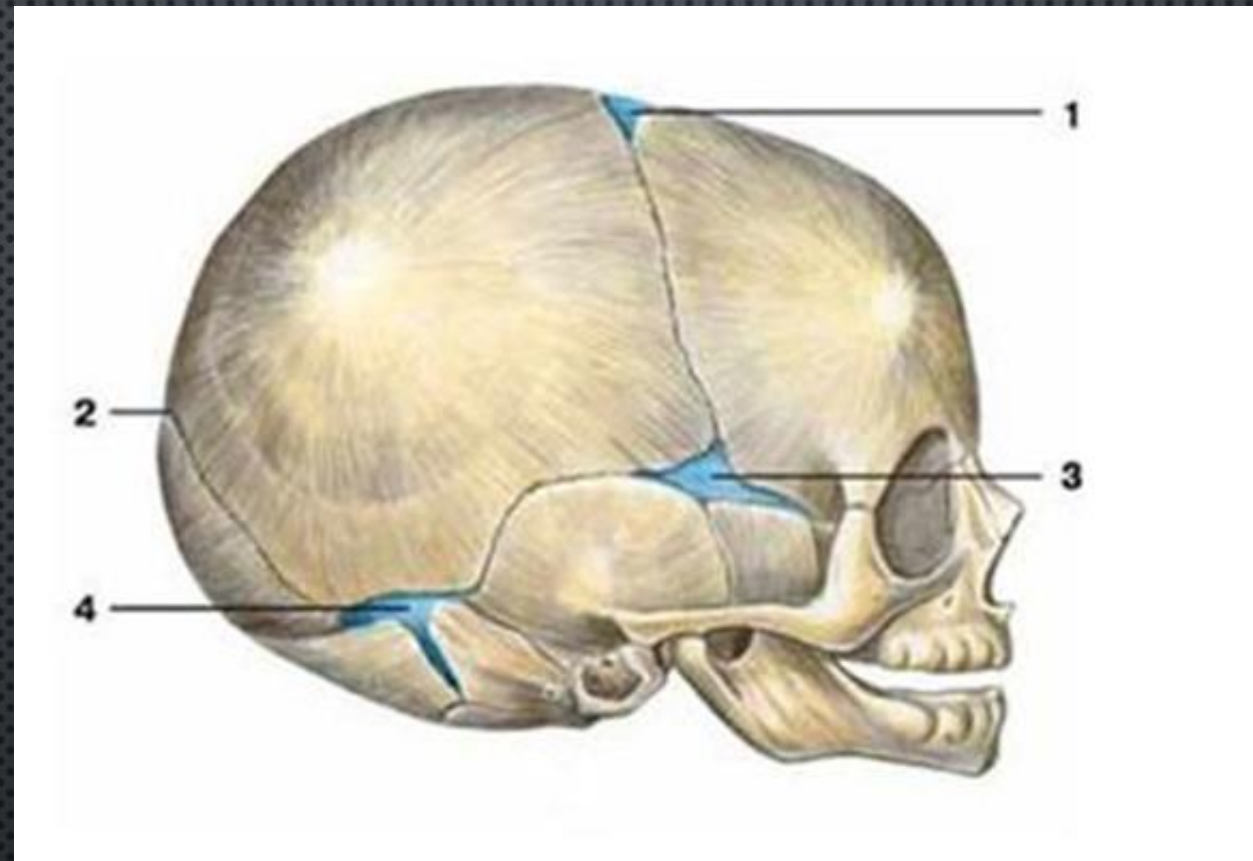


TRANSKRANIÁLNÍ DOPPLEROVSKÉ VYŠETŘOVÁNÍ DĚTÍ

IVANA ČERVINKOVÁ, TAMARA PAVLÍKOVÁ, ZDEŇKA RÁČILOVÁ

ODR KRNM FN BRNO A LF MU BRNO



Zdroj: www.pomeranian.cz

- 1 fonticulus anterior**
- 2 fonticulus posterior**
- 3 fonticulus sphenoidalis**
- 4 fonticulus mastoideus**

Vyšetřitelnost při transfontanelární US je nejlepší v prvních 6 měsících života, praktická proveditelnost bývá do 12-15 měsíců věku.

K transfontanelárnímu zobrazení mozku se nejlépe hodí sektorová sonda s frekvencí 5 až 12 MHz. Struktury bezprostředně pod fontanelou zobrazujeme lineární sondou 7.5 až 12 MHz.

Zobrazení v rovině sagitální, koronární, axiální.

Vyšetření možno provádět i u lůžka pacienta.



Transfontanelární dopplerovské vyšetření se využívá:

1. Při sledování cerebrální perfuze u časných asfyktických syndromů, u syndromu dechové tísně u nedonošených novorozenců.
2. K posouzení závažnosti nitrolební hypertenze /kompresní test/.
3. K detekci vrozených cévních anomálií.
4. Pro hodnocení ložiskových lézí.
5. U zánětlivých, ale i traumatických procesů (odlišení subdurálních kolekcí – zhodnocení lokalizace piálních cév, dále diagnostika trombózy splavů).

Při vyšetření z velké fontanely získáme kvalitní spektrální záznam nejspíše z ascendentního úseku arteria cerebri anterior před třetí komorou v sagitální středočárové orientaci.

Postupujeme při vyšetření co nejšetrněji. Pacient musí zůstat během vyšetření klidný. Nevytváříme zvýšený tlak sondy na fontanelu. Jakýkoliv stres, afekt, velká rotace hlavy či případně i medikace mění perfuzní hodnoty v CNS.

Kvalitativní analýza spektrální křivky vychází převážně z porovnávání systolické a diastolické rychlosti průtoku.

Kvalitativní indexy

Index rezistence (RI)

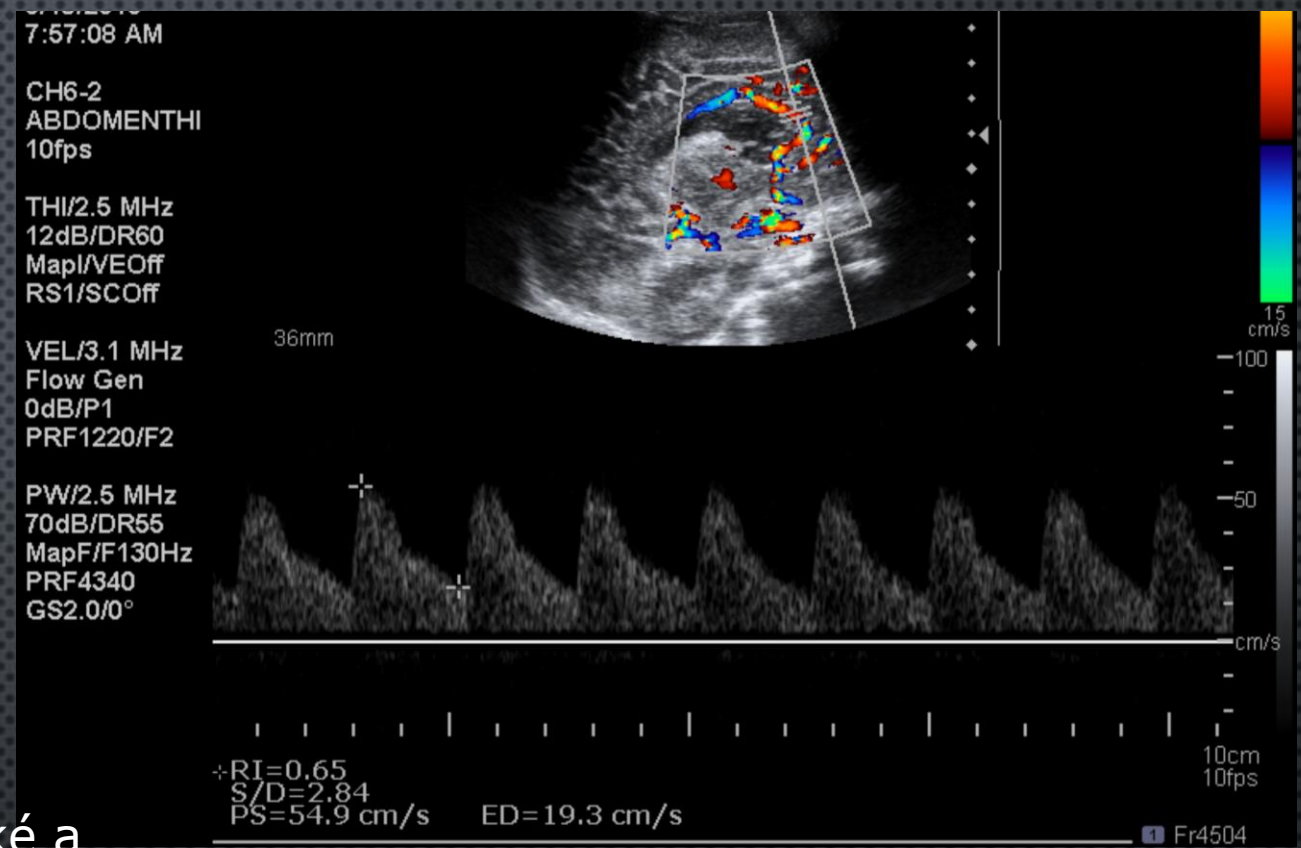
Pulzatilní index (PI)

Index rezistence (RI)

RI je definován jako rozdíl maximální systolické a enddiastolické rychlosti ($V_s - V_{ed}$), vydělený rychlostí systolickou:

$$RI = (V_s - V_{ed}) / V_s$$

Index rezistence odpovídá mozkovému perfuznímu tlaku. Vzájemný vztah systolických a diastolických rychlostí nám ve výsledném poměru (RI) slouží jako přesný a citlivý ukazatel změn průtoku krve mozkem.



Pulzatilní index (PI)

Jde o rozdíl maximální systolické a diastolické rychlosti ($V_s - V_d$), dělený střední rychlostí (V_{mean}):

$$PI = V_s - V_d / V_{mean}$$

Hodnoty PI jsou vzhledem ke střední rychlosti průtoku ve jmenovateli vyšší nežli RI. PI je cenný hlavně při nulovém nebo retrográdním diastolickém toku.

Průměrné hodnoty kvalitativních indexů jsou u nezralých novorozenců vyšší nežli u zralých. Nejvýraznější pokles indexů, související s přestavbou systémového oběhu, zaznamenáváme v prvních dnech po porodu.

Průměrná hodnota RI je u zralých novorozenců po prvním dnu života kolem $0,75 \pm 0,1$, u nezralých pak zhruba o $0,05-0,1$ vyšší.

V prvních měsících života se absolutní rychlosti toku zvyšují (diastolické o něco více než systolické) a RI postupně klesá.

Nález RI větší než $0,7$ na přední mozkové tepně má z hlediska posuzování přítomnosti nitrolební hypertenze 76% senzitivitu a 86% specifitu.

Stavy provázené zvýšením rezistenčního indexu:

Vazokonstrikce (při hypokapnii, po intrakraniálním krvácení).

Akutní nitrolební hypertenze.

Cirkulační poruchy s levoprávým zkratem.

Indometacin podávaný v souvislosti s perzistující dučejí (vyvolá vazokonstrikci).

Hyperviskozita při polyglobulii.

Při těžké systémové hypotenzi anebo u moribundních novorozenců.

Cirkulační poruchy s levoprávním zkratem:

Například *ductus arteriosus persistens*, *truncus arteriosus* – značně ovlivňují perfúzi CNS, mohou navodit těžkou ischemii CNS.

Dopplerovských metod lze zde využít pro kontrolu RI po uzávěru zkratu, kdy může dojít k velmi dramatickému poklesu RI.

Akutní nitrolební hypertenze ať již při rozvinutém edému mozku, subdurálním krvácení nebo aktivním hydrocefalu se vyznačuje zvýšením RI s tzv. tvrdým tokem: s nízkým až inverzním diastolickým průtokem. Hodnoty systolické se mění podle adaptace systémového tlaku na nitrolební hypertenzi.

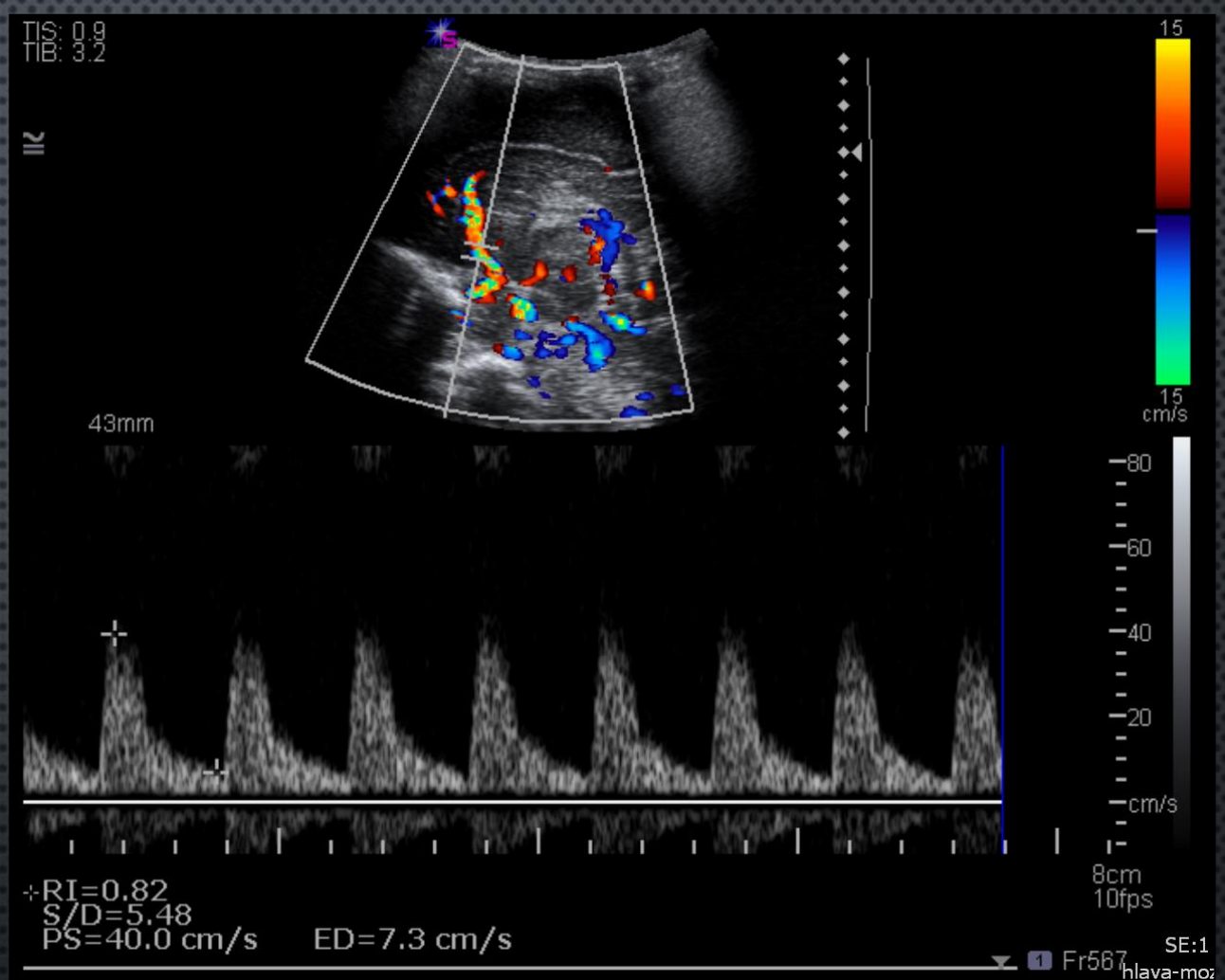
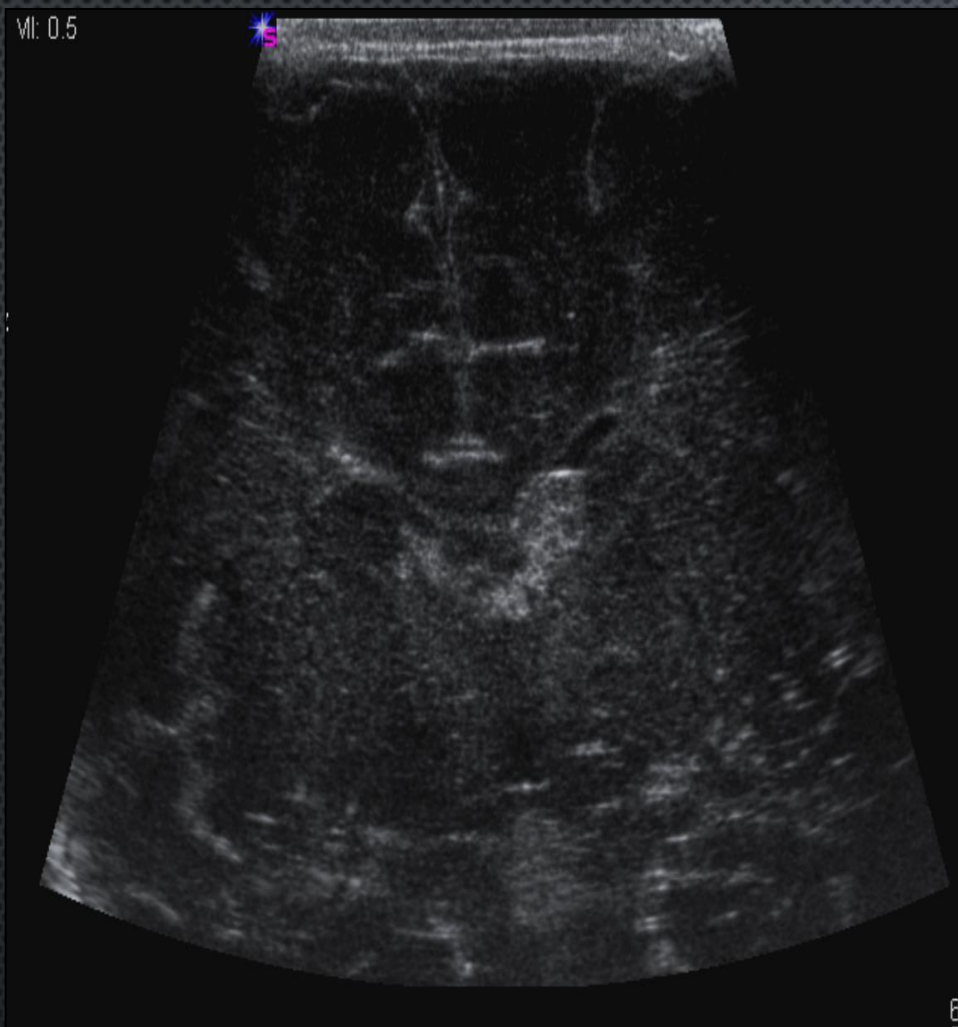
Pomocí dopplerovských metod můžeme sledovat dynamiku stavu, případně i efekt léčby.

V diagnostice nitrolební hypertenze přesnost diagnózy zvyšuje **tlakový provokační test**.

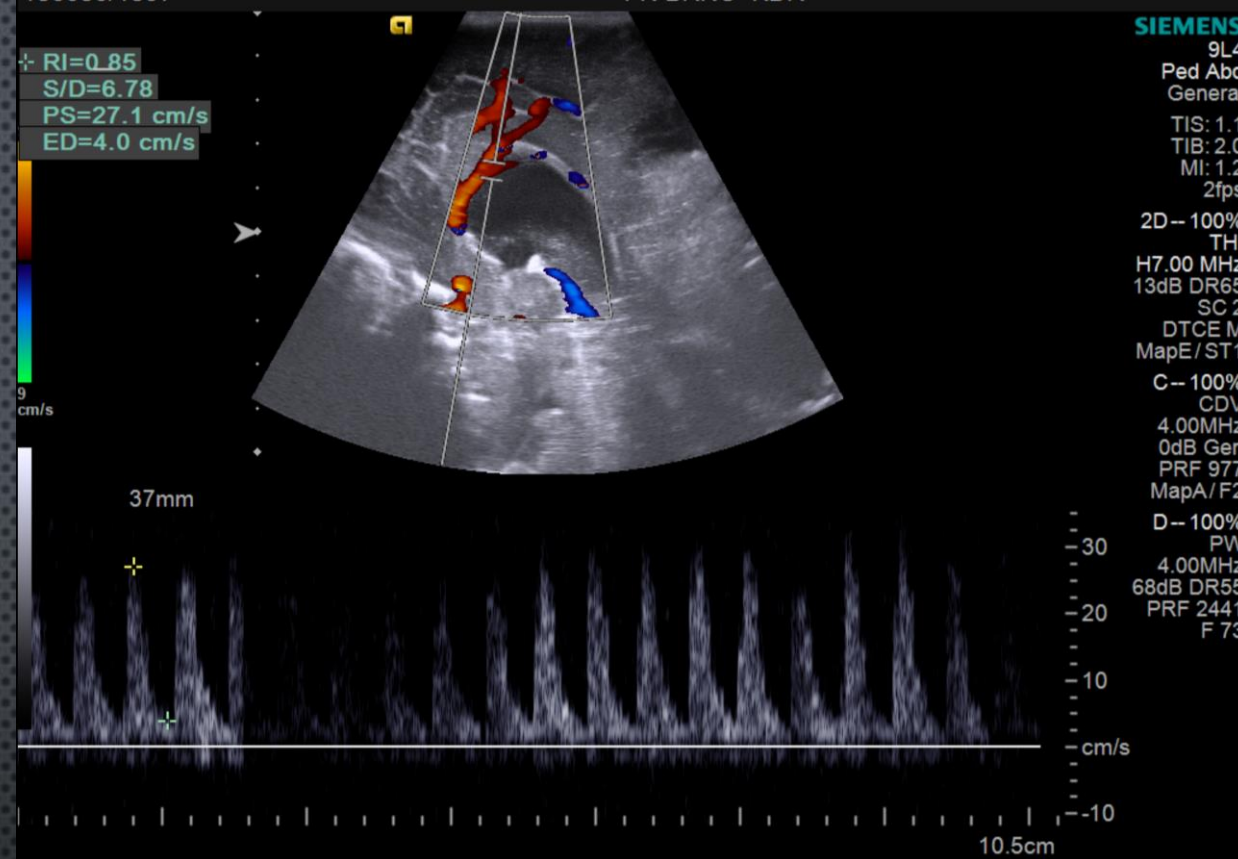
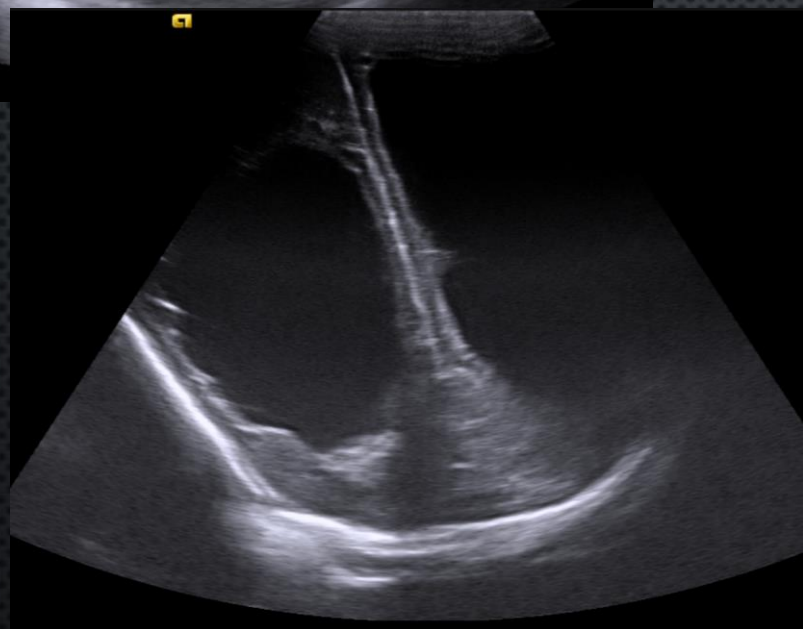
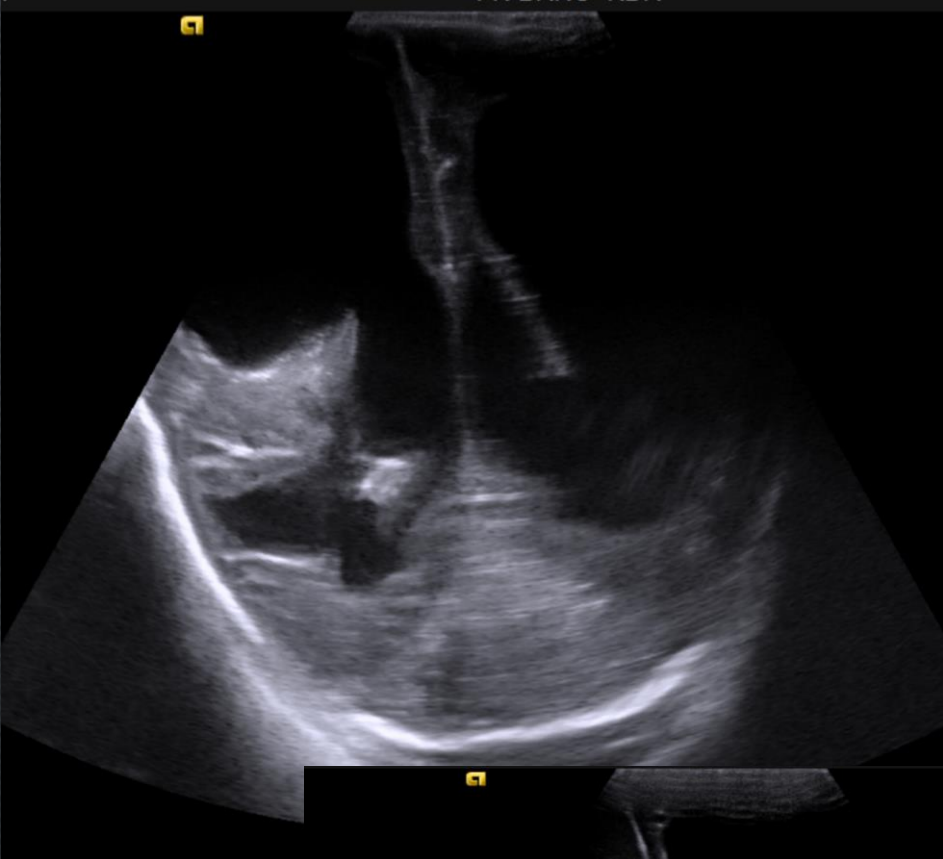
Celková rezerva v poddajnosti nitrolebních struktur při přítomnosti významné nitrolební hypertenze se snižuje, což vede ke zvýšení naměřeného periferního odporu (RI) při odměřené kompresi velké fontanely ultrazvukovou sondou. U dětí s normálním nitrolebním tlakem podstatnější zvýšení RI při tlakové provokaci neprokazujeme. ***Za pozitivní nález považujeme podle Taylora vzestup RI o 20 a více procent vůči hodnotě naměřené před tlakovou provokací.***

Zvýšení RI je přechodným jevem, lze ho pozorovat většinou jen v prvních 5 vteřinách po zahájení komprese a při opakovaných pokusech může vzhledem ke kompenzačním mechanismům vymizet, kompresi bychom proto neměli opakovat více než třikrát.

Tlakový provokační test kromě prvotního záchytu nitrolební hypertenze ***se také hodí k neinvazivnímu posuzování efektu odlehčovacích punkcí a drenážních operací.***



Vlevo subependymálně ložisko hemoragie. RI z ACA 0.82 – svědčí pro intrakraniální hypertenzi - tomu odpovídá i štíhlý komorový systém.



Porencefalická přestavba mozkové tkáně s progredující dilatací komorového systému v rámci HIE (hypoxicko-ischemické encefalopatie), RI z ACA 0.85 .

V nejtěžších případech encefalopatie, v podstatě odpovídajících *mozkové smrti*, RI nápadně stoupá a telediastolické rychlosti bývají nulové nebo můžeme v diastole pozorovat i obrácení směru toku.

Pomocným kritériem při určení smrti mozku je trvalá nepřítomnost prográdního diastolického toku v cerebrálních arteriích.

Stavy provázené poklesem rezistenčního indexu:

Křeče.

Zánětlivá kongesce.

Hyperkapnie.

Asfyxie.

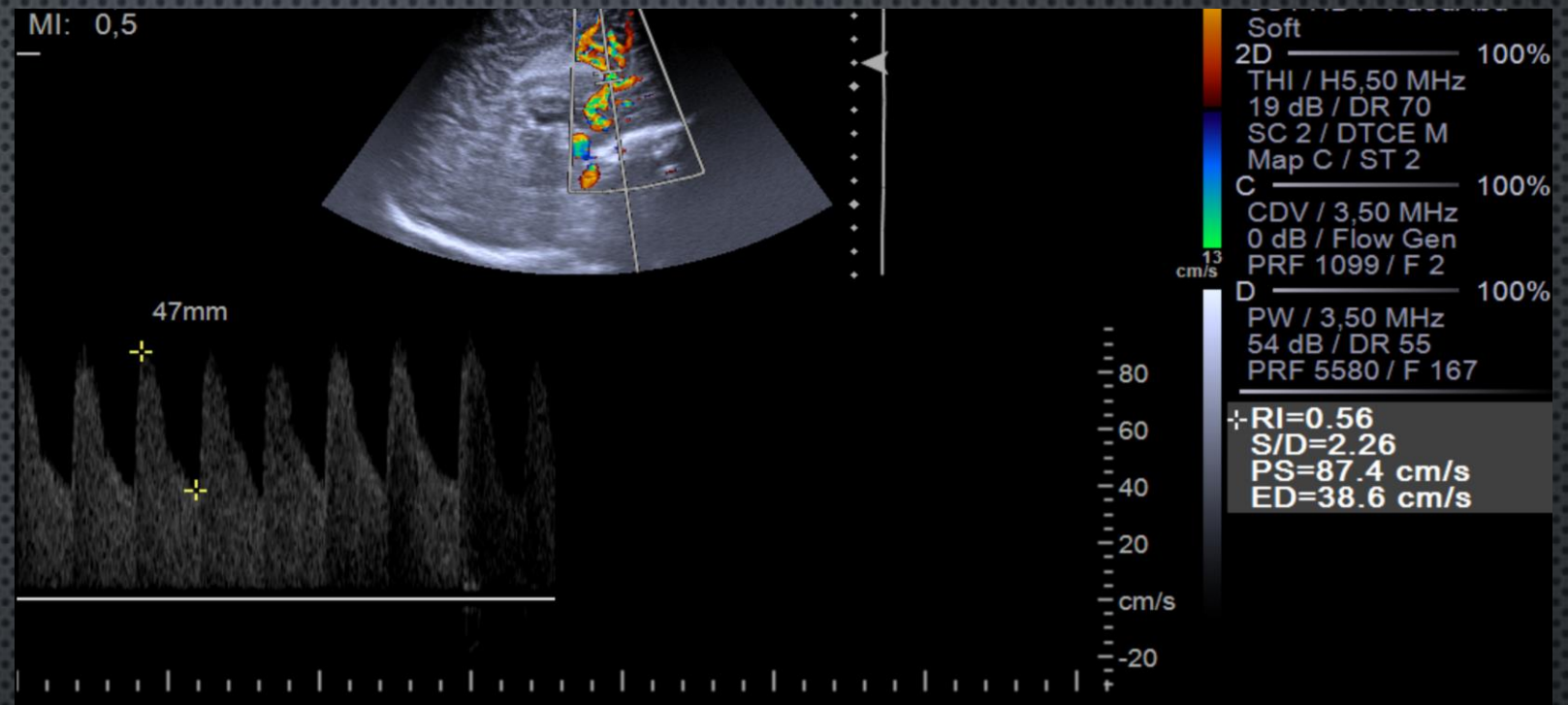
RDS.

Při vyšším srdečním výdeji nebo hypervolemii.

Stavy spojené se zvýšeným centrálním žilním tlakem.

Medikace aminofylinem.

U cévních malformací. Větší cévní malformace mohou vést ke steal fenoménu a poklesu průtoku v okolí (zde je pak RI vysoký).



Asfyxie:

Při asfyxii se sčítají nepříznivé účinky hyperkapnie, hypoxie, tkáňové hypoperfúze a acidózy.

Nízké RI je prognosticky závažné, zvyšuje se systolická a především diastolická rychlostní komponenta spektrální křivky. Indikuje vysokou pravděpodobnost ischemického poškození mozku.

Čím déle po příhodě přetrvává nízký RI (**méně než 0,55**), tím horší se jeví i prognóza.

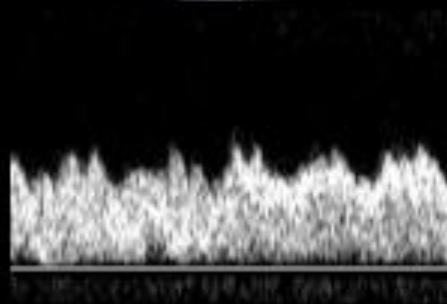
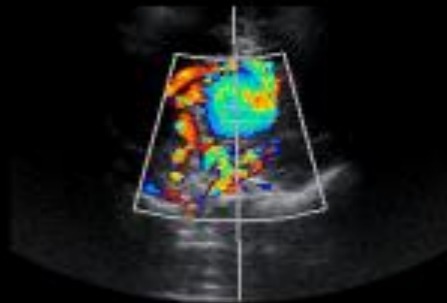
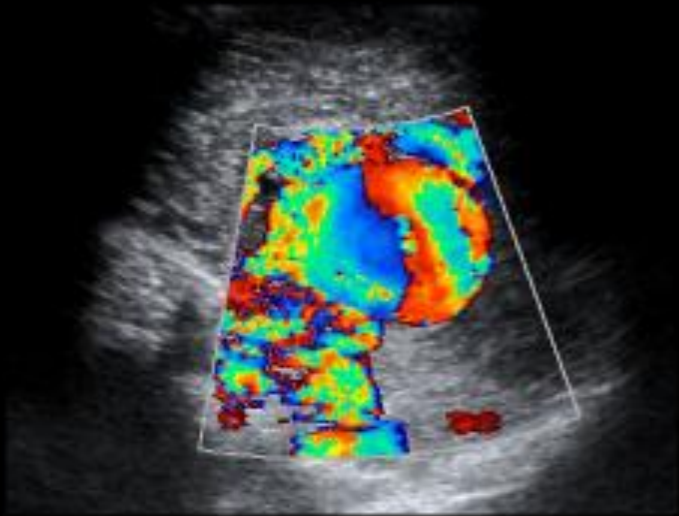
Fluktuace rezistenčního indexu:

Výraznější kolísání indexů ukazuje na poruchu cévní autoregulace.

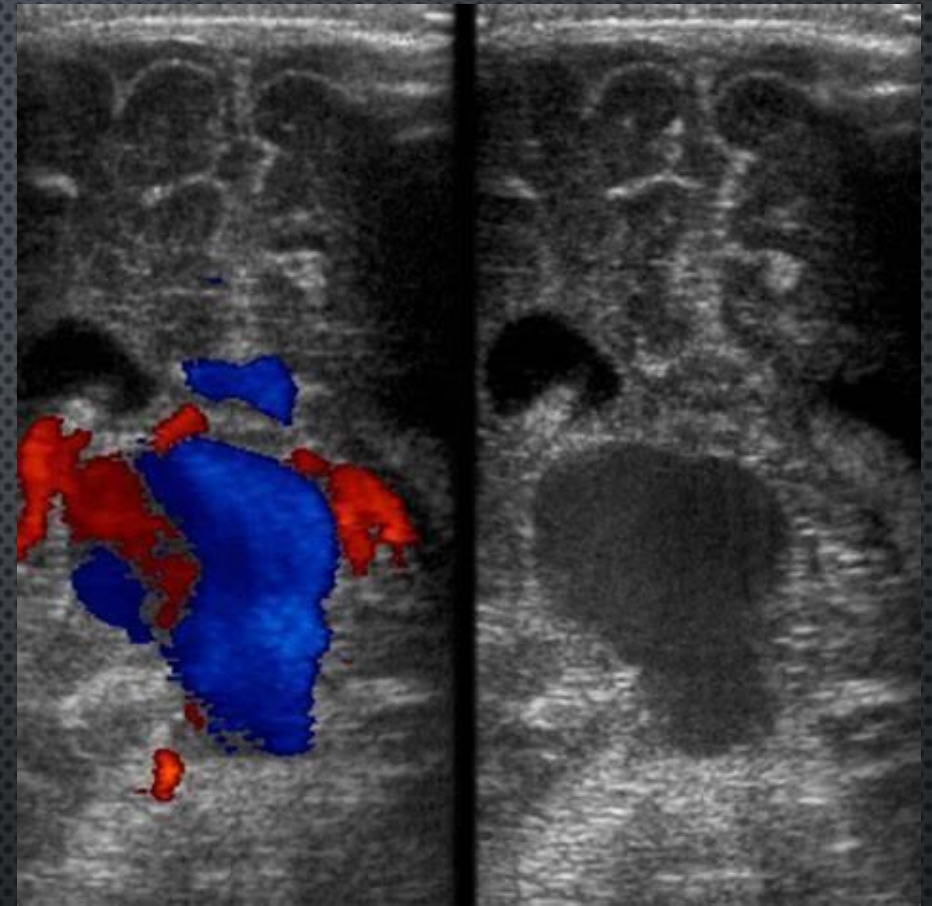
(Podle literárních údajů předchází většímu intrakraniálnímu krvácení nezralých novorozenců právě fluktuace RI.)

Vrozené cévní anomálie

U malých dětí lze sonograficky odhalit jen rozsáhlejší arteriovenózní malformace. K jejich záchytu přispívá dopplerovská sonografie. V sonografické literatuře se vyskytují zejména popisy *aneuryzmatu venae magnae Galeni*, kde vidíme za 3. komorou anechogenní vakovitý útvar, někdy zjevně komunikující s rozšířenými siny dorzálněji. Díky dopplerovské sonografii je snadné odlišení arachnoidální cysty od aneuryzmatické dilatace Galénovy žíly.



Aneurysma vena Galeni magna

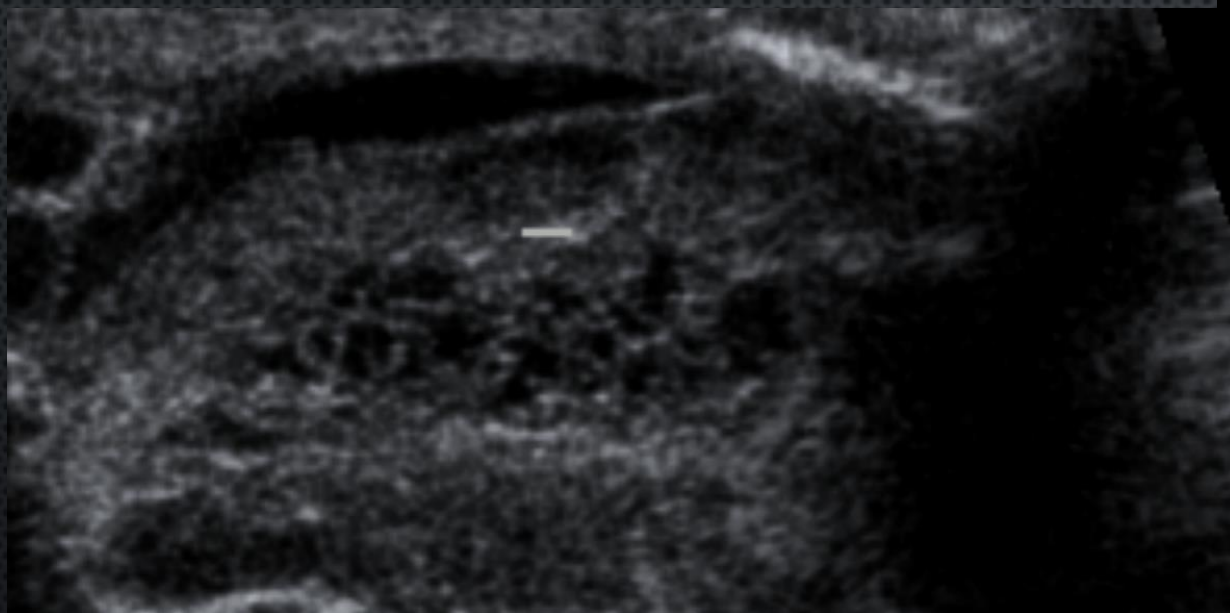
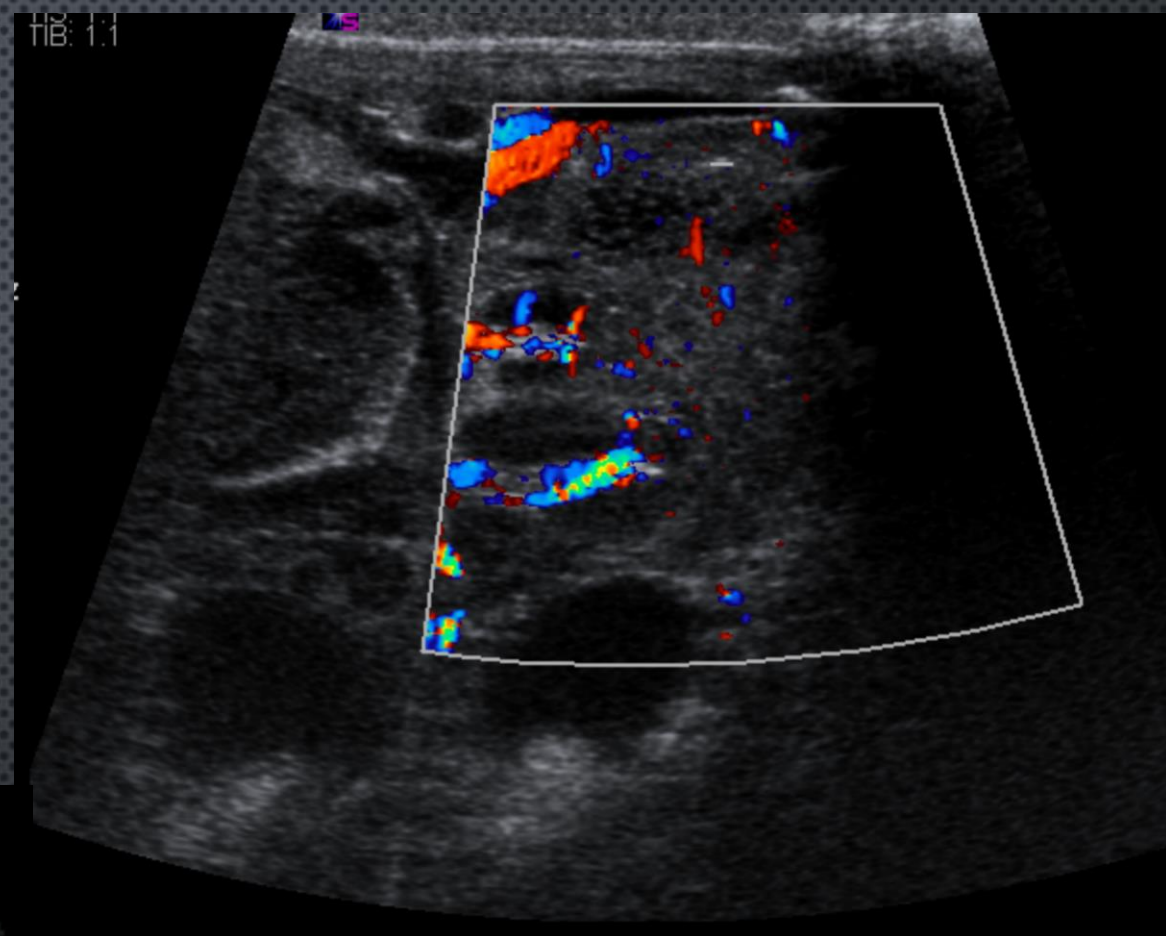
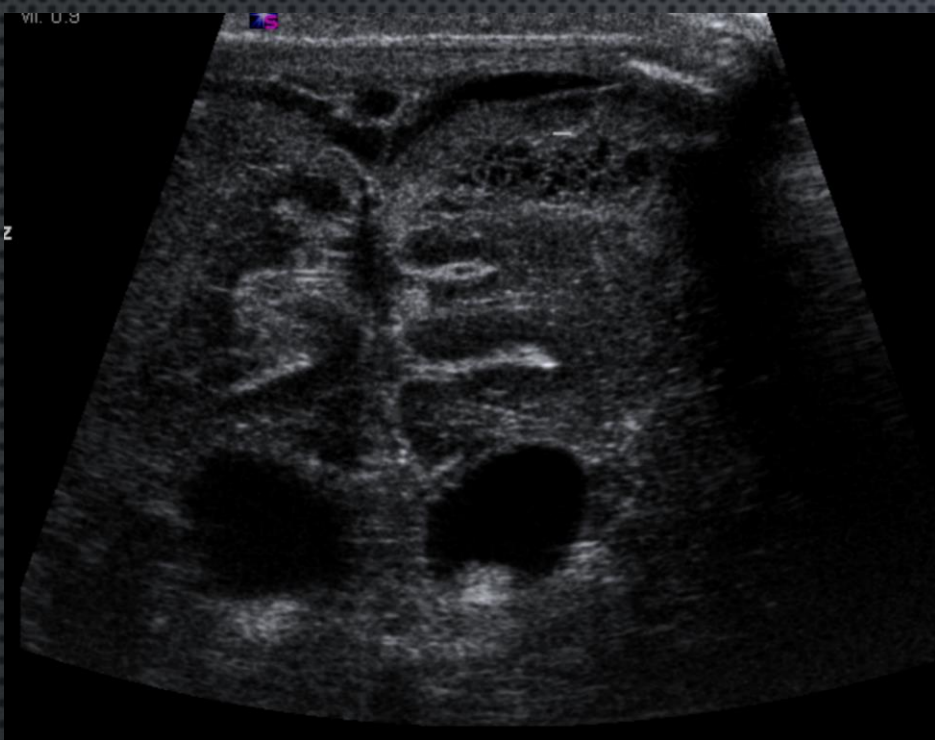


Zdroj: radiopaedia.org.

Ložiskové léze

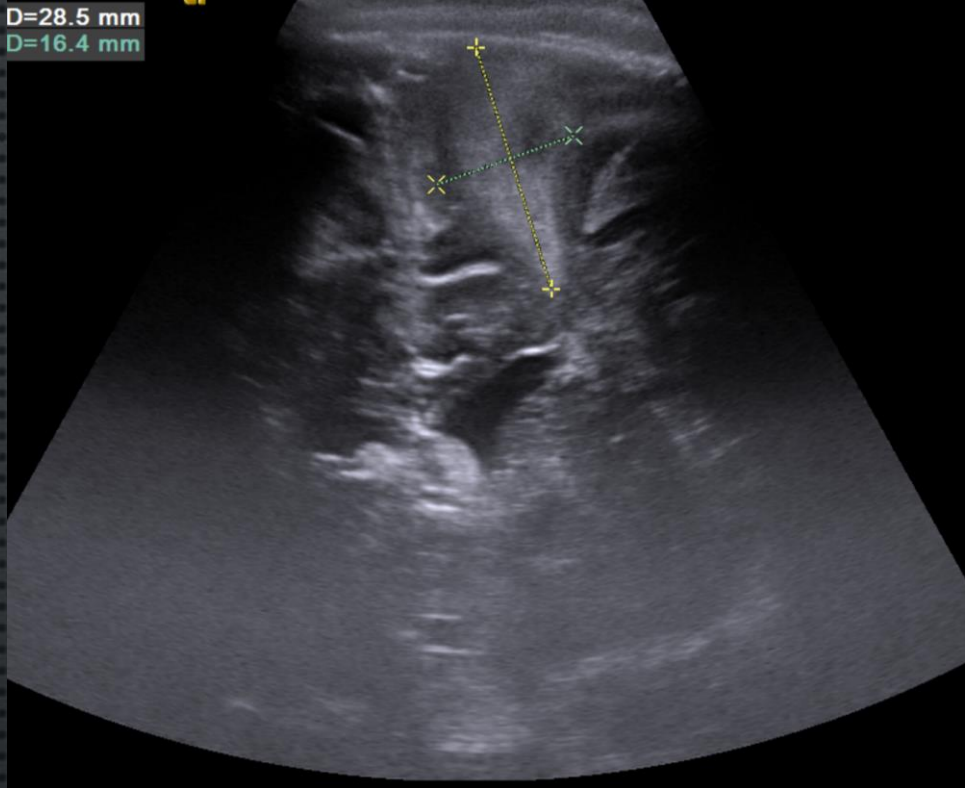
Dopplerovskou sonografií využíváme také v diferenciální diagnostice ložiskových lézí.

V případě ischemie můžeme v akutní fázi zachytit okluzi přívodné tepny a podobně jako u hematomu prokázat avaskulární charakter vlastní léze. U nádorového postižení lze naopak znázornit ložiskové cévy.

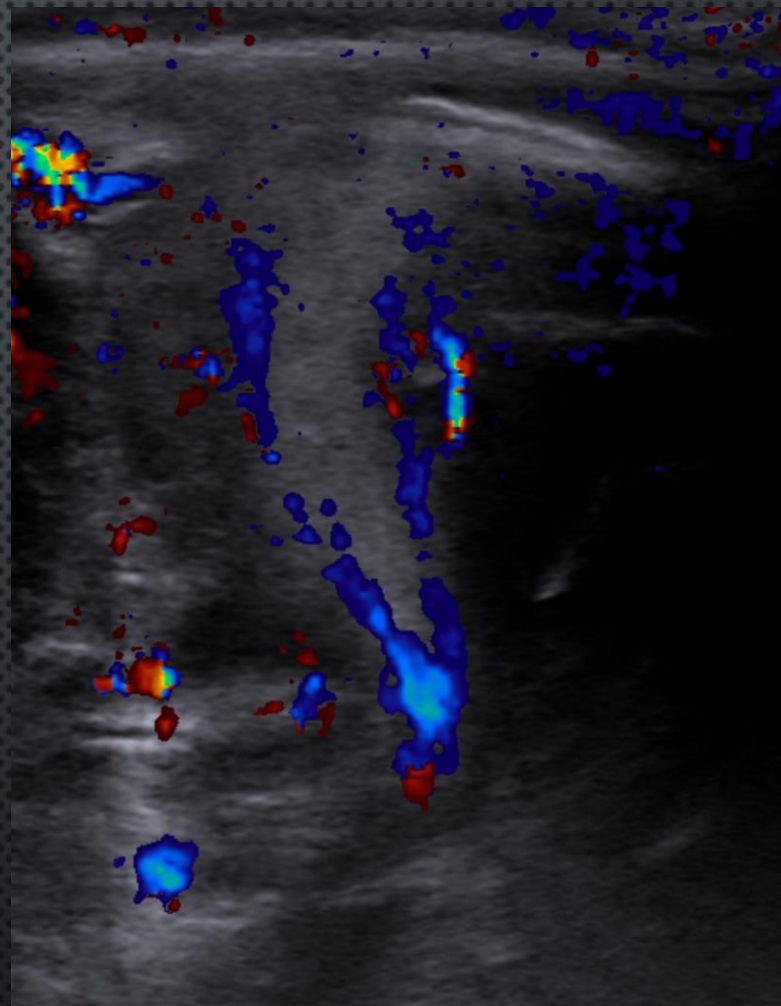


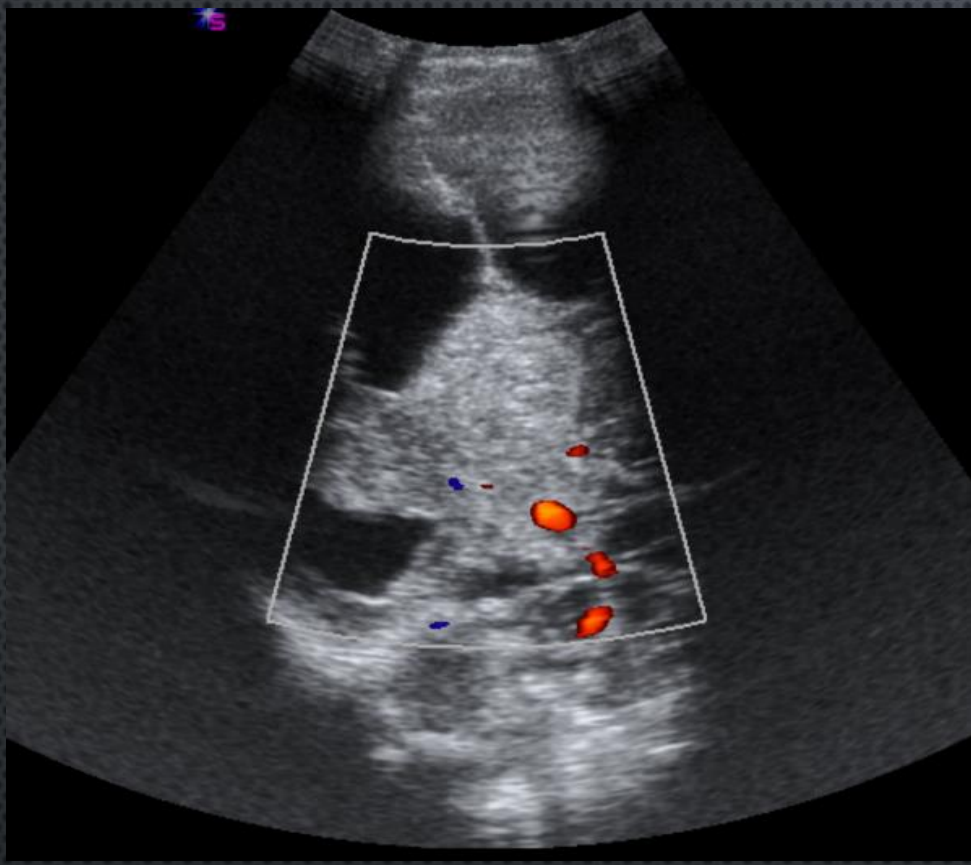
Okrsky multicystické encefalomalacie spongioformního vzhledu jako následek hypoxicko-ischemických změn při meningoencefalitidě.

D=28.5 mm
D=16.4 mm

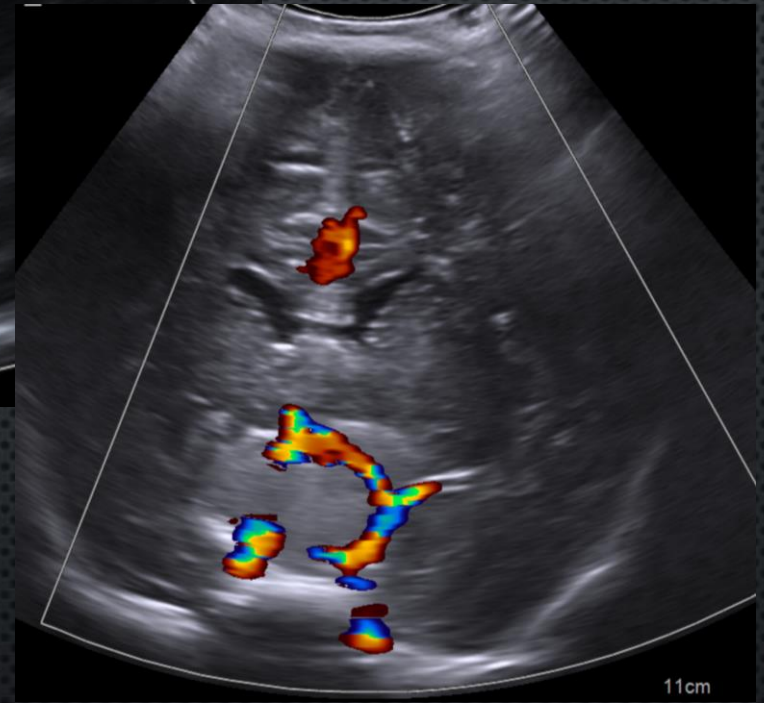
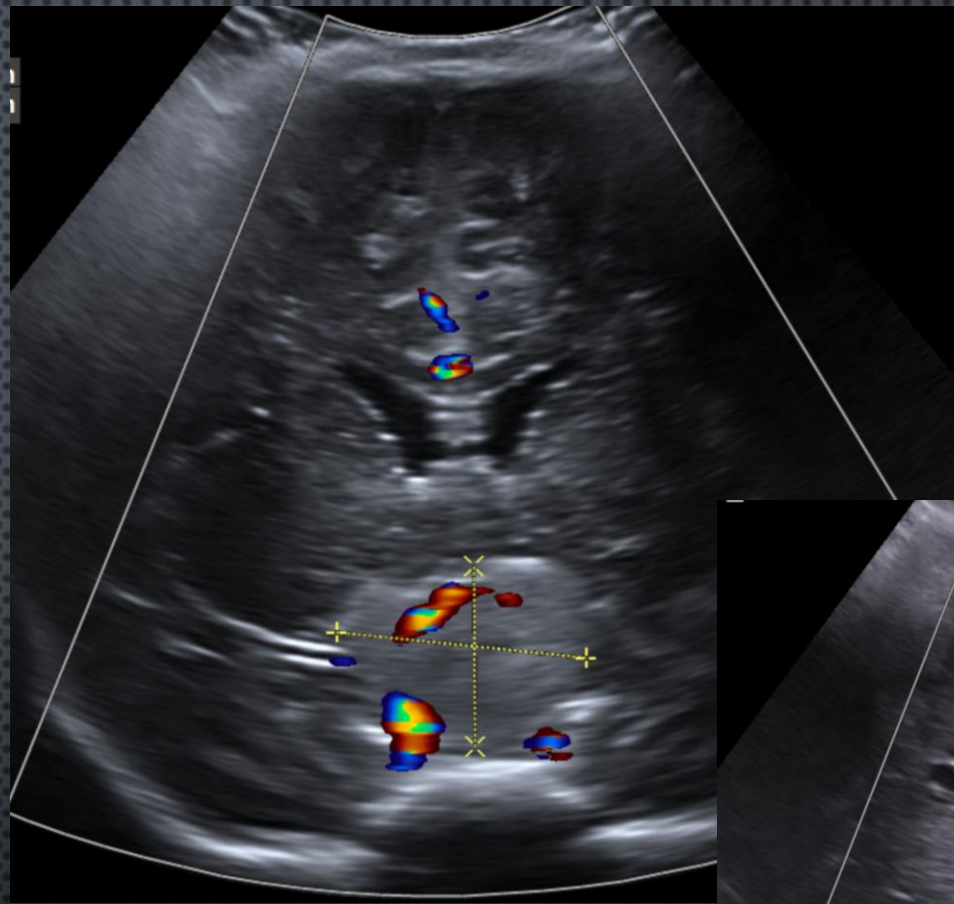


Hematom mozkové tkáně – stp.
polytraumatu.

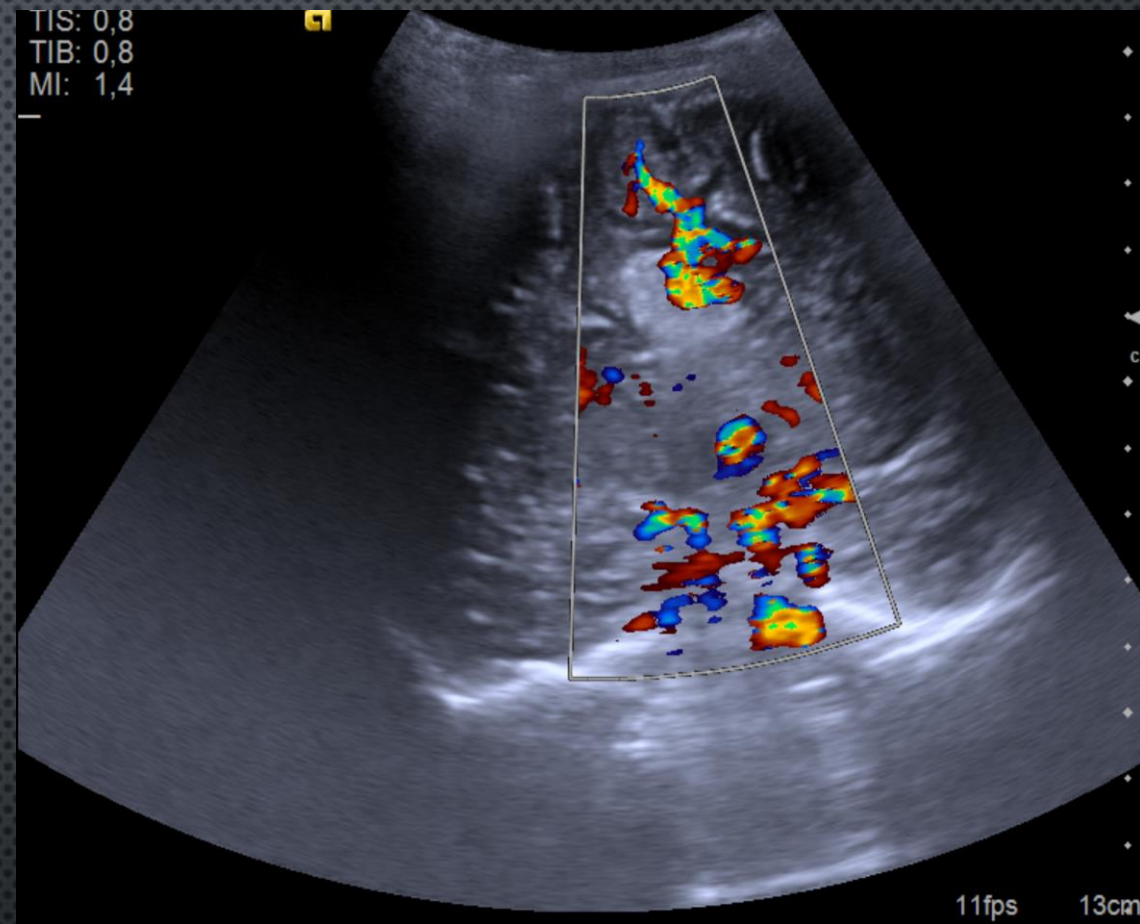
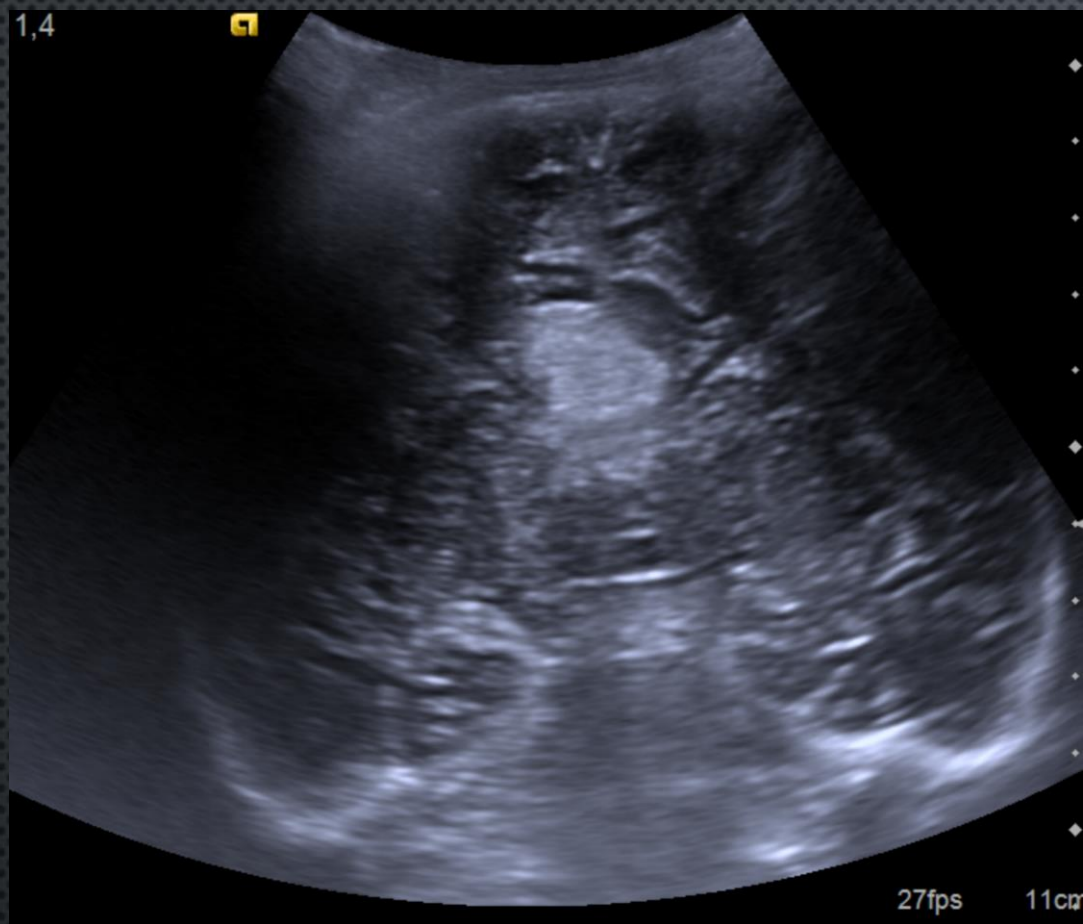




Anaplastický astrocytom.



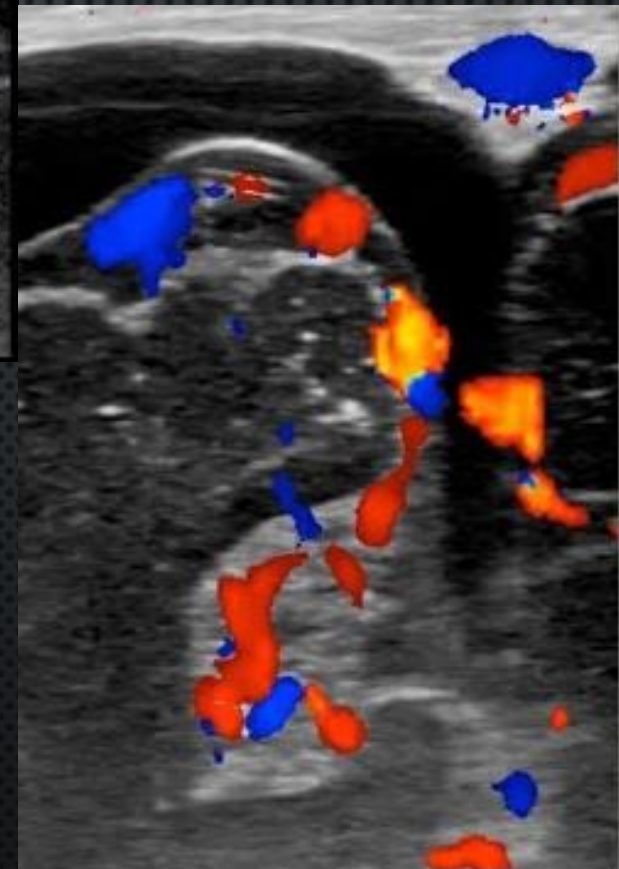
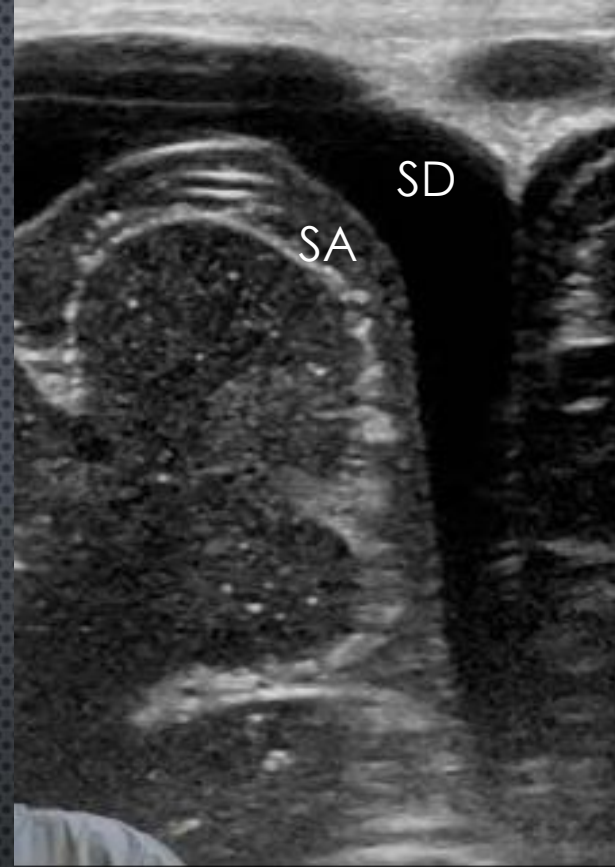
Tumorozní formace suprasellárně zazdívající tepny Willisova okruhu – optochiasmatický gliom.

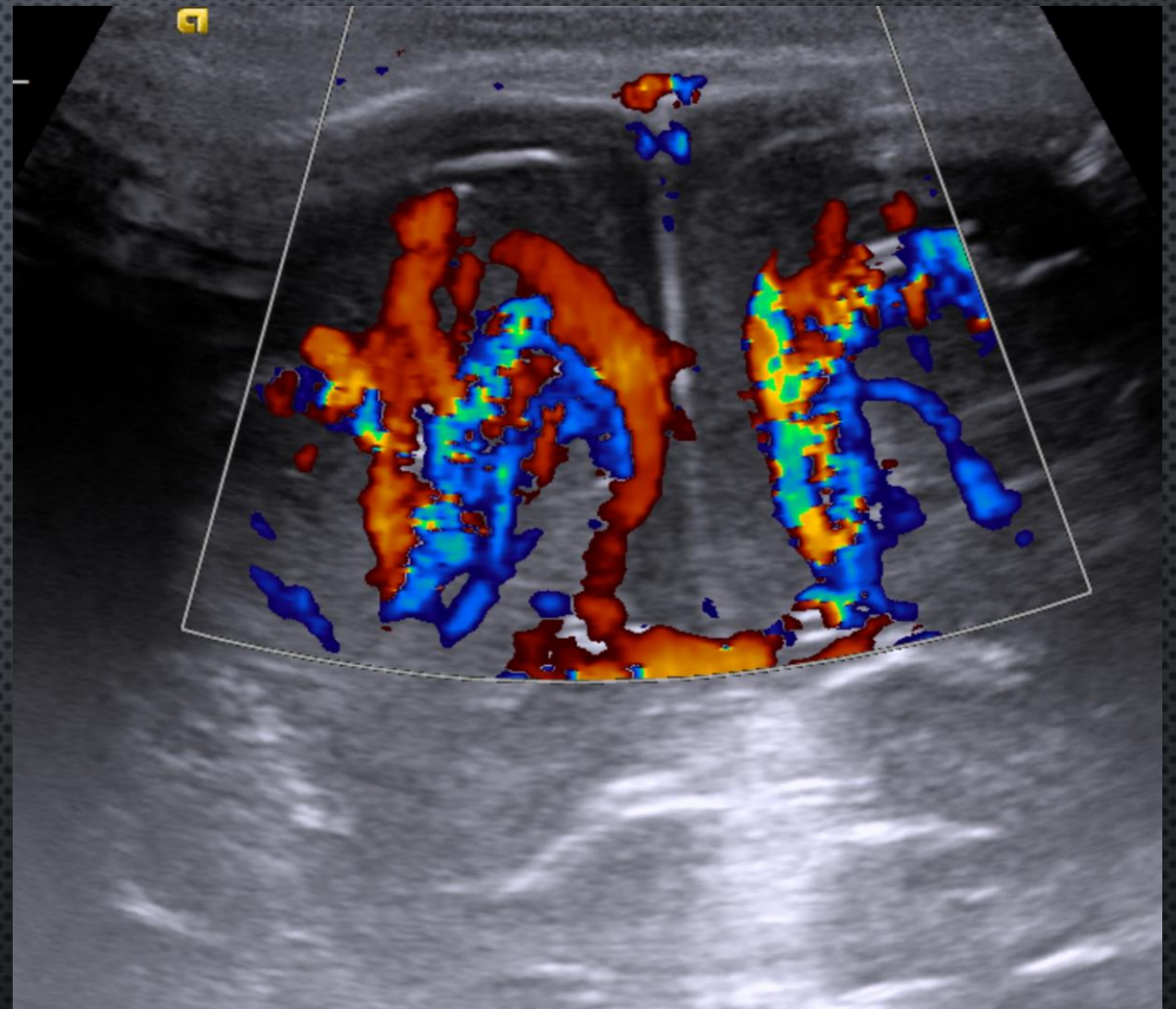
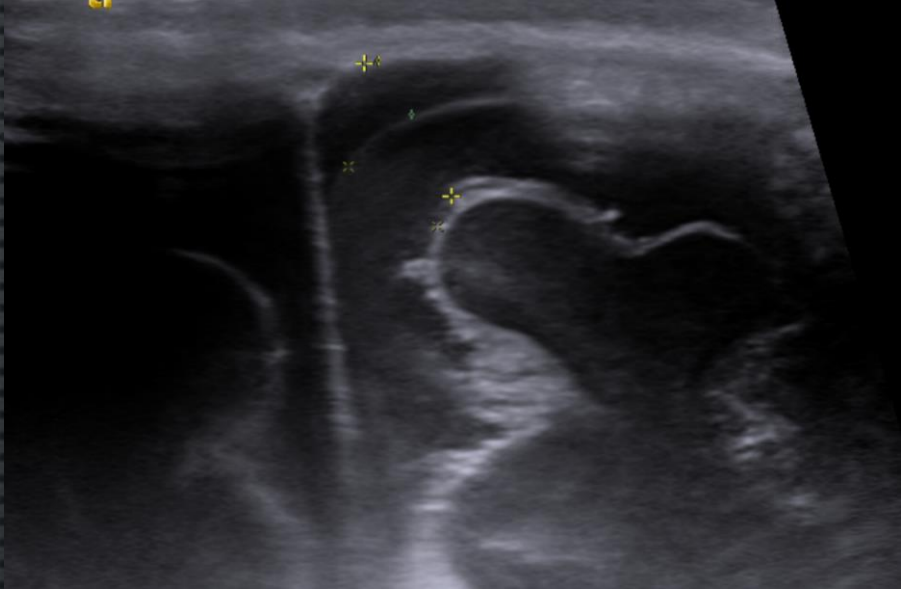


Supratentoriálně patologické ložisko - středočárový lipom.

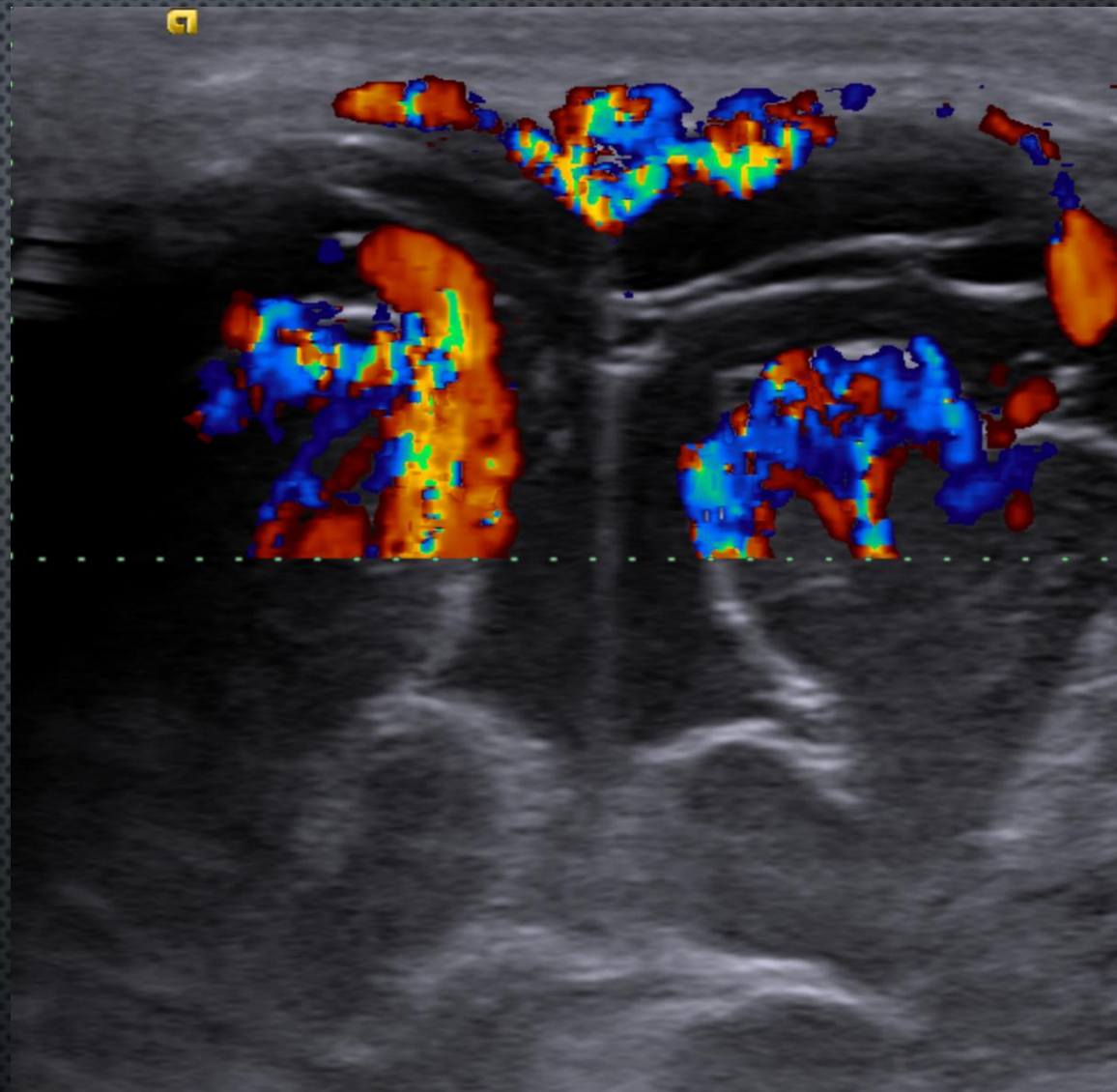
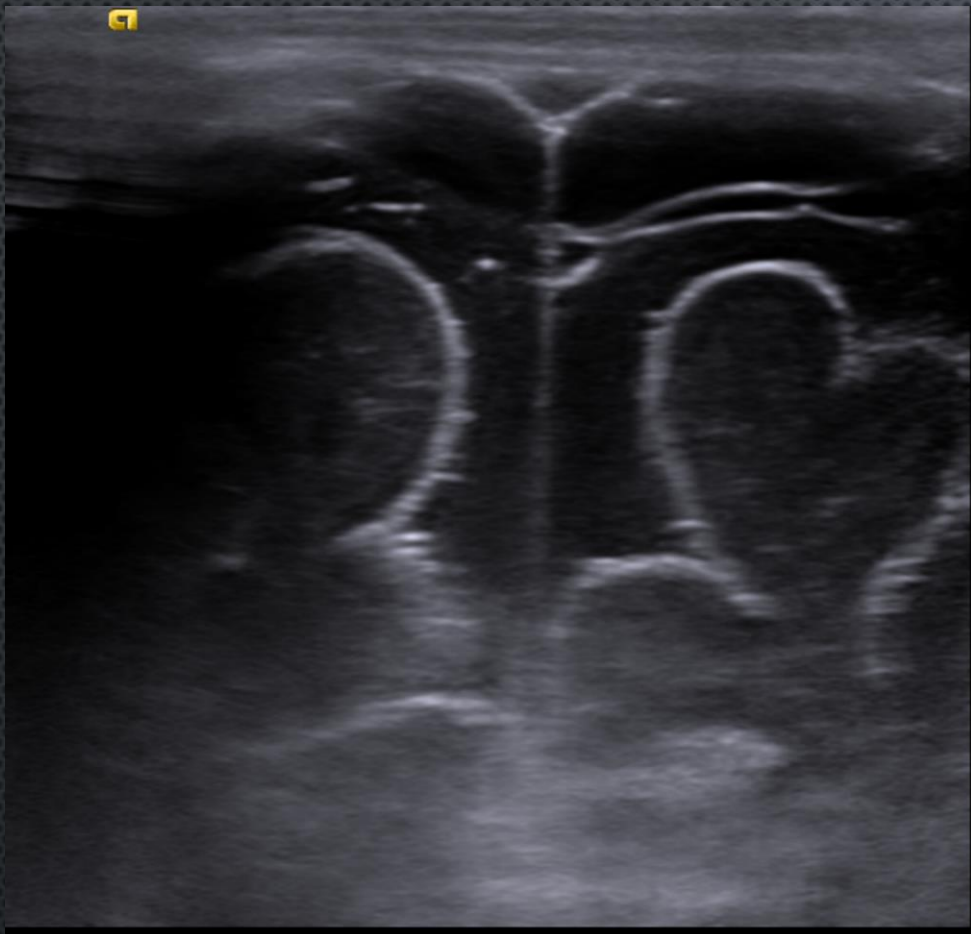
Zánětlivé a traumatické procesy

K rozlišení subdurálního a subarachnoidálního prostoru pomáhá zhodnocení lokalizace piálních cév. Zachytitelné jsou především korové tepny, které za normálních okolností volně pulzují v subarachnoidálním prostoru a jsou spolu s tokem v sagitálním sinu výborně zřetelné při dopplerovském vyšetření. Vzhledem k výjimečnosti zobrazení přemostujících žil imponuje subdurální kolekce prakticky vždy jako avaskulární zóna.



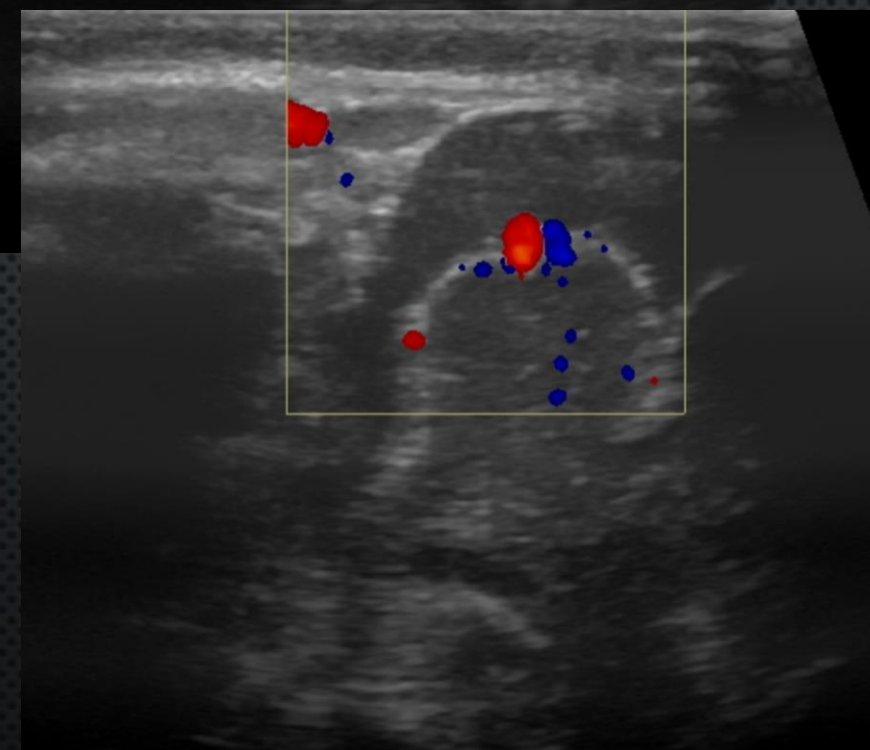
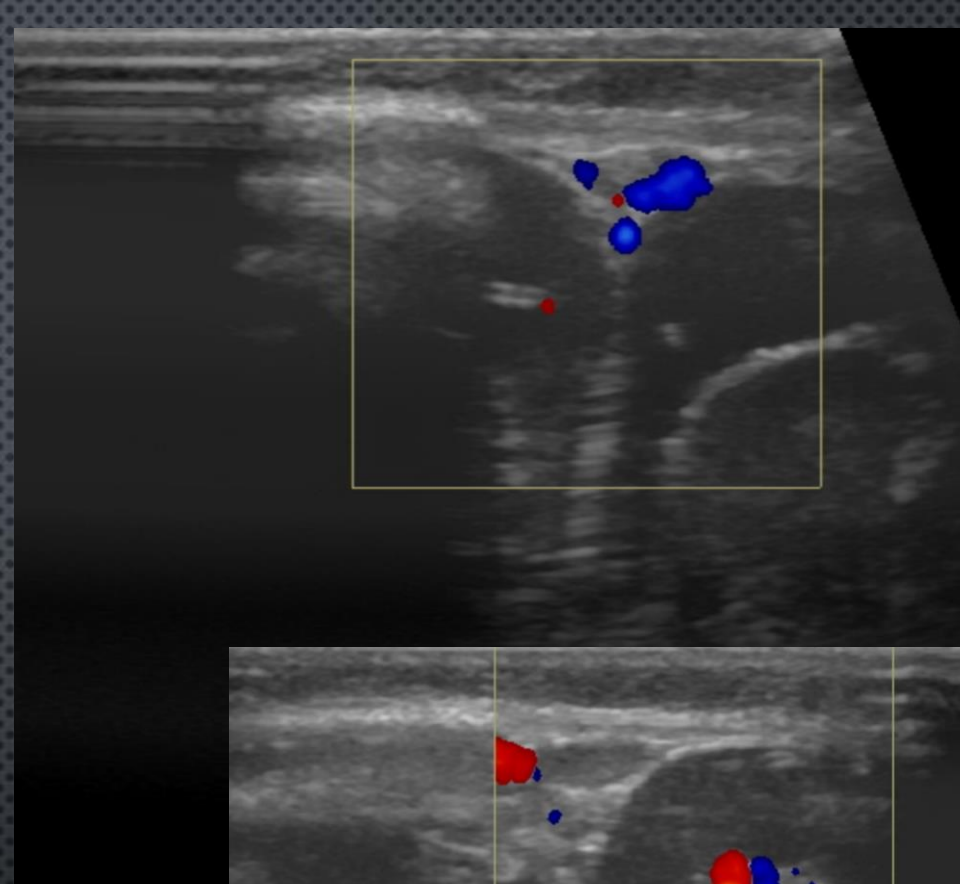
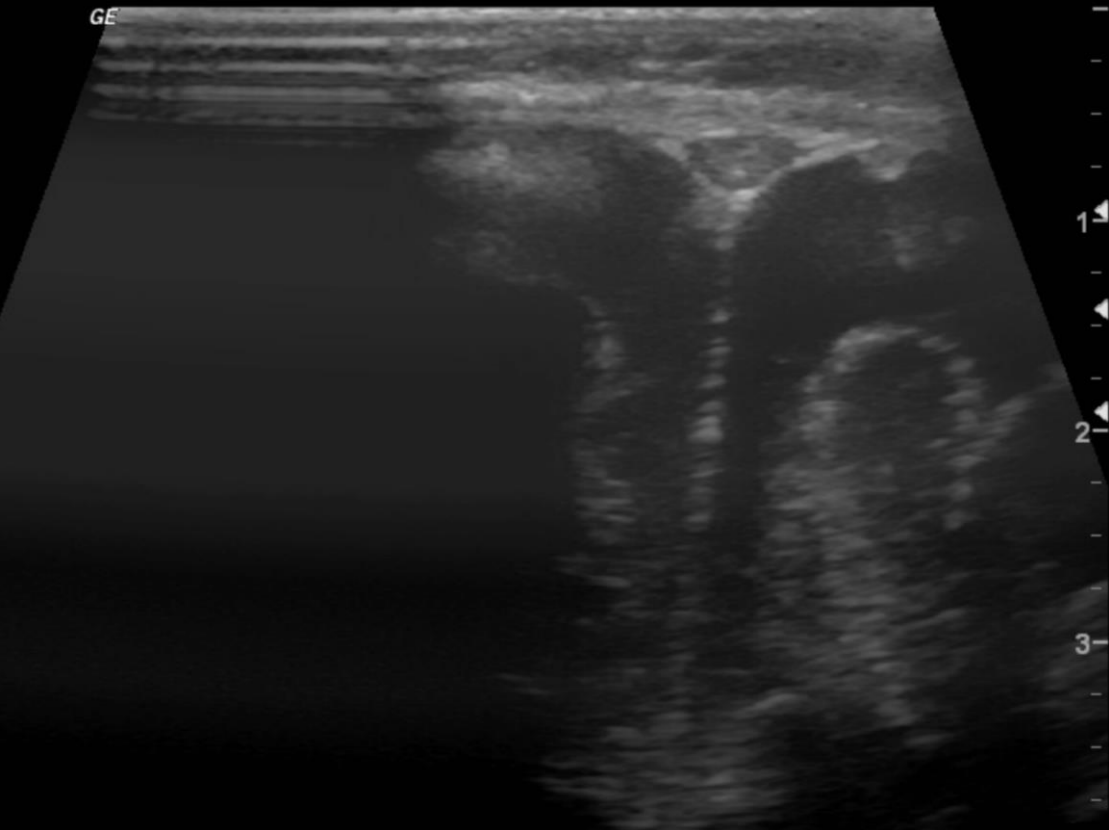


Fraktura kalvy po pádu, rozšíření subarachnoidálního i subdurálního prostoru, obsah SA prostoru lehce zvýšené echogenity.

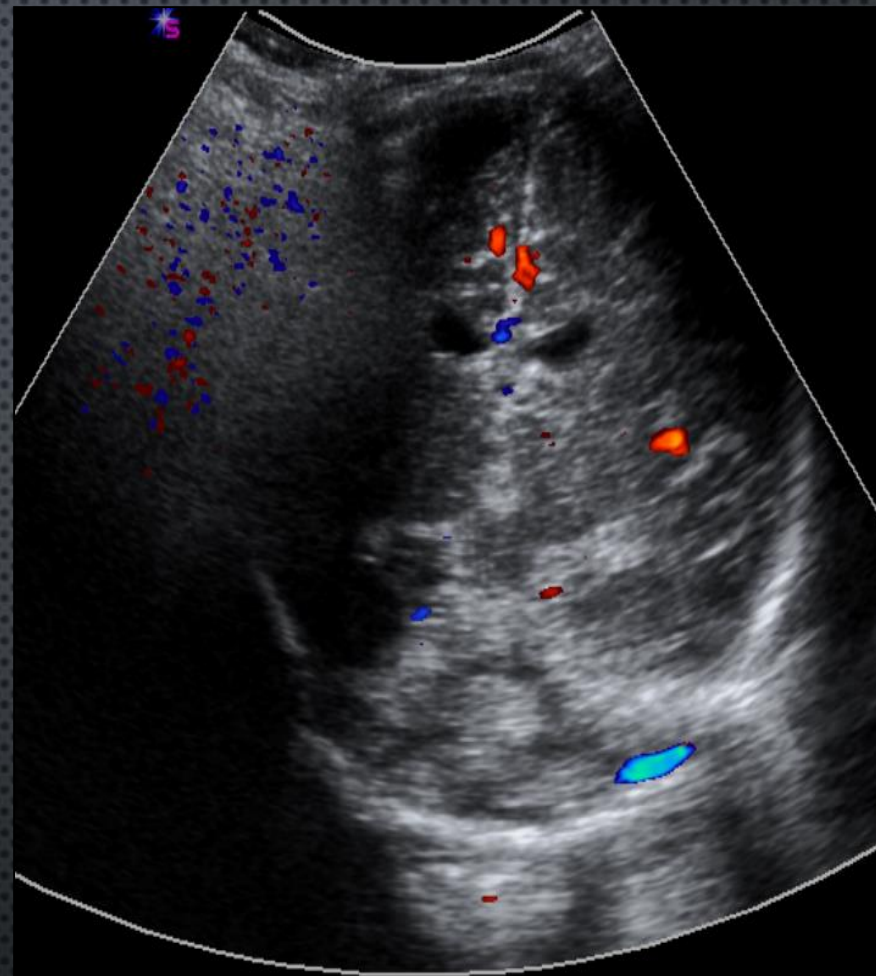
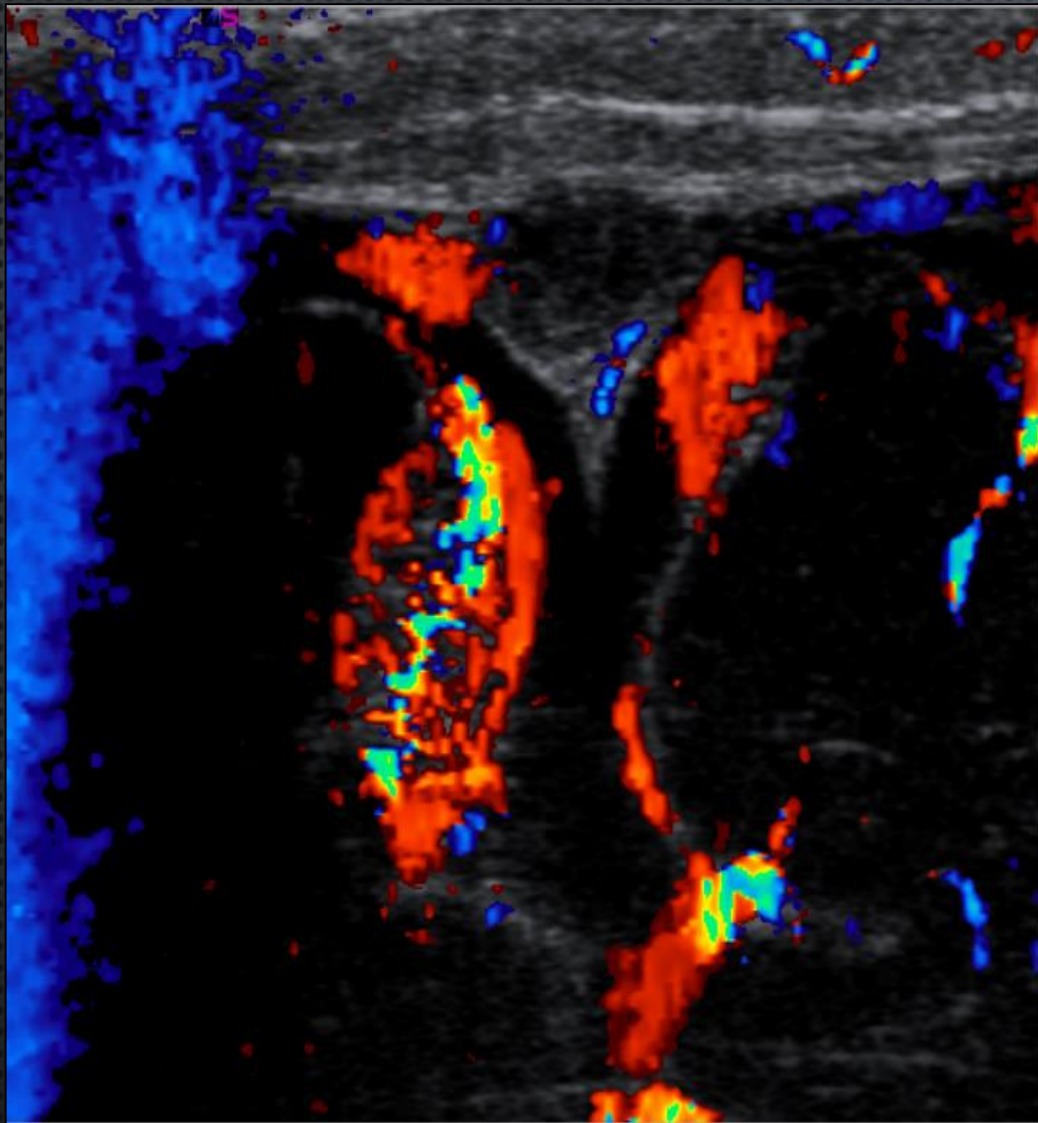


Stp. operaci atrezie jícnu a duodena s
četnými zánětlivými komplikacemi.

V souvislosti s infekcí, dehydratací případně i v důsledku traumatu můžeme diagnostikovat také trombotické změny splavů.



Parciální trombotizace sagitálního splavu u pacienta s imunodeficitem a pneumocystovou pneumonií.



Porodní trauma, klešťový porod, trombóza sagitálního splavu, také transverzálního a sigmoideálního splavu vpravo.

Závěrem lze říci, že transfontanelární dopplerovská ultrasonografie nám může pomoci v diagnostice a diferenciální diagnostice mnoha patologických lézí. Vzhledem k věku vyšetřovaných pacientů je však výrazně limitovaná mírou jejich spolupráce a také v neposlední řadě je výtěžnost tohoto vyšetření závislá na zkušenostech vyšetřujícího lékaře.

DĚKUJI ZA POZORNOST.

Použité zdroje:

Hodnocení přítomnosti nitrolební hypertenze pomocí kompresní dopplerovské ultrasonografie u posthemoragického novorozeneckého hydrocefalu. P. Rejtar, P. Eliáš, O. Pozler et al. Ces Radiol 2009; 63(3): 225–231

Neuroradiologie. Černoch. Z. a kol. Hradec Králové: Nucleus HK, 2000. 585 s. ISBN 80-901753-9-2.

Ultrazvukové vyšetření mozku přes velkou fontanelu. Hadač. J. Praha: Triton, 2000. 191 s. ISBN 80-7254-110-2.