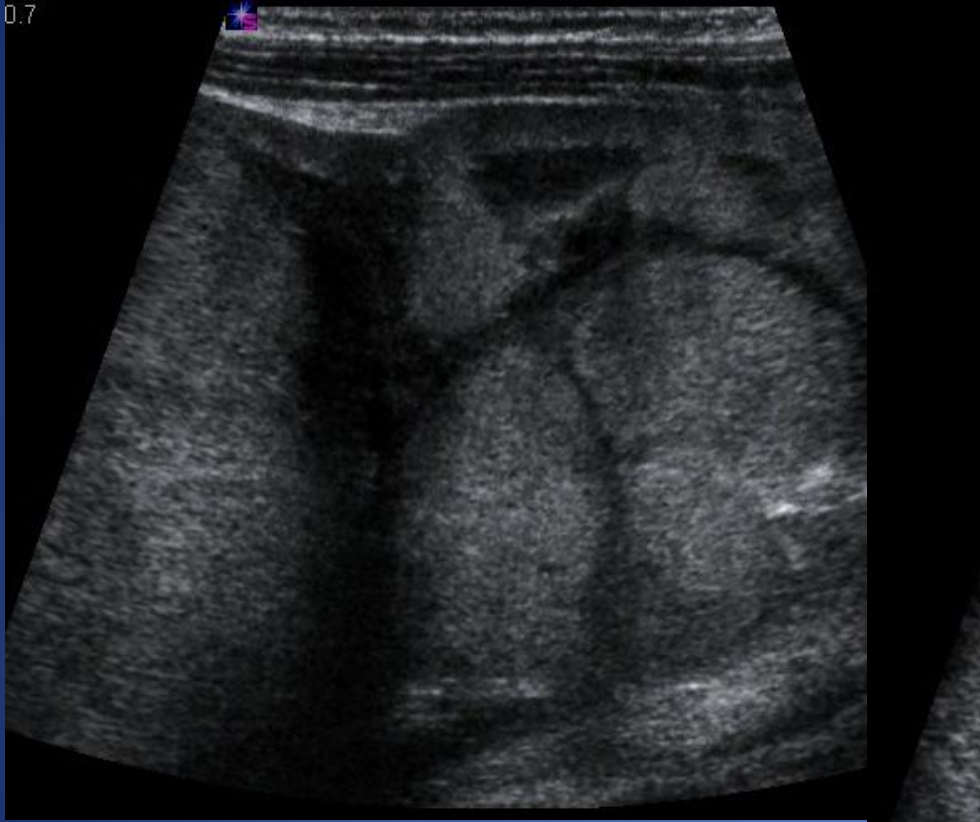
Konkrement v ureteru



Cysta ledviny

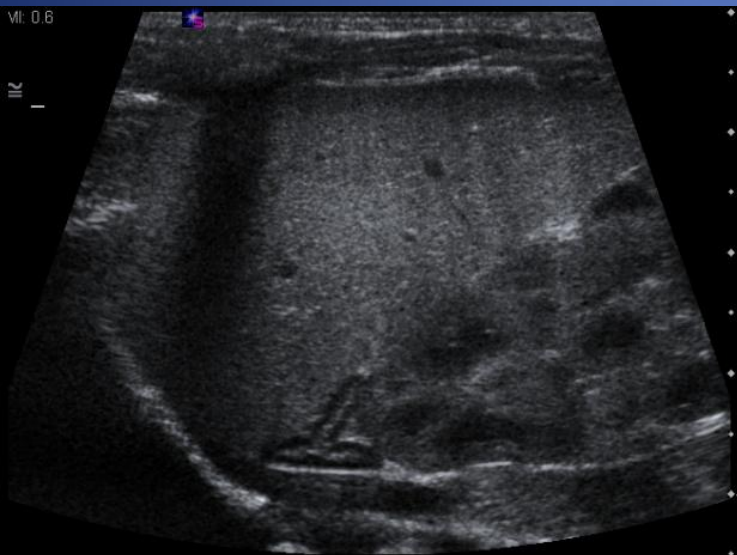


Wilmsův tumor (nefroblastom)

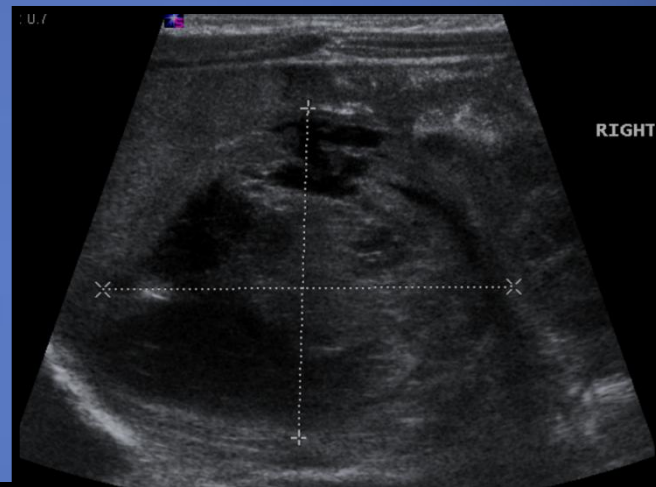


Nadledviny – hodnotíme velikost, tvar, ložiskové změny – normální nadledviny jsou na UZ prakticky nediferencovatelné, výjimku tvoří malé děti, u kterých je můžeme vidět lineární sondou

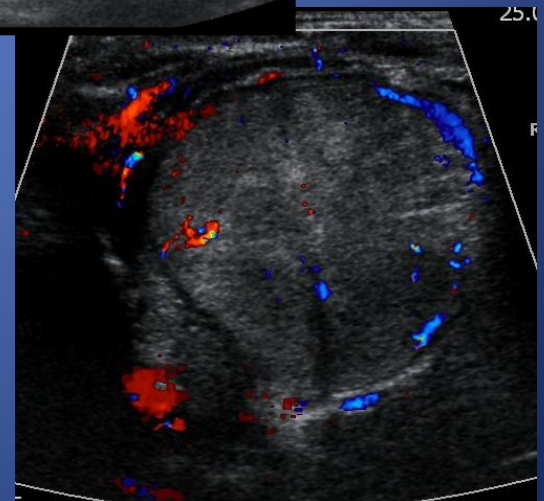
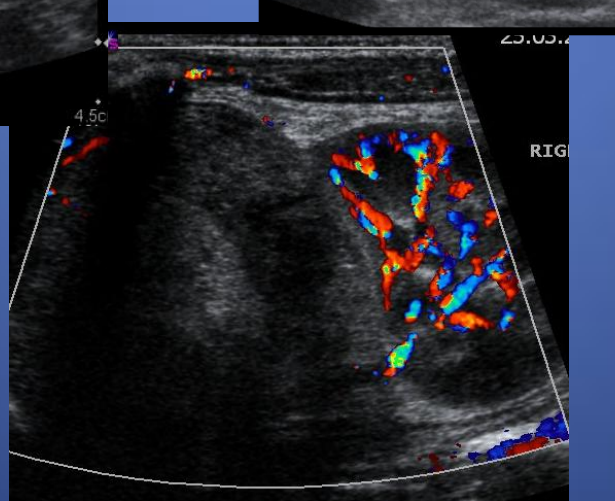
Normální nadledvina



Prokrváčená nadledvina



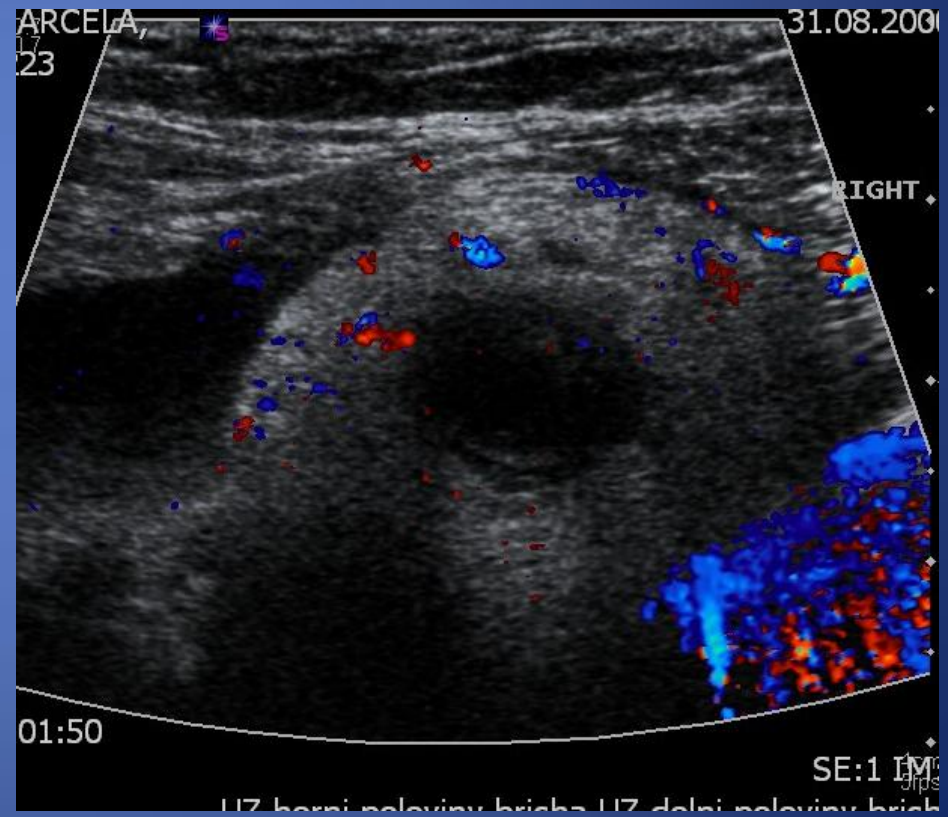
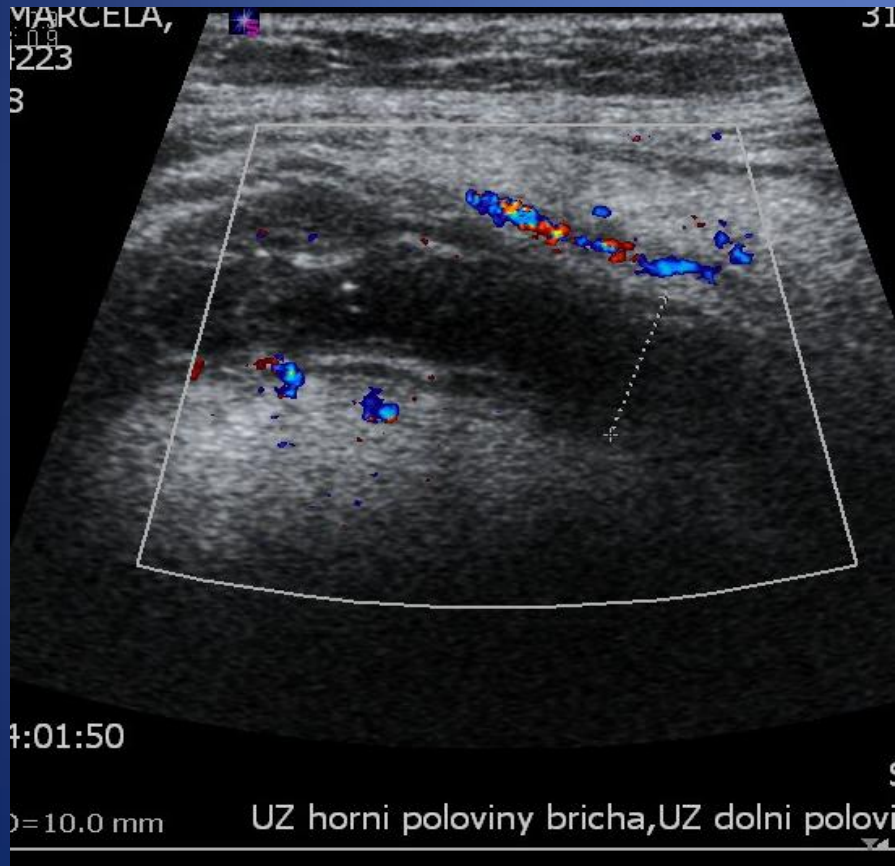
Neuroblastom nadledviny



UZ žaludku a střev

- může být obtížné kvůli přítomnosti plynu ve střevních kličkách
- jejunum, ileum, tračník
- šíře stěny, řasy, sekrece
- vaskularizace stěny
- oblast Bauhinské chlopně a TEI
- appendix
- mesenterium – tuk, LU, cévy
- kardie na přítomnost GER
- pylorus – hypertrofická stenóza pyloru

Appendicitis



Invaginace



UZ kardie k vyloučení GER



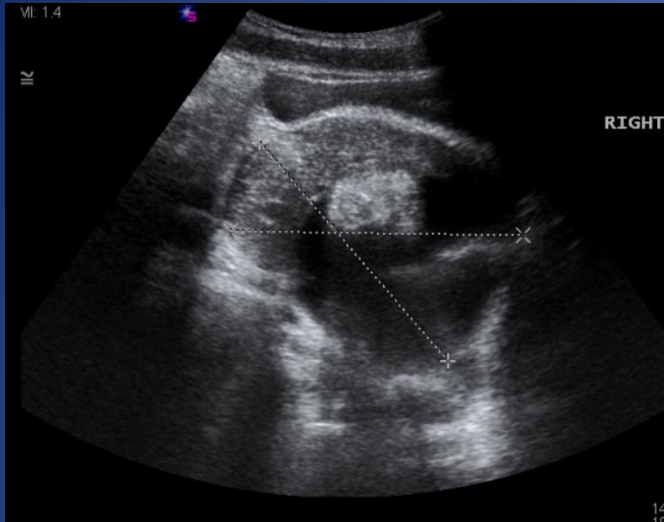
Hypertrofická stenóza pyloru



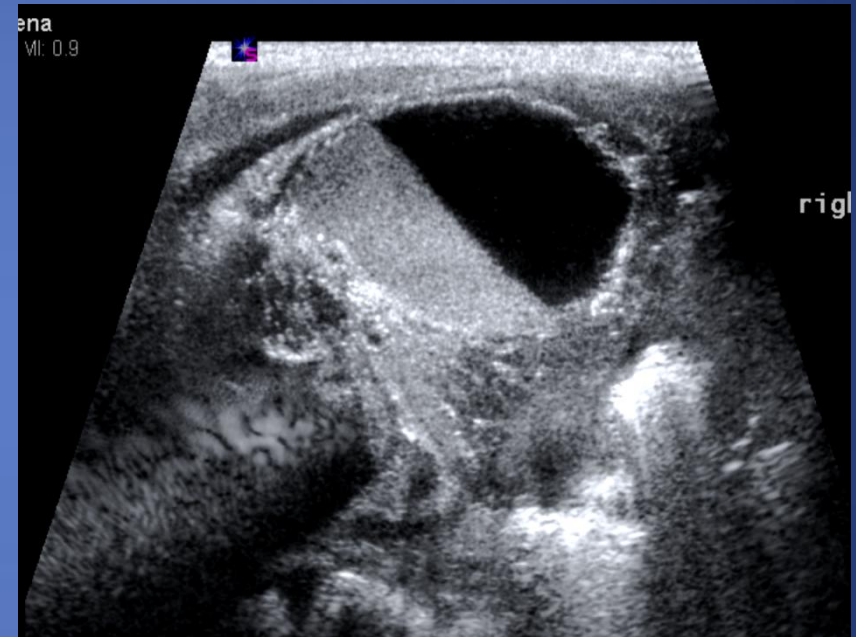
UZ malé pánve

- děloha- velikost, endometrium, myometrium (předčasná puberta)
- vaječníky – velikost, cysty, vaskularizace (zánětlivé změny, TU léze, torze)
- prostata
- močový měchýř a jeho okolí, CD – volná tekutina
- Vyloučení gravidity, event. určení délky gravidity

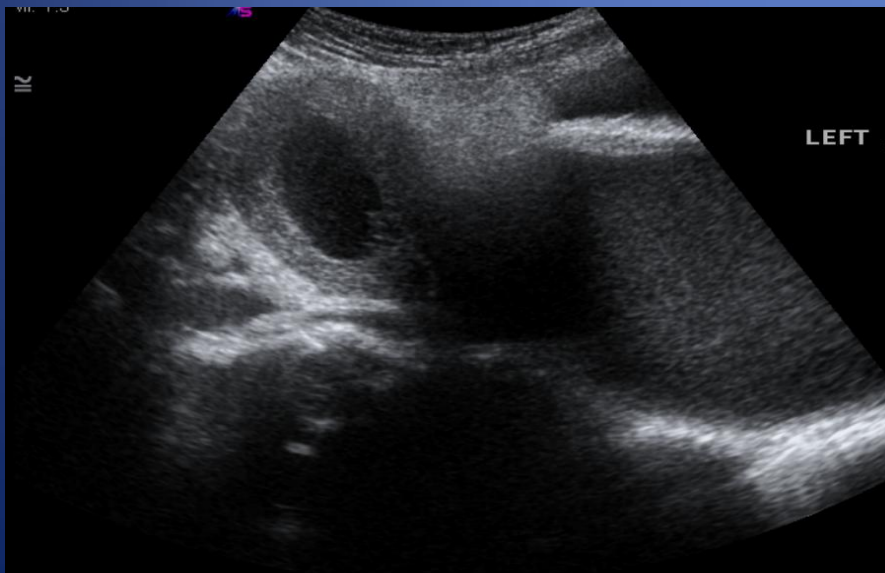
Teratom pravého ovaria



Ovariální cysta se zahuštěným obsahem



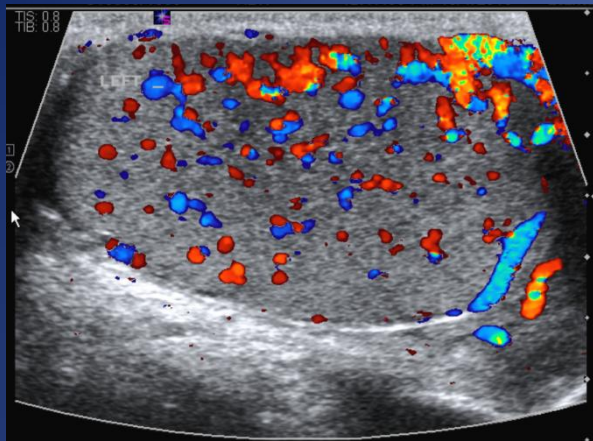
Hematocolpometra



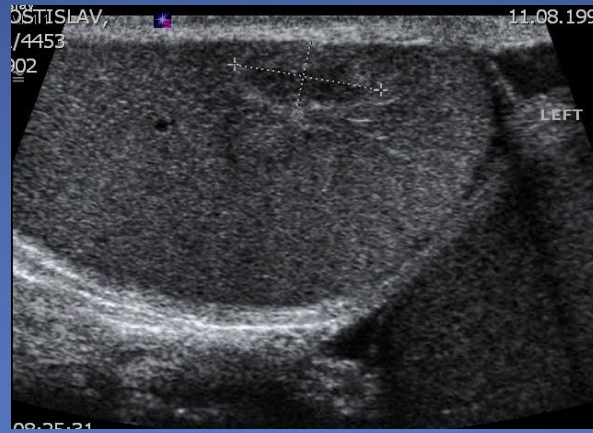
UZ skrota

- Varlata – velikost, struktura, vaskularizace – záněty, tumory, torze, traumata
- nadvarlata
- Obaly, obsah skrota – hydrokéla, skrotální kýla
- Funiculus spermaticus – cysty
- Dopplerovská vyšetření – absence vaskularizace u torze, varikokéla.

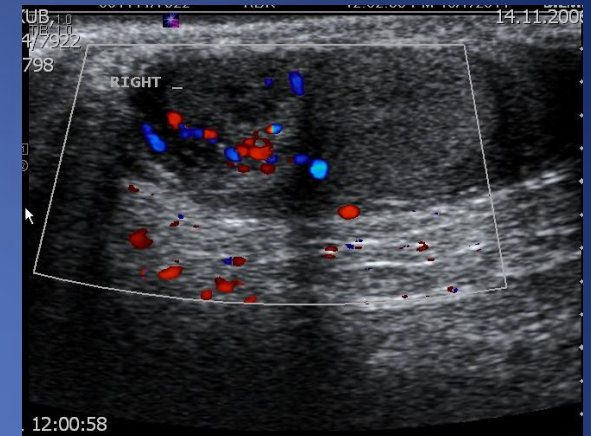
Orchitis



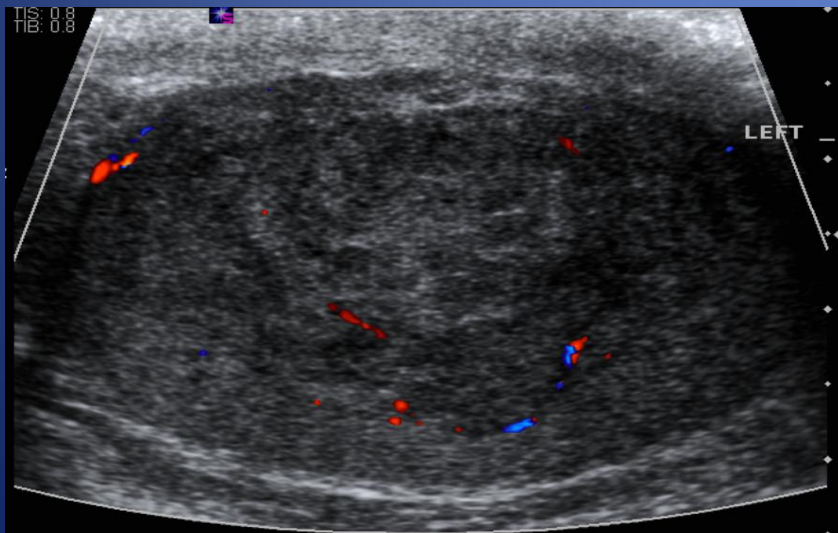
Absces



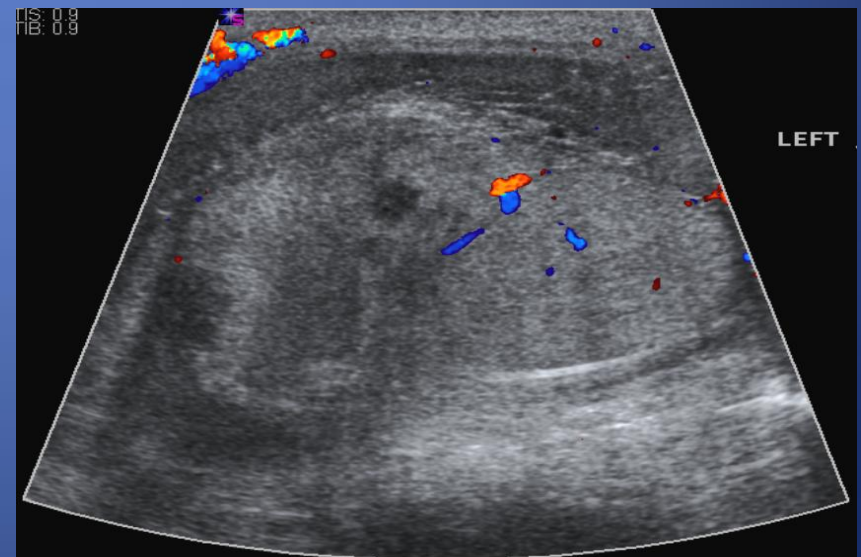
Epididymitis



Embryonální karcinom varlete

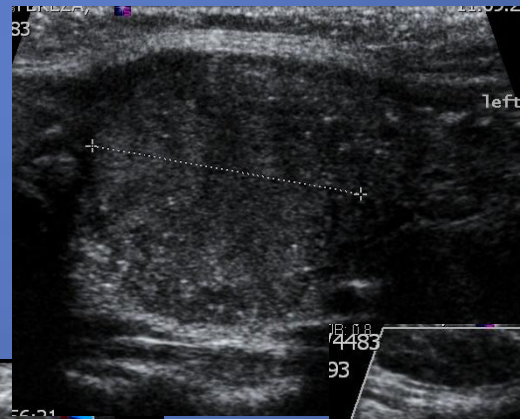
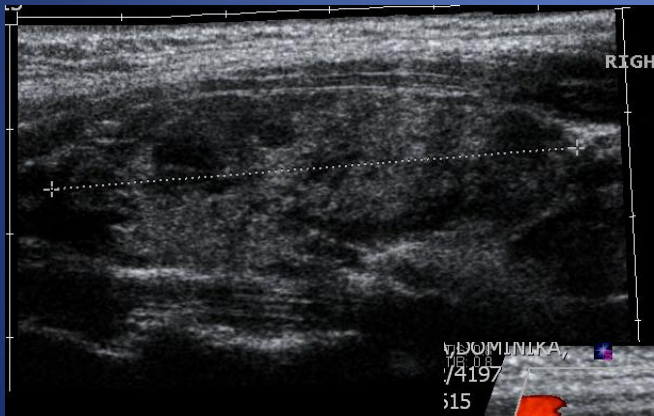
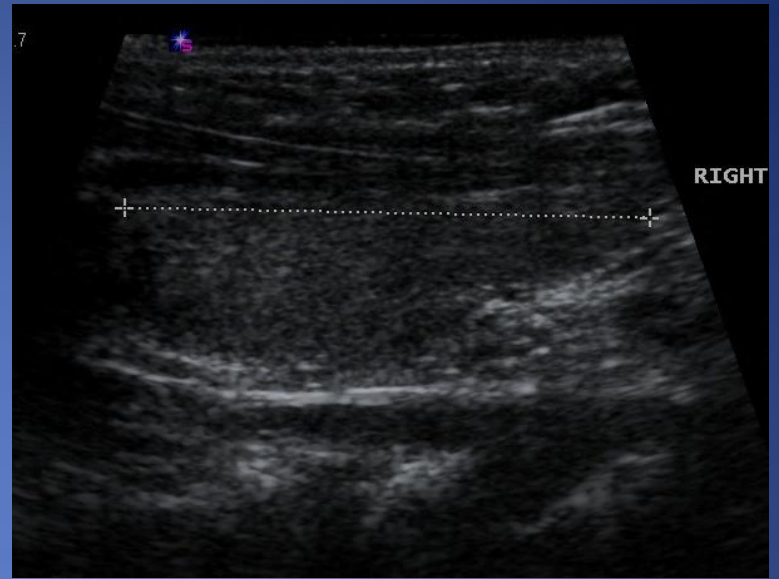
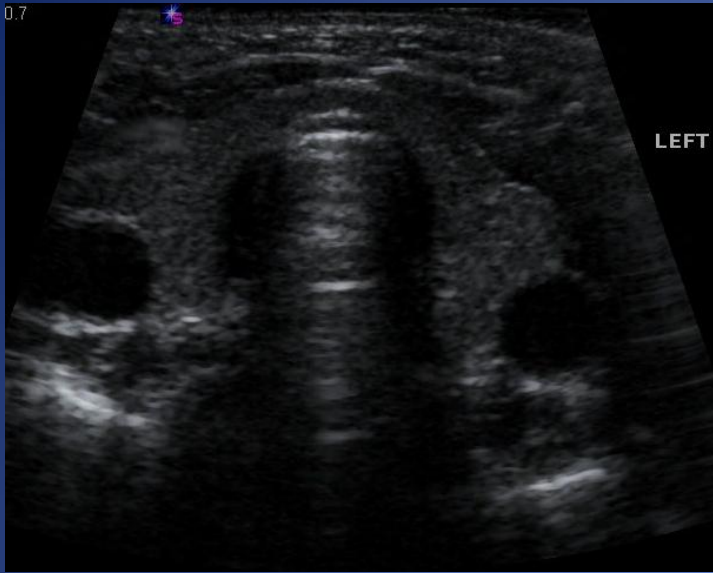


Ruptura varlete

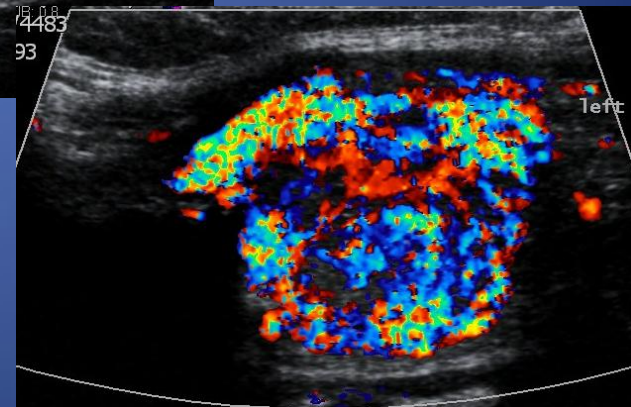
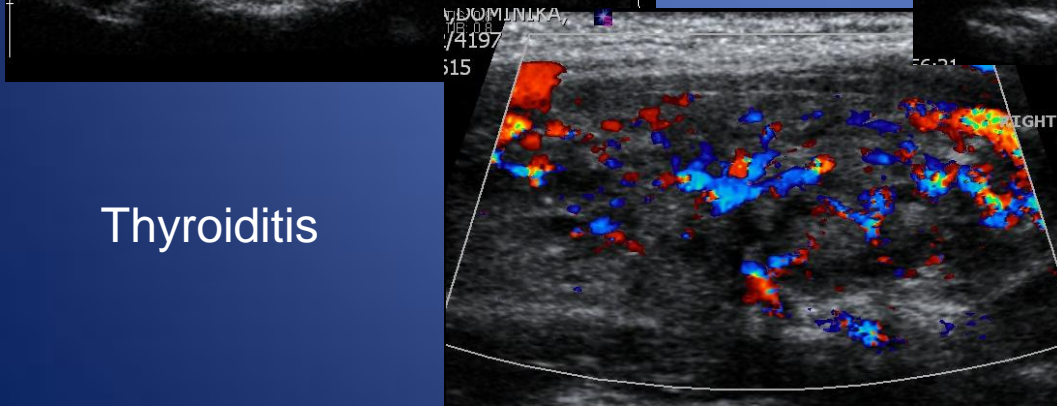


UZ krku

- Štítná žláza – objem laloků, šíře isthmu, struktura, echogenita a vaskularizace parenchymu, ložiskové změny
- LU
- Slinné žlázy – gl. parotis, submandibularis
- měkké tkáně
- velké krční cévy

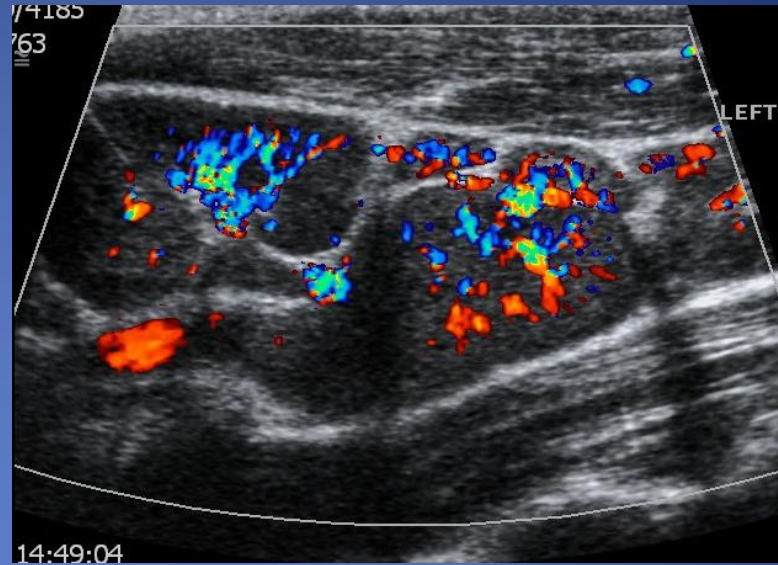
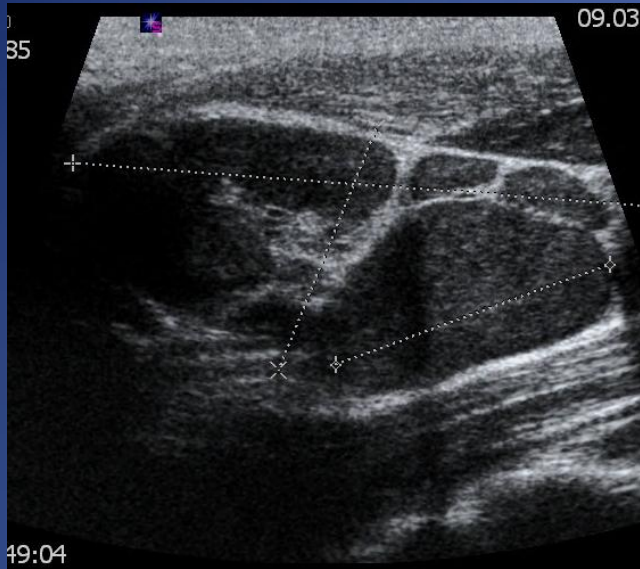


Tumor ŠŽ

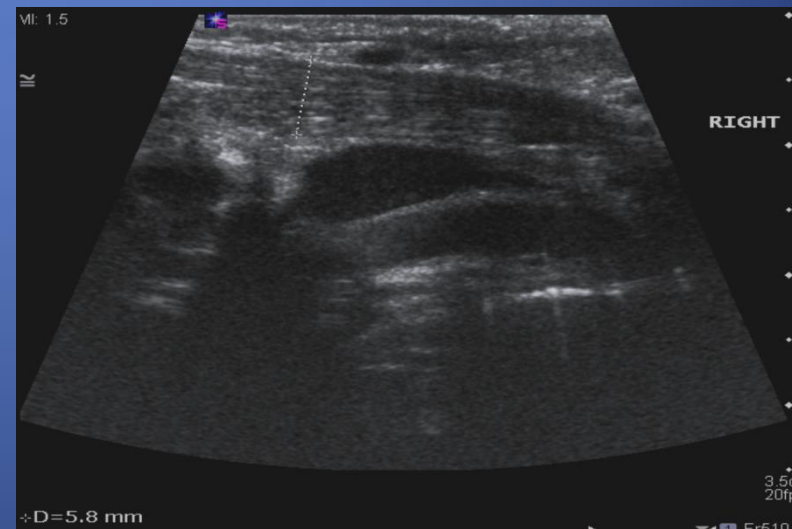
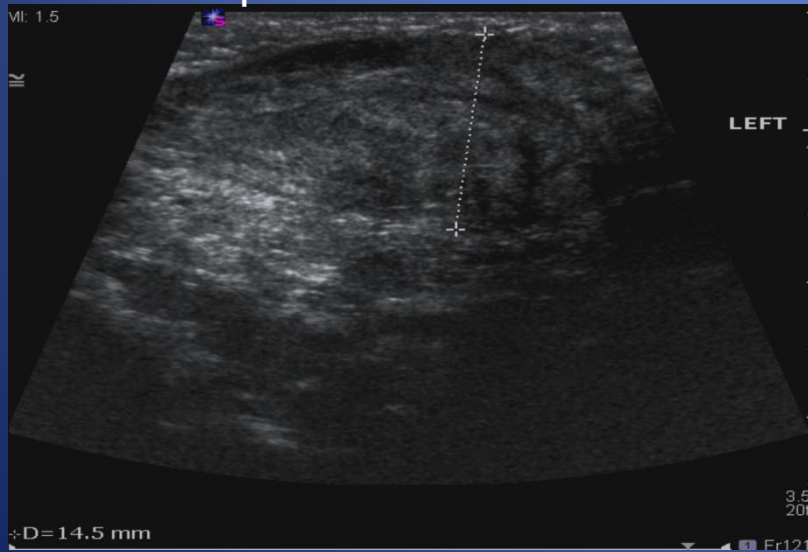


Thyroiditis

Lymfadenitis coli



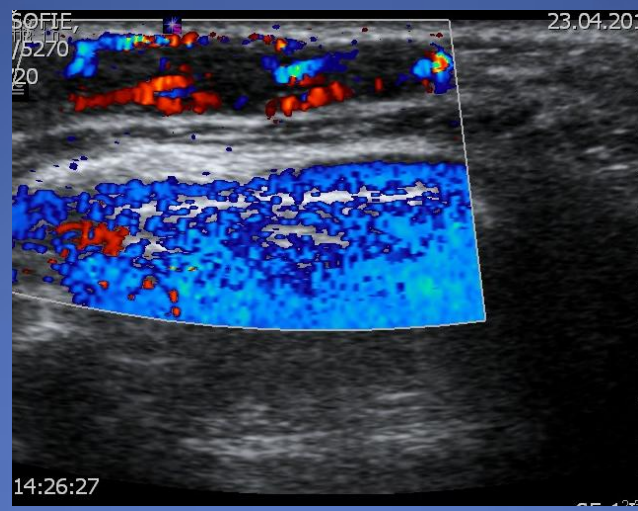
Intramuskulární hematom MSCM – porodní trauma



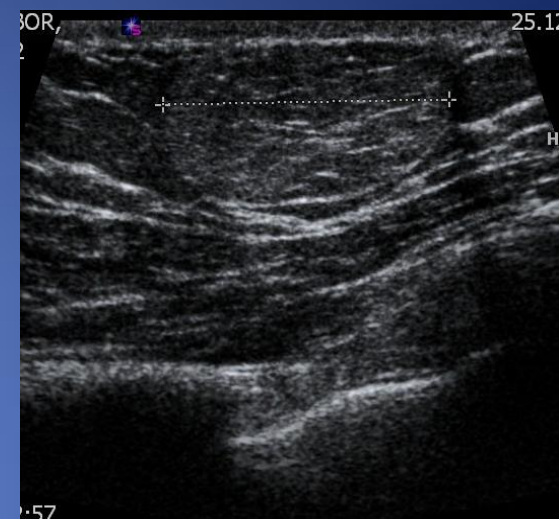
UZ muskuloskeletálního systému a měkkých tkání

- Klouby, šlachy, vazy - zhodnocení měkkých komponent kloubů, odrazů od kostních povrchů, výpotků, synoviality, bursitidy, změny rotátorové manžety, hemarthros
- Svaly – traumata, ložiskové léze, TU
- Kůže a podkoží – zejména hmatné rezistence (lipomy, fibromy, hemangiomy atd..)
- Prsa – u dětí zbytnění základu mléčné žlázy (předčasná puberta, ložiskové změny – cysty, TU..)
- UZ odrazy od periostu

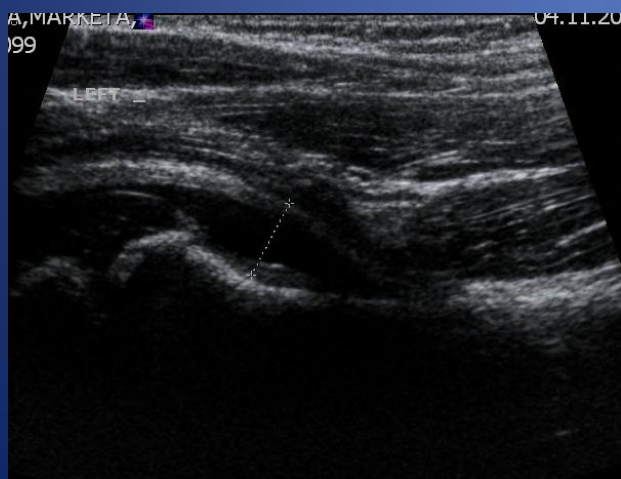
Hemangiom hrudníku



Lipom



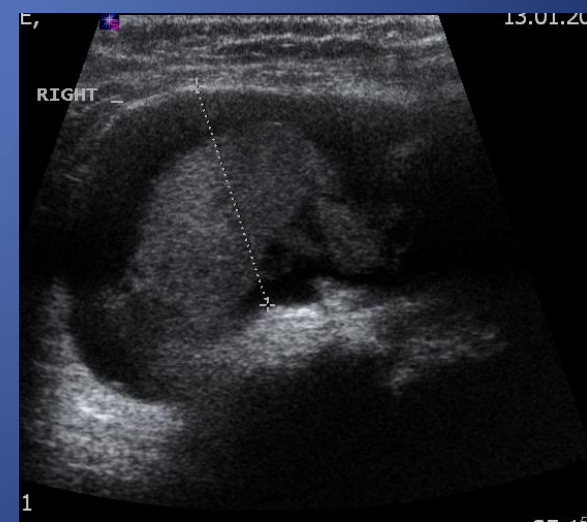
Coxitis



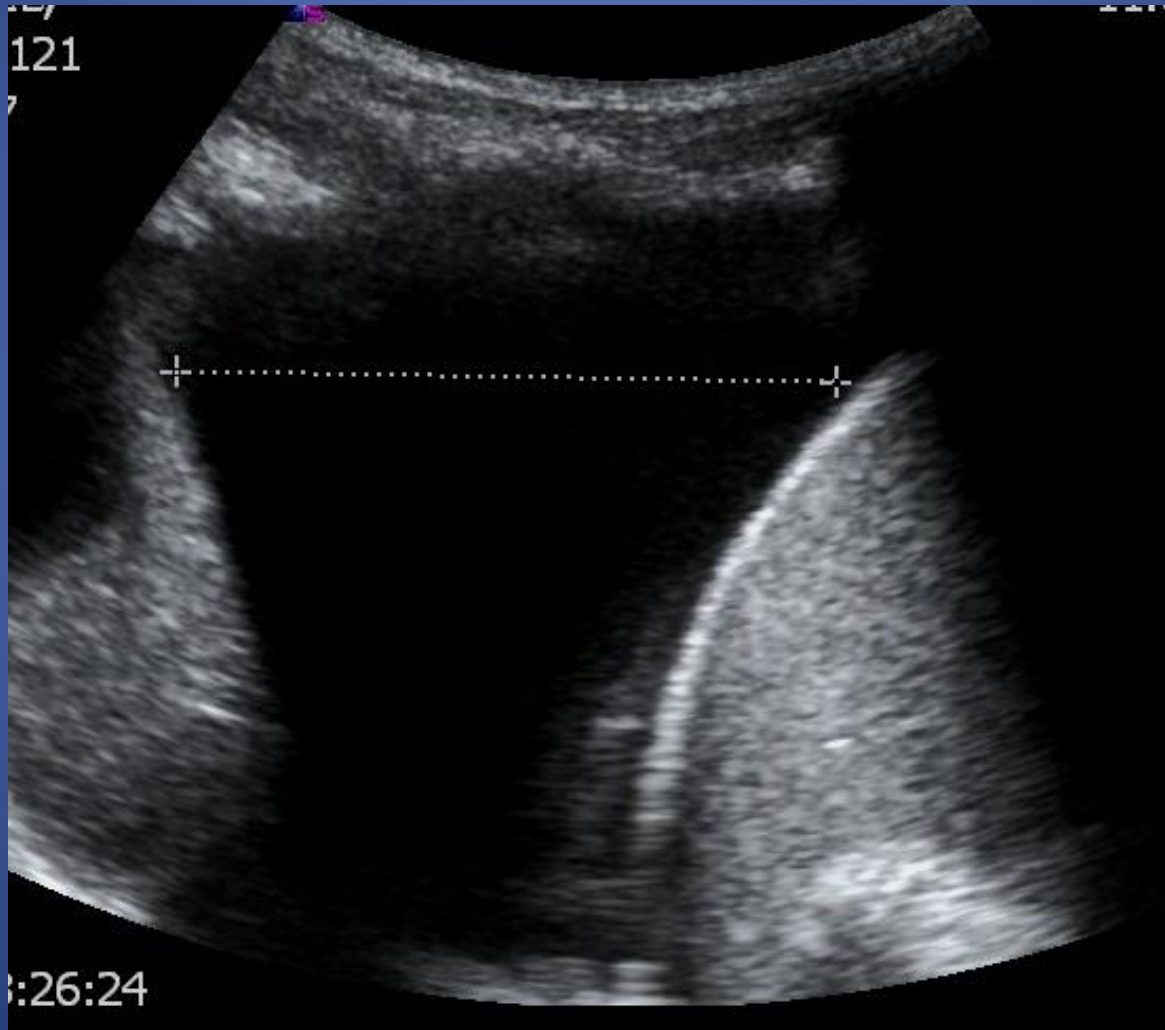
Intramuskulární hematom



Bakerova pseudocysta



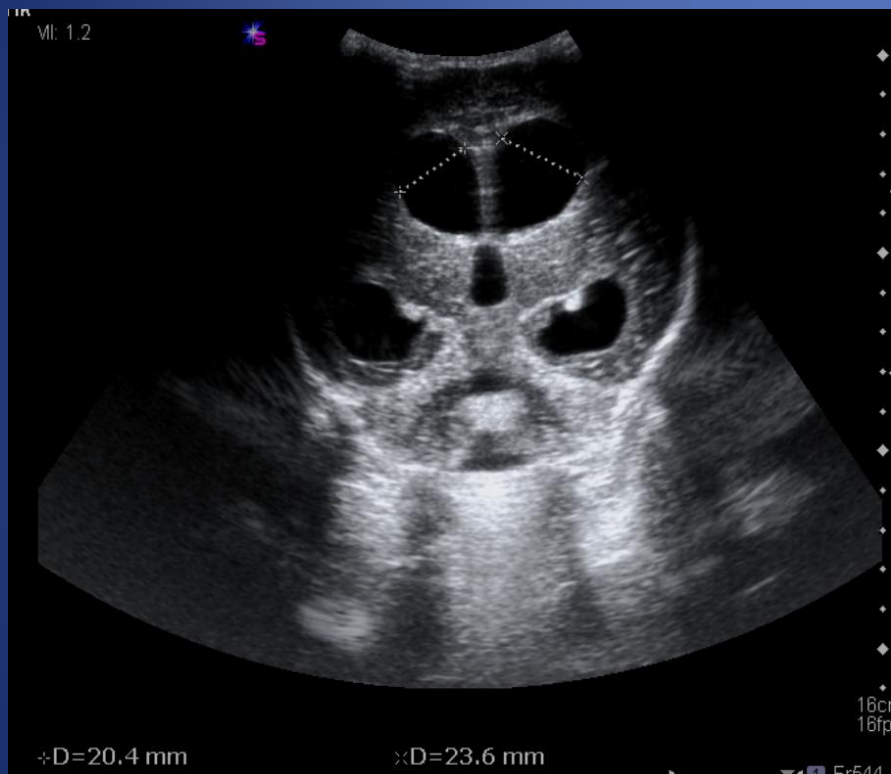
UZ hrudníku k posouzení přítomnosti a velikosti pleurálních výpotků



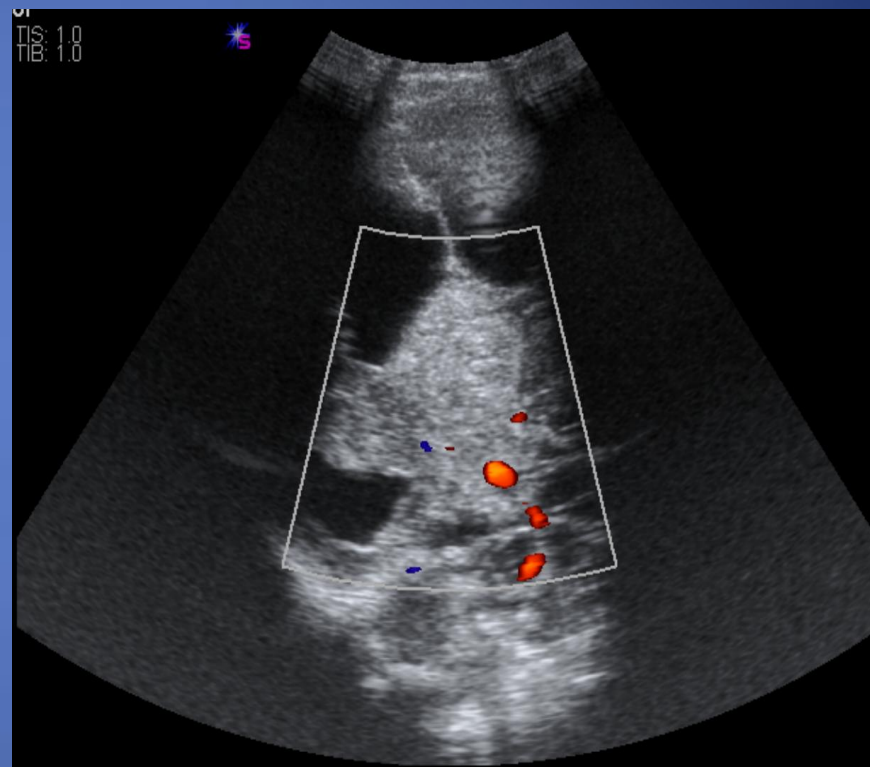
UZ mozku přes velkou fontanelu

- Posuzujeme šíři a obsah komorového systému a zevních likvorových prostorů, strukturu a echogenitu mozkové tkáně, ložiskové změny, přesun středočarových struktur
- Mezi nejčastější indikace patří:
 - Hydrocephalus
 - Vrozené anomálie
 - Hypoxické poškození
 - Krvácení
 - Úrazy
 - Vyklenutí VF – intrakraniální hypertenze

Hydrocephalus



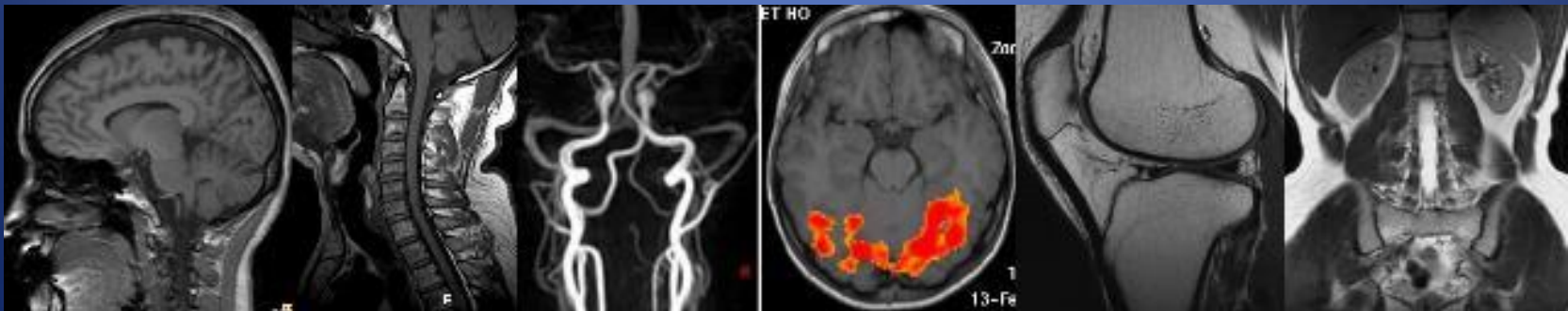
Anaplastický astrocytom



Intervence pod UZ kontrolou

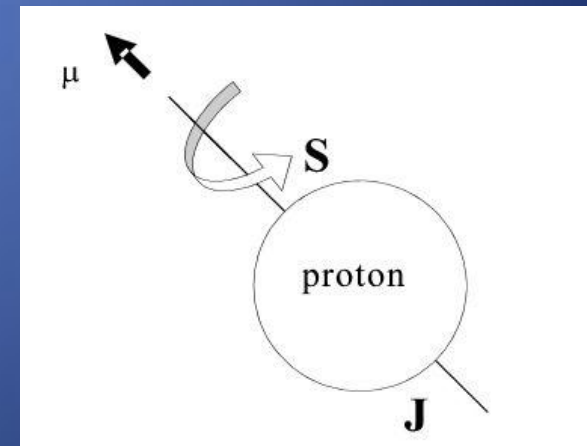
- Diagnostické punkce zejména ledvin a ŠŽ za účelem odběru vzorku tkáně k histologickému vyš. (biopsie)
- Nefrostomie, drenáže patologických tekutinových kolekcí (cysty, abscesy)
- Pleurální punkce – drenáž výpotků
- Na sále využití UZ peroperačně např. u neurochirurg. operací
- Hydrostatická desinvaginace na sále pod UZ kontrolou

Základní principy magnetické resonance



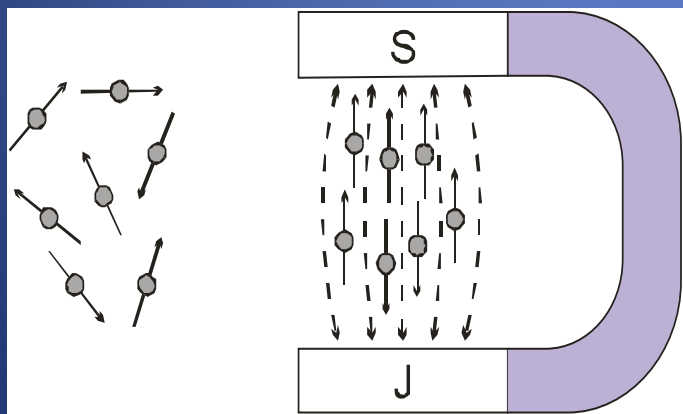
Základní principy magnetické resonance

- Zobrazování magnetickou resonancí je založeno na principu zjišťování změn magnetických momentů souborů jader prvků s lichým protonovým číslem uložených v silném statickém magnetickém poli po aplikaci radiofrekvenčních pulzů
- Magnetická resonance tedy nevyužívá k zobrazení RTG záření!!!
- Okolo každé elektricky nabité částice, která je v pohybu, vzniká magnetické pole
- Protony v atomovém jádře rotují okolo své osy = spin a jako každá pohybující se nabitá částice vytvářejí ve svém okolí magnetické pole, které lze charakterizovat magnetickým momentem – lze si je představit jako miniaturní magnety.



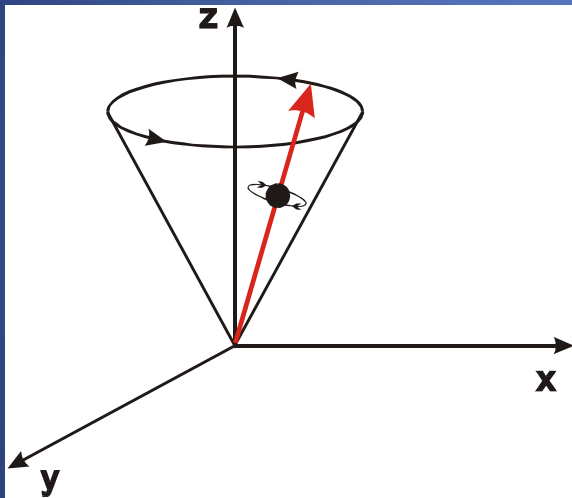
- Atomová jádra se sudým protonovým číslem se nechovají magneticky – tyto malé magnety se spojí ve dvojicích opačnými póly k sobě.
- Jádra s lichým počtem protonů mají vždy jeden nepárový, vykazují magnetický moment, k okolí se chovají magneticky
- Atom vodíku H obsahuje v jádru jediný proton, je hojně obsažen ve tkáních, proto se využívá v MR diagnostice.

- Vložíme-li zkoumanou tkáň do silného zevního magnetického pole dojde k uspořádání magnetických momentů protonů do jednoho směru (ve skutečnosti jde o dva opačné směry z nichž jeden převažuje)



Orientace vektoru magnet. momentu může být tzv. paralelní nebo antiparalelní. Paralelní orientace je energeticky méně náročný stav → nepatrně převažuje → zvolený okrsek tkáně proto vykazuje určitý vlastní celkový magnetický moment M_0

- V takovémto stavu vykonávají protony kromě pohybu kolem své osy (spinu) ještě pohyb, který označujeme *precese* - pohyb po plášti pomyslného kužele.



Frekvenci precesního pohybu udává tzv. Larmorova rovnice:

Úhlová frekvence

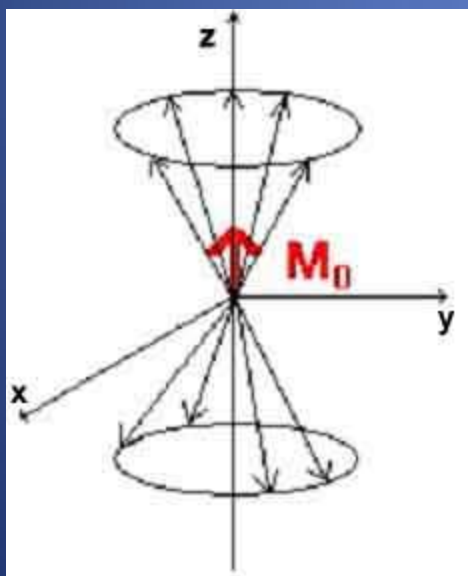
$$\omega = \gamma \cdot \mathbf{B}_0$$

Intenzita vnějšího magnetického pole

Gyromagnetický poměr

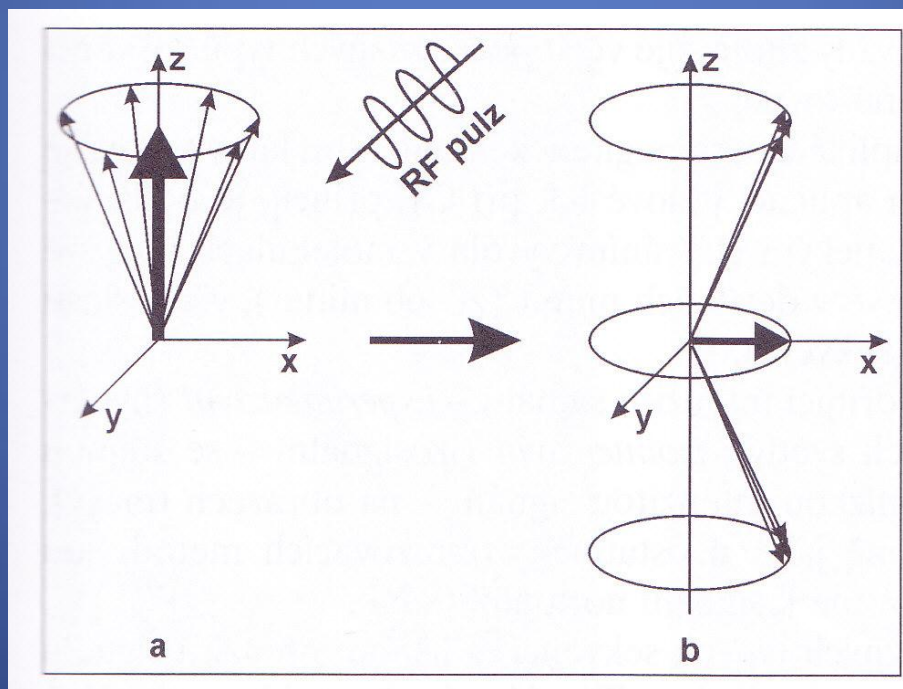
Např. pro vodík H1 je gyromagnetický poměr = 42,58MHz/T (269,2T⁻¹), tzn., že v poli B₀ = 1,5T budou mít vodíková jádra frekvenci precesního pohybu f₀ = cca 64MHz

- Směr magnetického momentu každého jednotlivého precesujícího protonu se v čase mění a precesující protony se pohybují v různých fázích (jsou nakloněny v daném čase různým směrem), čímž dochází ke vzájemnému vyrušení jejich vlivu na úhrnný vektor magnetizace tkáně v rovině os x a y.
- Vektor výsledné tkáňové magnetizace M_0 má tedy směr totožný se směrem vnějšího magnetického pole B_0 - podélná magnetizace



Vektor podélné složky tkáňové magnetizace nelze měřit. K tomu, abychom jej "zviditelnili" a mohli změřit, se snažíme dosáhnout jeho vychýlení ze směru osy z do roviny xy. Toho lze dosáhnout dodáním energie vhodnou formou, např. elektromagnetickými impulsy, označovanými také jako radiofrekvenční impulsy (RF impulsy).

- Jestliže je nyní aplikován radiofrekvenční pulz o takové frekvenci, která je totožná s frekvencí precese protonu (Larmorova frekvence), dojde na principu resonance ke sjednocení fáze všech precedujících protonů a vzniku příčné složky vektoru tkáňové magnetizace ve směru osy x, y



- Po skončení RF pulzu dochází postupně k návratu do původního stavu
- Čas, za který k tomu dojde se označuje jako relaxační čas
- Čas nutný k návratu vychýleného magnetického momentu je označován jako *relaxační čas T1*
- Čas nutný k rozsynchronizování precese protonů *jako relaxační čas T2*
- Oba jsou závislé především na složení hmoty v okolí zkoumaných protonů
- Signál, který získáme po sérii různých RF impulzů má stejný charakter – jde o elektromagnetické vlnění, který lze registrovat pomocí přídavných cívek (v podstatě antén) a měřit jeho velikost.
- Série RF impulzů nutná k získání měřitelného signálu je označována jako *sekvence*
- K vysílání a přijímání signálů se používá buď stejná nebo různé cívky

- Abychom získali co nejkvalitnější obrazy, musí být především přijímací cívka uložena co nejbližší k vyšetřované oblasti – proto se pro vyš. Různých částí těla používají různé přijímací cívky.

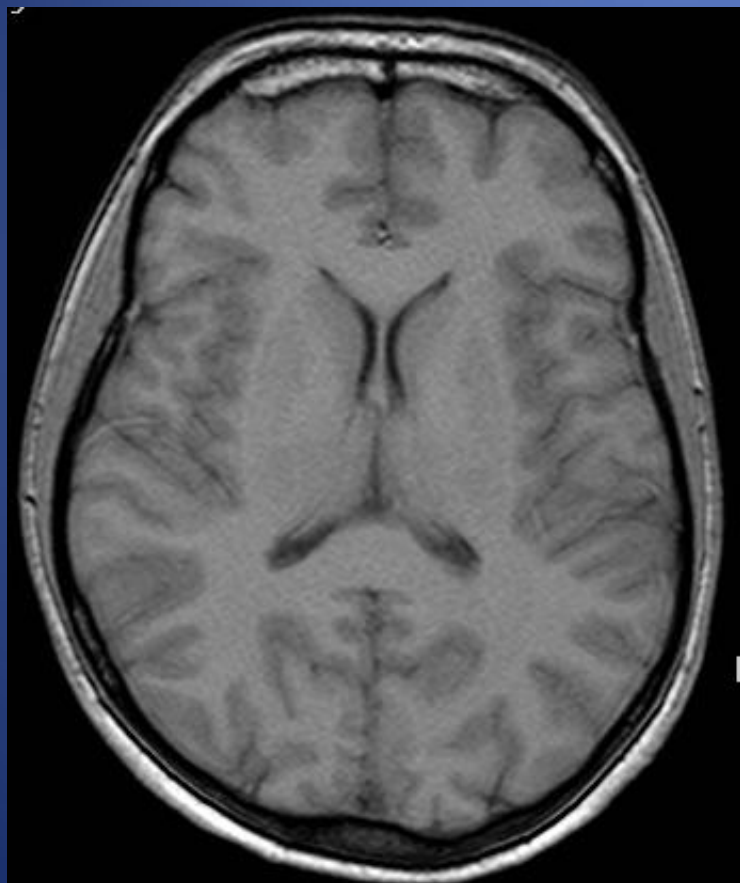


- Při vyšetření zhotovujeme vrstevné obrazy pomocí různých typů sekvencí, které nás informují o rozdílech v relaxačních časech T1 nebo T2 – *T1 vážená sekvence, T2 vážená sekvence* (základní sekvence)
- Pro získání úplné informace je třeba porovnat intenzitu signálu stejného místa při různých typech sekvencí, proto se prakticky vždy zhotovuje větší počet různých typů sekvencí a využívá se možnosti získat vrstevné obrazy v libovolné rovině
- Délka vyšetření se pohybuje řádově v desítkách minut, v závislosti na rychlosti přístroje a počtu zhotovených sekvencí.

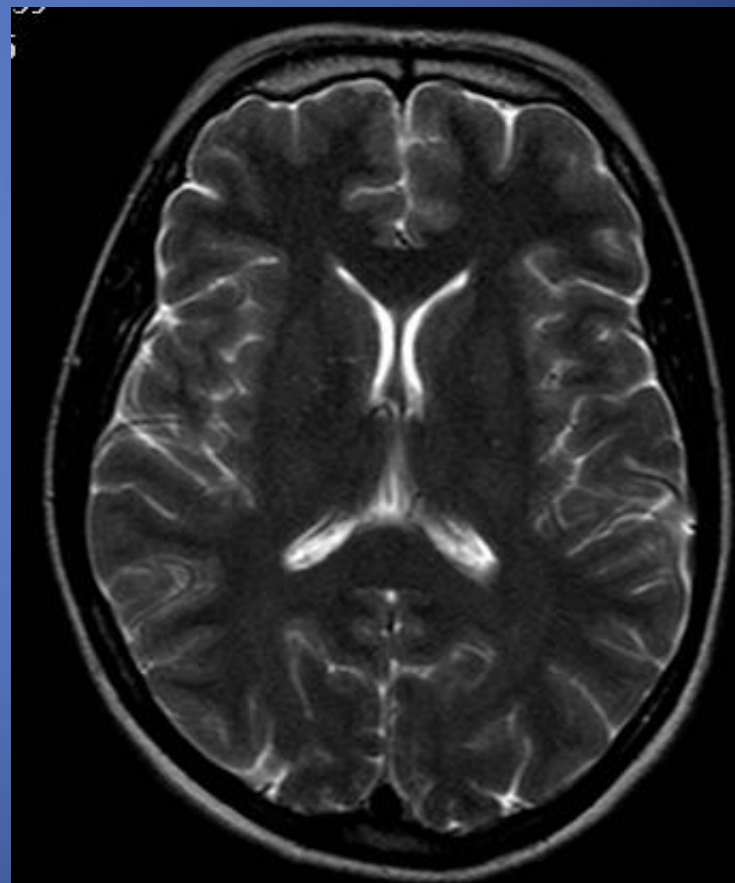
Intenzita signálu

- Při popisu MRI vyšetření využíváme termíny vyjadřující intenzitu signálu
 - *Hyperintenzivní (hypersignální)* – s vysokou intenzitou signálu – na obrazech světlý
 - *Hypointenzivní (hypersignální)* – s nízkou intenzitou signálu – na obrazech tmavý
 - *Asignální* – bez signálu – na obrazech černý
- Podobně jako u ostatních zobrazovacích metod jsou termíny hyper a hyposignální relativní vztahované k intenzitě normální tkáně
- Je třeba zdůraznit, že stejné struktury mají na různých typech sekvencí různou intenzitu signálu – např. tekutina je na T2 vážené sekvenci hypersignální, na T1 vážené sekvenci hyposignální.

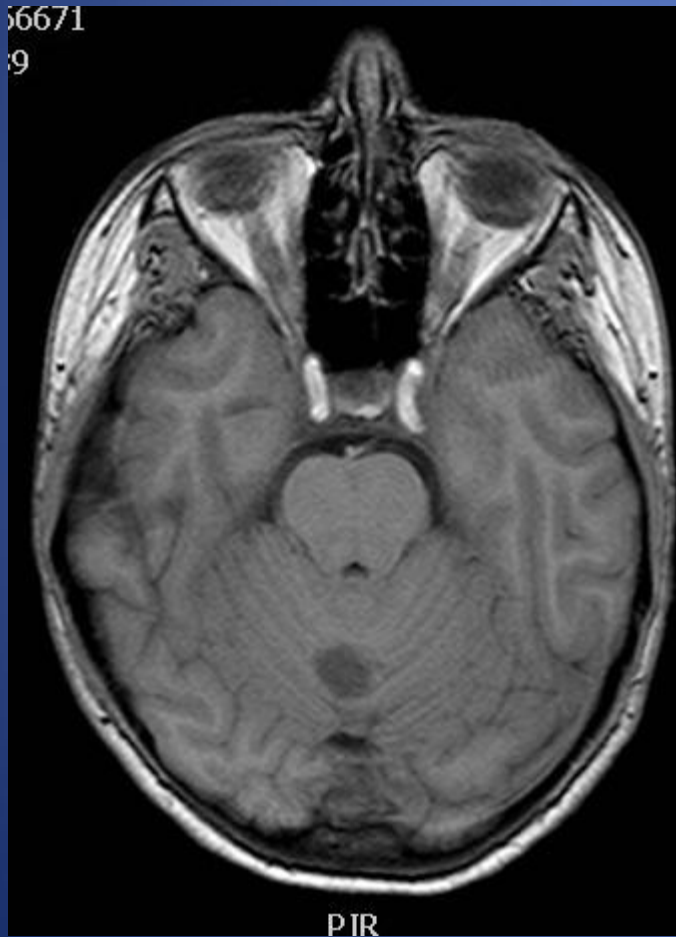
T1 vážená sekvence



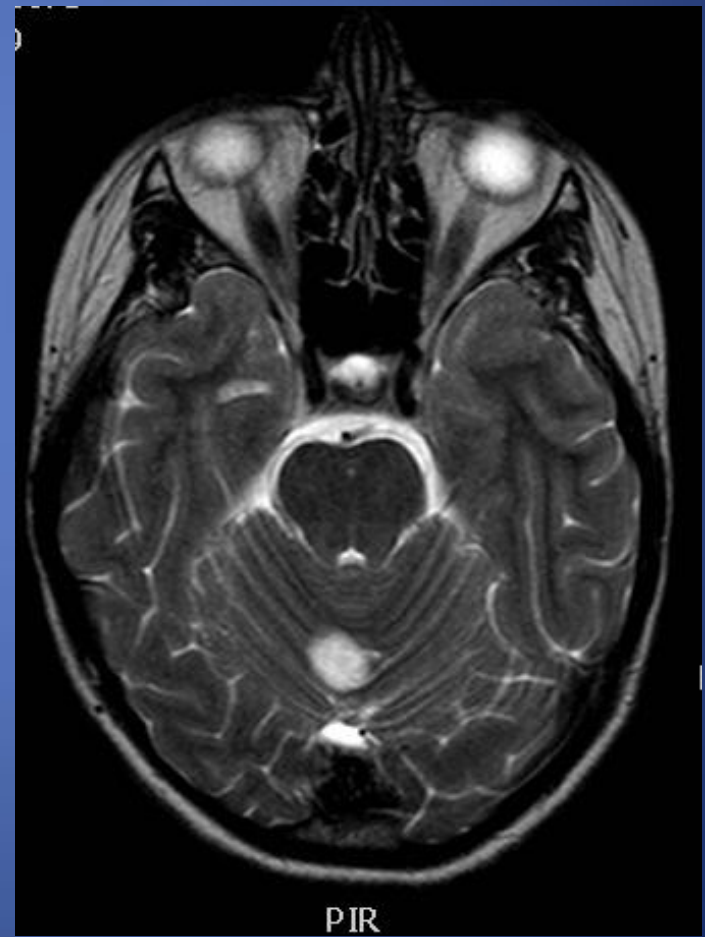
T2 vážená sekvence



T1



T2



Výhody MR

- Neinvazivní vyšetření
- Nepřekonatelný měkkotkáňový kontrast
- Možnost zhotovení jakékoliv roviny řezu
- MR angiografie, ERCP bez nutnosti podání k.i.
- K.i. pro MR na bázi gadolinia mají minimální riziko vzniku alergické reakce.

Nevýhody MR.

- Silné magnetické pole
- Vysoká cena vyšetření
- Délka vyšetření (až 60 min)
- Nízká dostupnost – dlouhé čekací doby
- Omezený vyšetřovací prostor (klaustrofobie)

Absolutní kontraindikace MR vyš.

- Kardiostimulátor
- ICD – implantabilní kardiovertor – defibrilátor
- Aneuryzmatické cévní svorky (klipy), pokud není písemně doložena jejich MR kompatibilita
- Elektronické implantáty (kochleární, inzulinová pumpa atd.), pokud není písemně doložena MR kompatibilita
- Kovová cizí tělesa z jiného než prokazatelně nemagnetického kovu : - intrakraniálně
- intraorbitálně

Relativní kontraindikace

- Klaustrofobie - strach z uzavřených prostor
- První 3. měsíce těhotenství - pouze úzus, není přesně zjištěn vliv na plod
- Piercing, tetování = kovové partikule
- Kloubní náhrady, osteosyntetický materiál a dentální implantáty méně než 6 týdnů po implantaci, pokud není písemně doložena jejich MR kompatibilita
- Stenty (cévní výztuže), žilní filtry, kovový embolizační materiál méně než 6 týdnů po implantaci, pokud není písemně doložena jejich MR kompatibilita

Co hrozí pacientovi s kovovým implantátem obecně

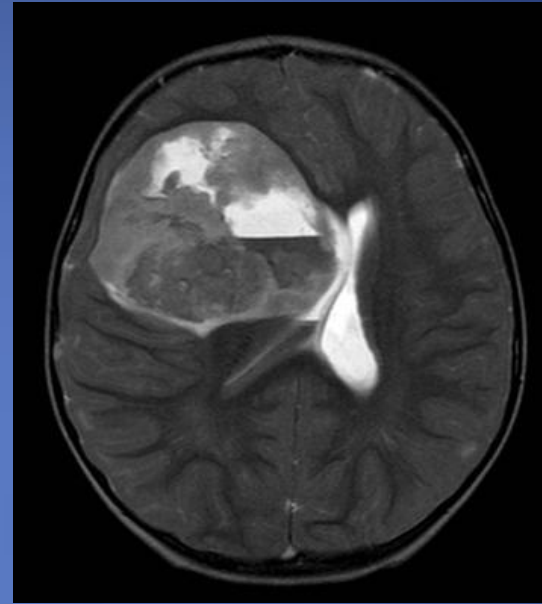
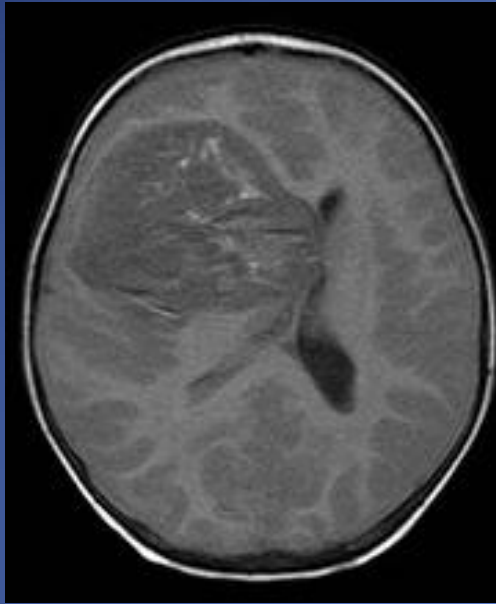
- pohyb nebo dislokace
- ohřátí (zejména velké náhrady kloubů) – nebezpečí termického traumatu
- Nekvalitní vyšetření zatížené artefakty

Indikace k vyšetření MR

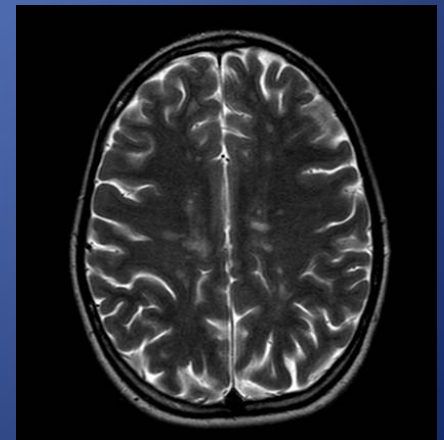
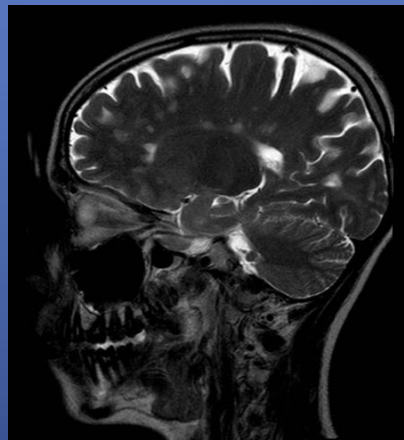
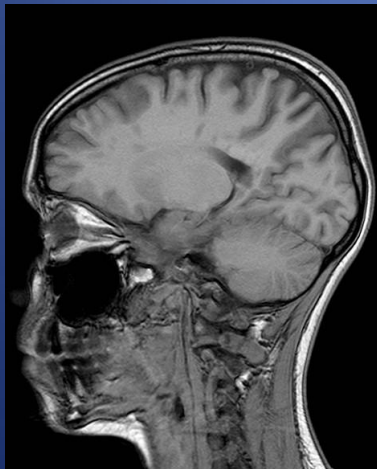
- MR mozku

- nádorová onemocnění
- zánětlivá onemocnění - zvláště pak demyelinizační onemocnění bílé hmoty (roztroušená skleróza)
- Epilepsie
- cévní onemocnění (malformace, aneuryzmata)
- neurodegenerativní onemocnění
- vrozené vady
- hydrocephalus všech typů
- bolesti hlavy
- onemocnění hypofýzy a mozkových nervů
- následky úrazů hlavy, zvláště se zaměřením na difusní axonální poranění

PNET



Roztroušená skleróza



- MR páteře

- degenerativní onemocnění (ploténky, vazy, mícha, míšní nervy)
- metoda volby u nádorových a zánětlivých onemocnění míchy
- spinální traumata – akutní vyšetření

- MR muskuloskeletálního aparátu

- vyšetření ramenního, kolenního, kyčelního, zápěstního, hlezenného kloubu, dále malých kloubů, jako jsou klouby ruky
- MR je suverénní při vyšetření menisků, vazů, chrupavek, svalů
- MR dokonce zobrazí zlomeniny, které nejsou viditelné při běžném rentgenovém vyšetření nebo na CT (což je umožněno zejména identifikací edému)
- průkaz infekcí kostní tkáně (osteomyelitida) a nádorů (metastázy do kostí a kloubů)

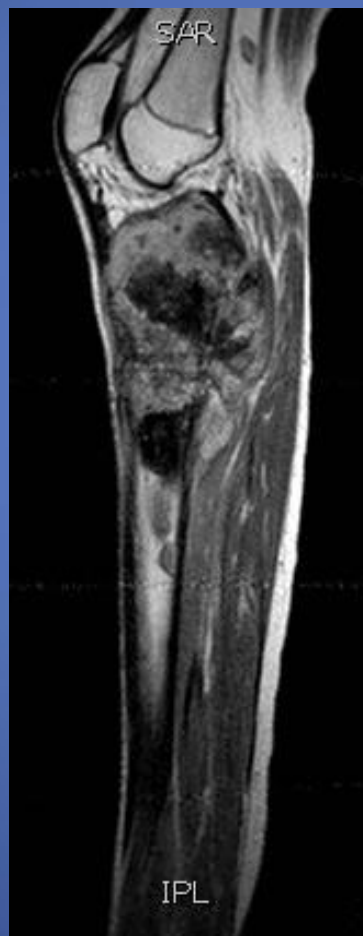
Kompresivní fraktura Th
obratlů



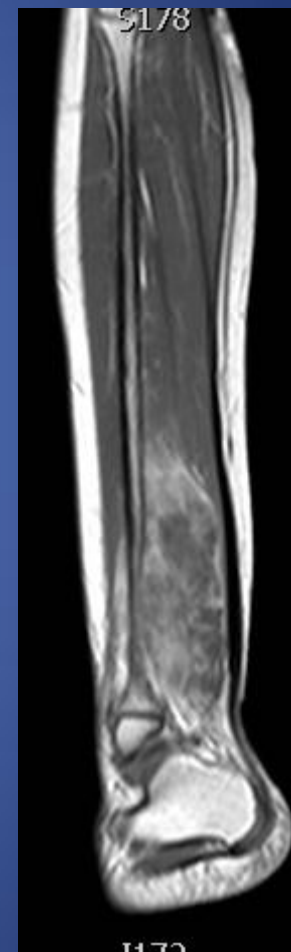
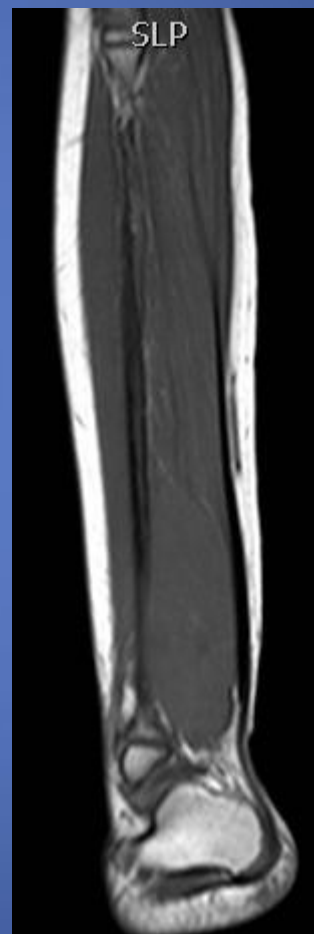
Herniace meziobratlového disku L4/5



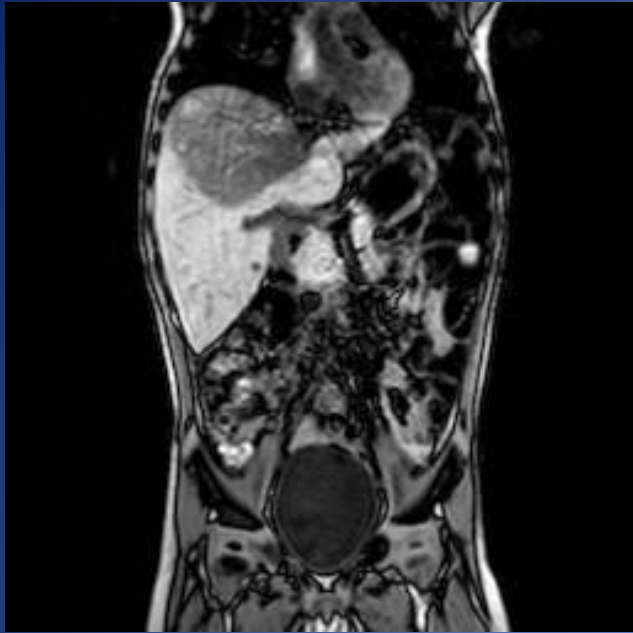
Osteosarkom tibie



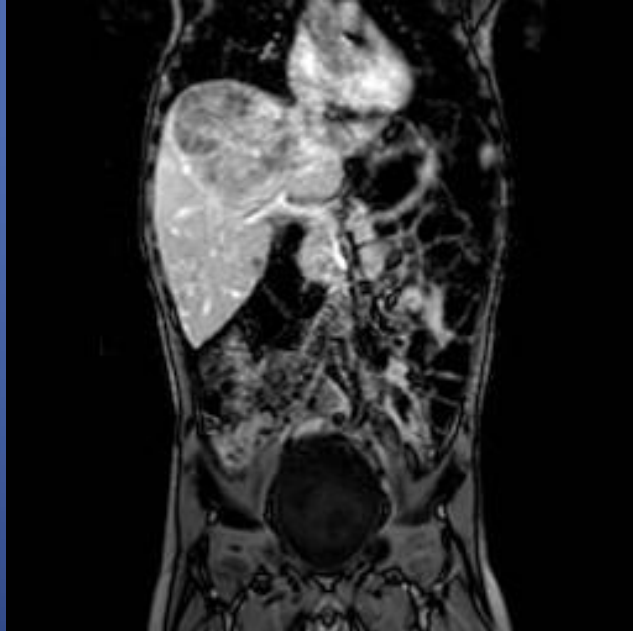
Rabdomyosarkom bérce

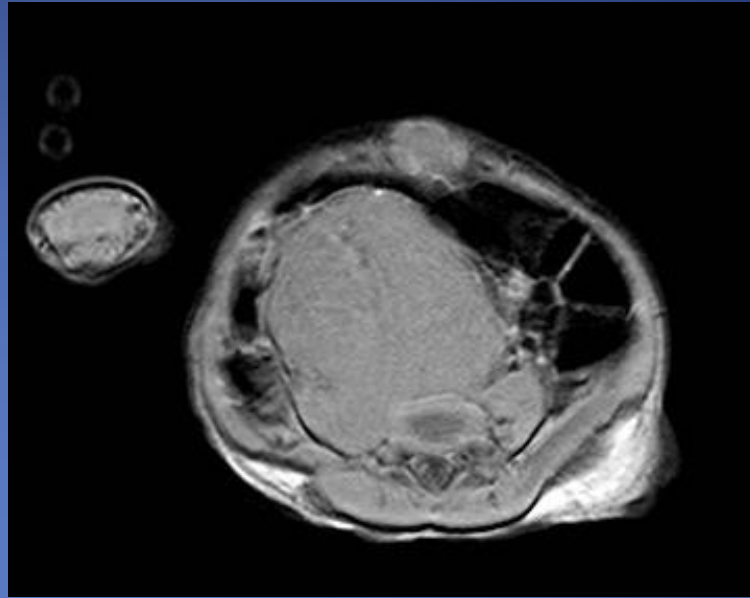


- MR v břišní a pánevní oblasti
 - dif. dg. jaterních lésí
 - dif. dg. tumorů pankreatu
 - dif. dg. tumorů ledvin
 - staging tumorů děložního čípku a endometria
 - MR enterografie (u Crohnovy choroby)
 - cholangiopankreatografie, tzv. MRCP (neinvazivní obdoba ERCP)
 - MRU (obdoba klasické IVU bez nutnosti podání k.I)

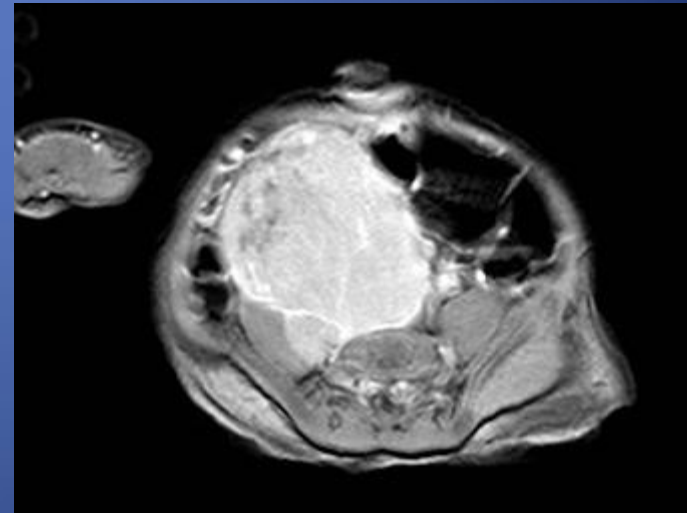


Hepatocelulární
karcinom

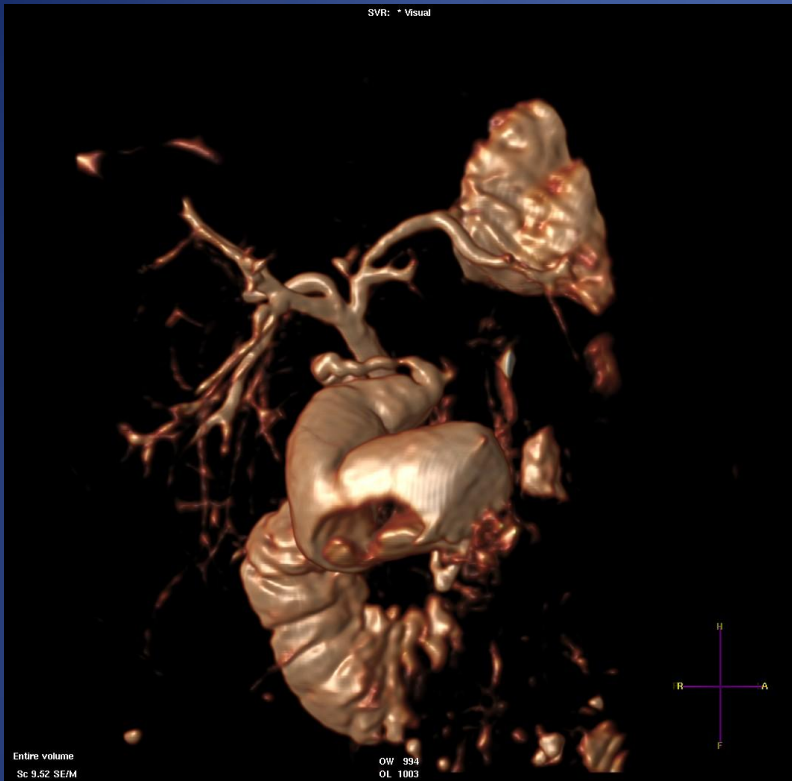




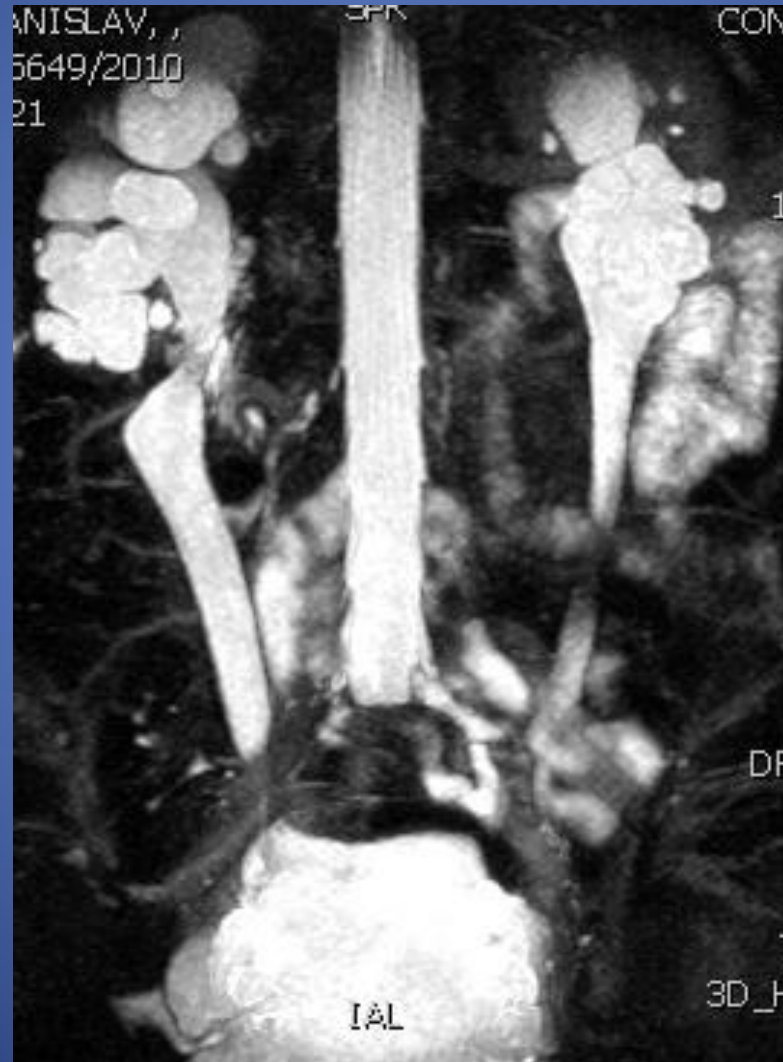
Neuroblastom



MRCP



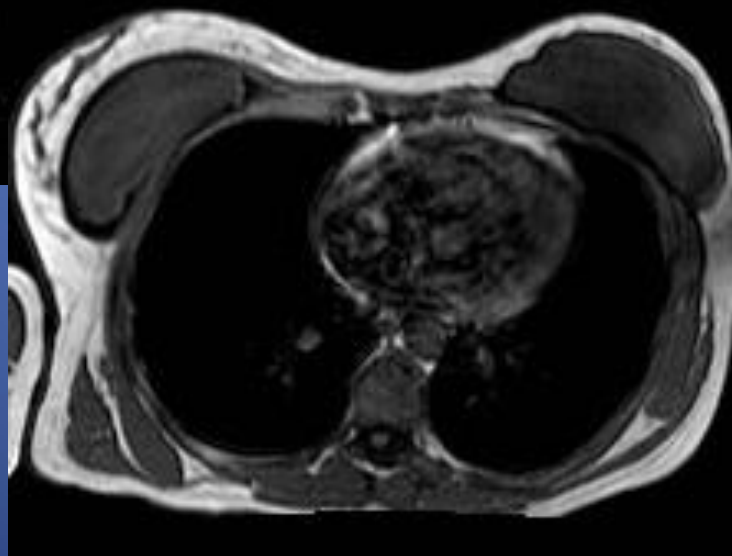
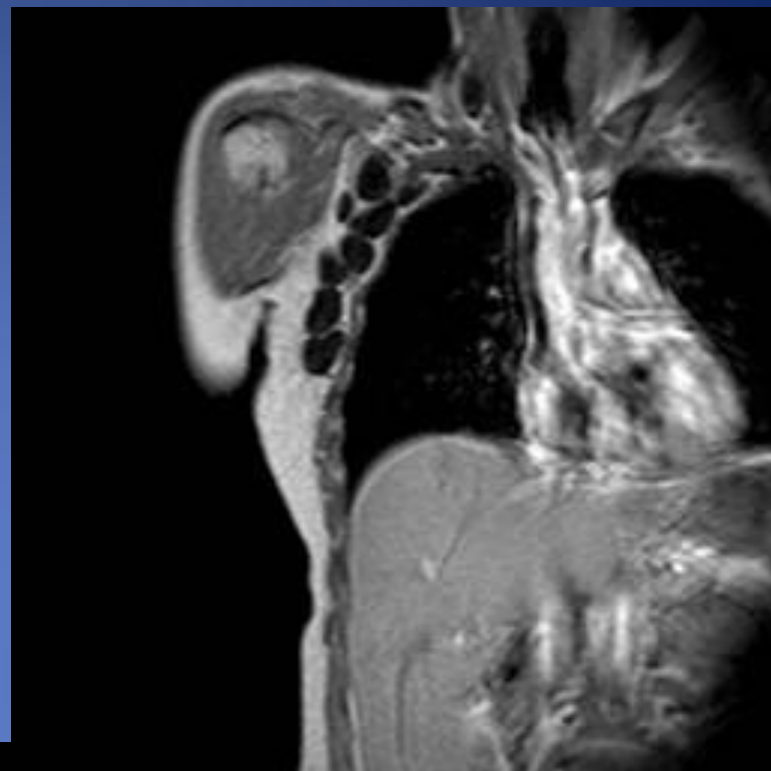
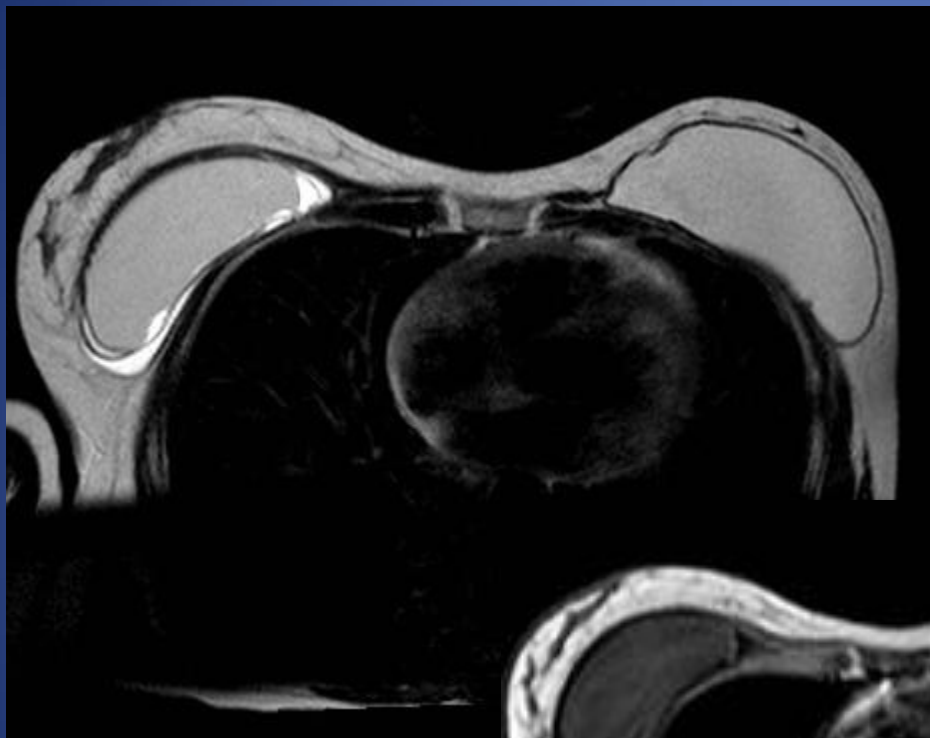
MRU



MR enterografie

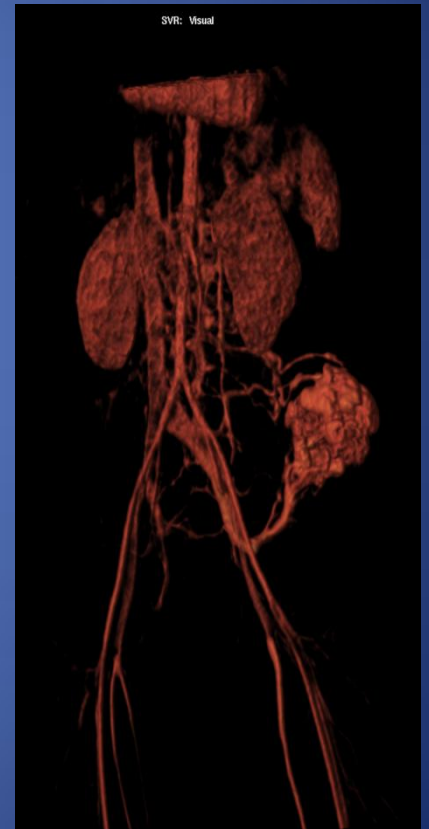
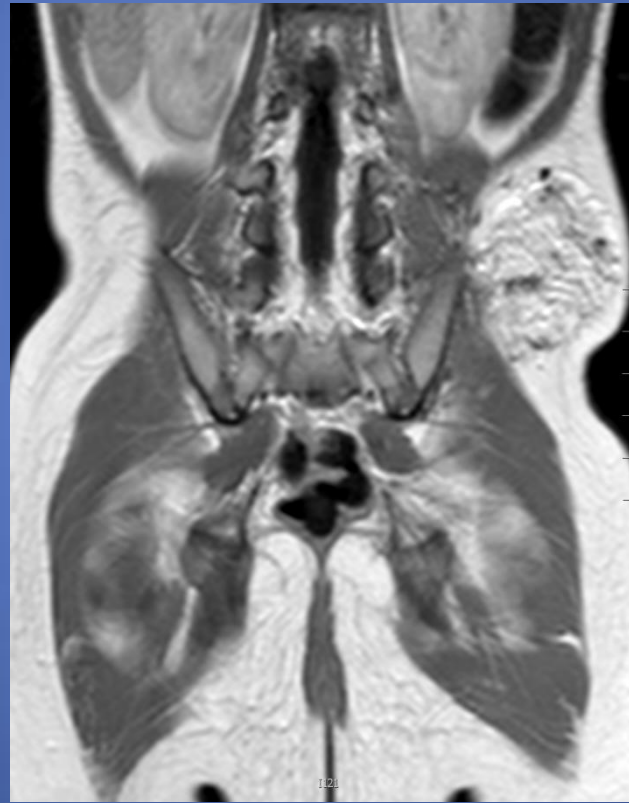
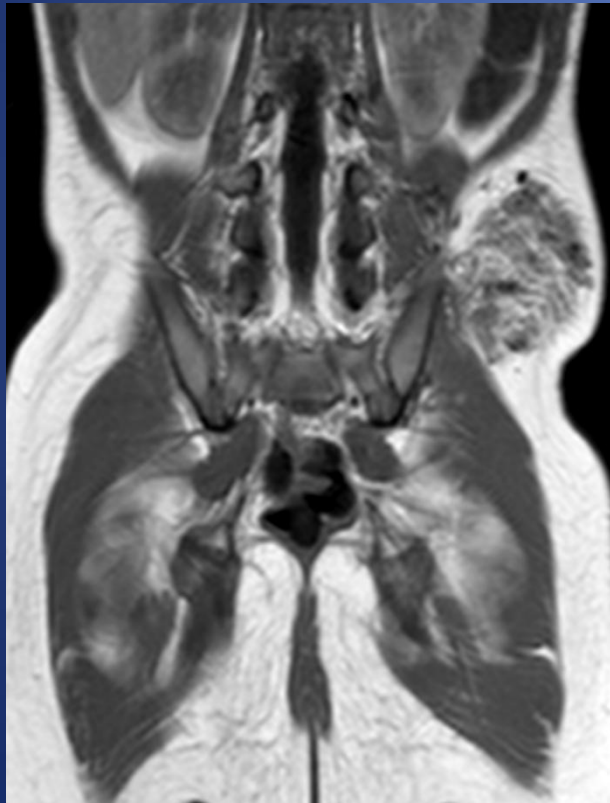


Ruptura silikonového prsního implantátu



- Diagnostika chorob srdce a cév
 - zobrazení srdečního svaly, srdečních chlopní, stanovení funkčních parametrů
 - viabilita myokardu u srdečních infarktů a hypertrofické kardiomyopatie
 - MRA – výhoda oproti klasické DSA je neinvazivita, není nutnost aplikace k.l., odpadá požití RTG záření
 - nevýhoda je nižší rozlišovací schopnost

AVM



Děkuji za pozornost!