



AZ ULTRAHANG SZEREPE AZ IDEGSEBÉSZETBEN

DR NEMES PÉTER

2024.01.18

AZ ULTRAHANG ALAPJAI

A hanghullámok nyomás hullámok, melyeknek közvetítőközegre van szükségük a terjedéshez. Ultrahang: hallásküszöb feletti hangok

frekvencia: > 20,000 ciklus /sec

Ultrahang	20 kHz kb. - 10 GHz	Denevér, delfin, diagnosztika
Hallható hang	16 -20 kHz	Zene, beszéd

Az UH kép végsősoron a szervezet belsejéből származó hangreflexiókat megjelenítő, nagy teljesítményű számítógéppel összerakott visszhang-kép (ezt szinte valós időben, minimális késéssel tudjuk számítógépes monitoron megjeleníteni - 14-25 kép/sec)

ULTRAHANG KELETKEZÉSE

- Mechanikai hullám
- Terjedés közegben, erősödések és ritkulások formájában
- Áthatolóképesség fordítottan arányos a frekvenciával
- A vizsgálófej impulzusokban rezgéscsomagokban bocsájtja ki az UH-t, vevőként működik az idő több mint 99%-ban
- Piezoelektromos kristály – piezoelektromos hatás: Az elektromos pulzusok által, a kristályokból keltett mechanikus oszcillációk/rezgések, ezen oszcillációk a kristályokból hanghullámokként emittálódnak. Elektromos jelforrás (szinuszoszcillátor)+transzducer (piezokristály) Pl. 3.75 MHz-es transzducer által emittált hullámok 2 és 6 MHz között vannak, 3.75 MHz az átlag medián frekvencia
- Multifrekvenciás transducerek: a median frekvenciát lehet csökkenteni / növelni
- Az adott transzducer frekvenciáját meghatározza: piezokerámia lapocskák vastagsága (amik adók + vevők is)

A mechanikai rezgés sebessége jelentősen változik különböző folyadékokban vagy szöveti struktúrákban, pl.:

Víz (20 C fok) - 1480 cm/s,

Víz (36 C fok) - 1530 cm/s,

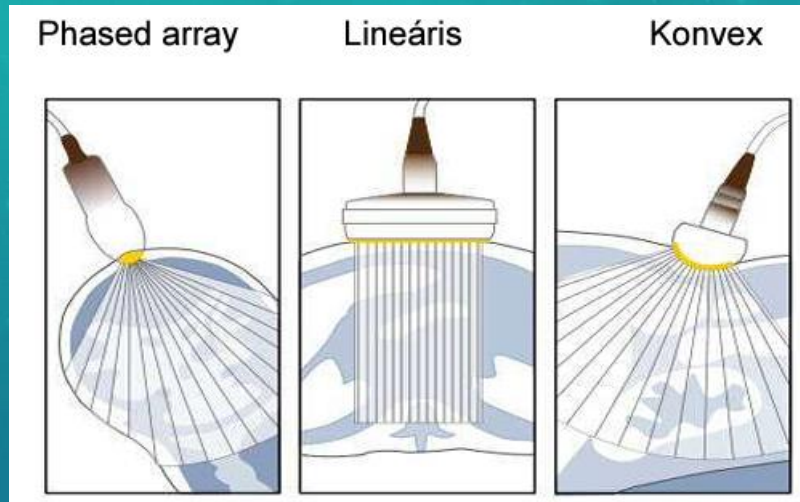
Agy - 1540 cm/s,

Vese - 1560 cm/s,

Zsír - 1450 cm/s,

Csont - 2500-4700 cm/s.

LEGGYAKRABBAN HASZNÁLT ULTRAHANGFEJEK



Konvex: Lineárishoz hasonló, csak konvex elrendezésben, nagyobb FOV (field of view)

Lineáris: Sok kis kristály, egy vonalban (parallel), ezen kristályok egyszerre gerjednek

Phased array: A szektor látómezője (FOV) az összes elem tüzelésével egyetlen hullámalakat hoz létre. UH sugár fókusza változtatható, kis területek képezése

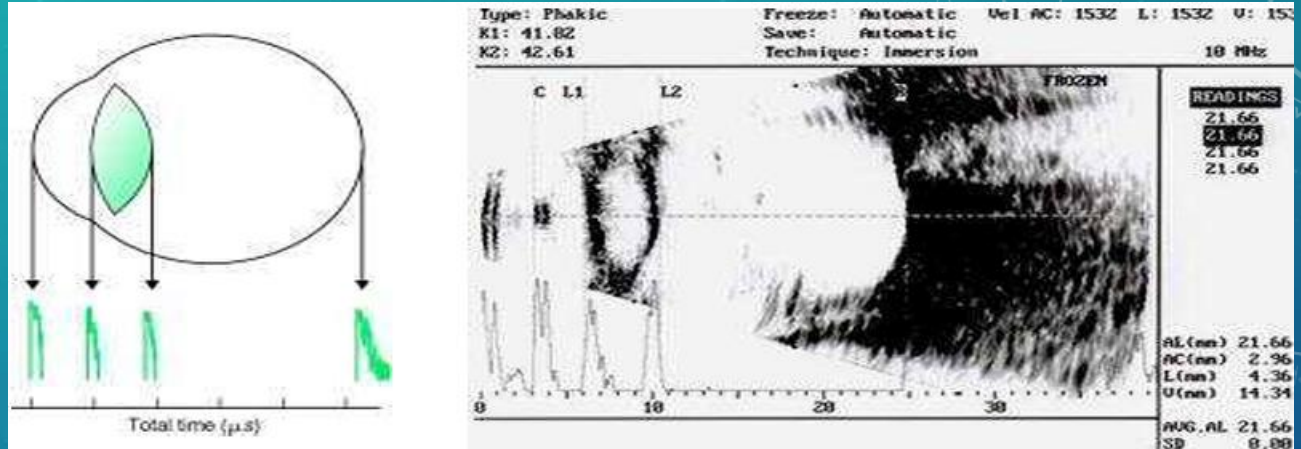


AZ UH TERJEDÉSE HATÁRFELÜLETEKEN

- Fontos tudnivaló az is, hogy a különböző **határfelületeken történő átjutás következtében** az UH által **megjelenített képen** látható objektumok **nem „pontosan ott” helyezkednek el**, ahol a monitoron megjelenítésre kerülnek; ezt különösen a ferde beesésű UH nyaláb alkalmazásakor, illetve **UH vezérelt beavatkozások** során kell feltétlenül számításba venni. (Hasonló ez a jelenség ahhoz, mint amikor a levegőből a víz alá merülő horgászdaimilt próbáljuk nyomon követni a víz alatti szakaszon...

AZ UH MEGJELENÍTÉSI MÓDSZEREI

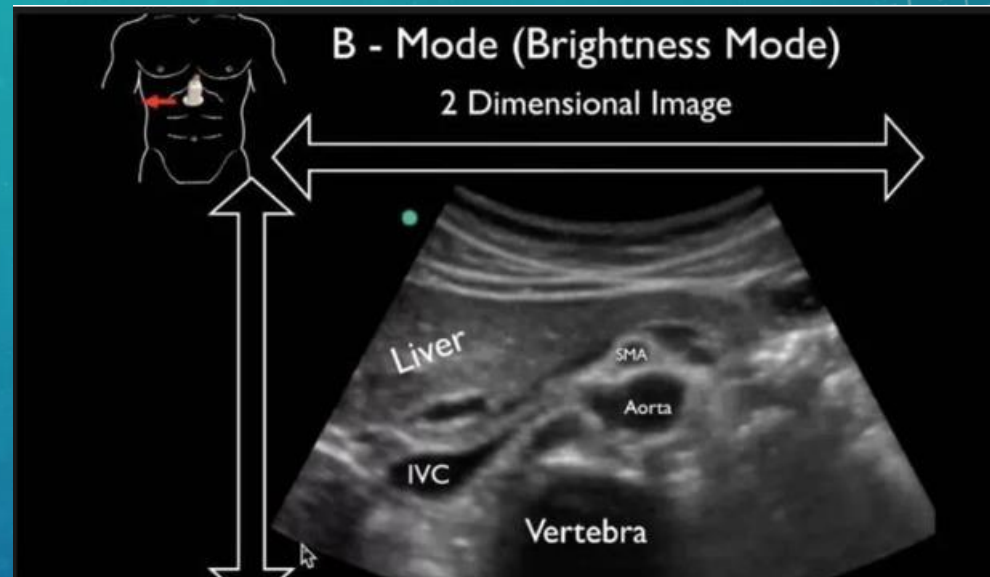
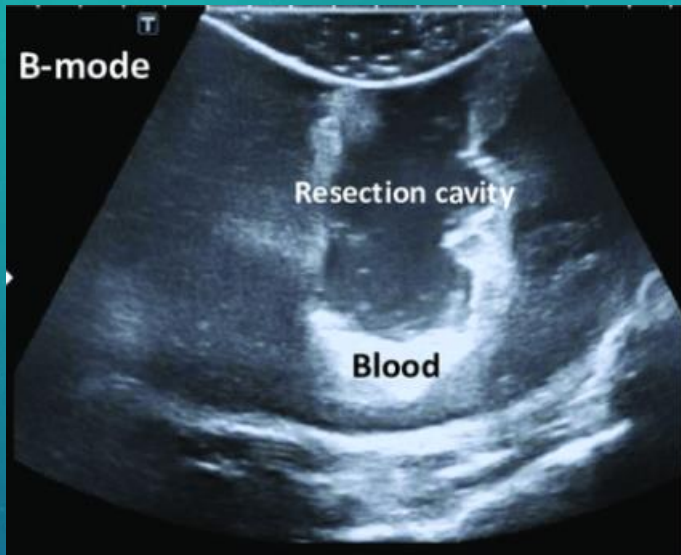
- **A-mód (Amplitude mode)**



Az ultrahang **legegyszerűbb** alkalmazása, amikor a megjelenített képen a vízszintes tengely a vizsgált **terület mélységét**, míg a függőleges tengely **az echók amplitudóját** jelenti. Ilyenkor egy vonalban terjedő UH nyalábot alkalmazunk.

- Orvosi használatra példa: Therapeutic ultrasound aimed at a specific tumor or calculus is also A-mode, to allow for pinpoint accurate focus of the destructive wave energy.

AZ UH MEGJELENÍTÉSI MÓDSZEREI



- **B-mód**

- Piezoelektromos kristályok (pl. 256 db) gerjesztette UH nyalábok határfelületekről visszaverődnek -> adatgyűjtés, feldolgozás -> **a reflexiók erősségének és helyének függvényében** fényes, vagy kevésbé fényes pontok (kép).
- A keletkezett képek másodpercen belüli sűrűsége (25-40 frame/sec) adja a real-time érzetet a B-módú UH vizsgálat során

AZ UH MEGJELENÍTÉSI MÓDSZEREI

- **UH Doppler technika**

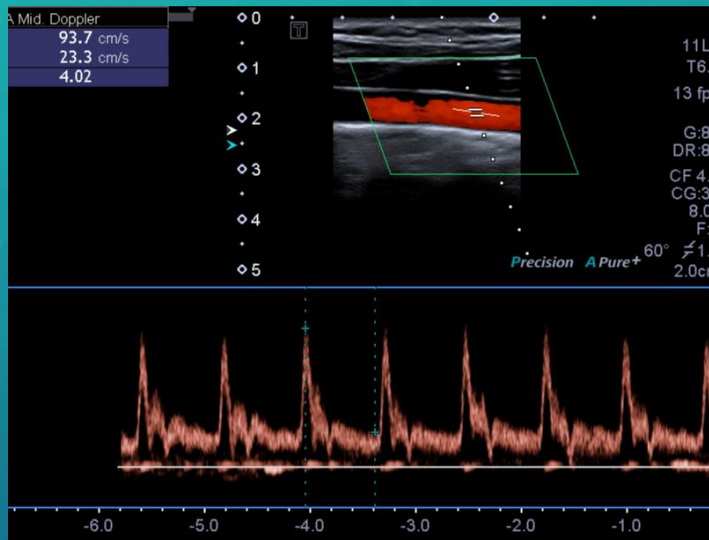
- Az áramló részecskékről történő **hangvisszaverődés** (közeledő, távolodó) **különböző sebessége** adja a Doppler UH technika alapját.

Az **egyszerű, folyamatos hullámú** CW (continuous wave) Doppler eszközben található egy adó és egy vevő. Ennél a technikánál elviekben a sebességmérésnek nincs határa.

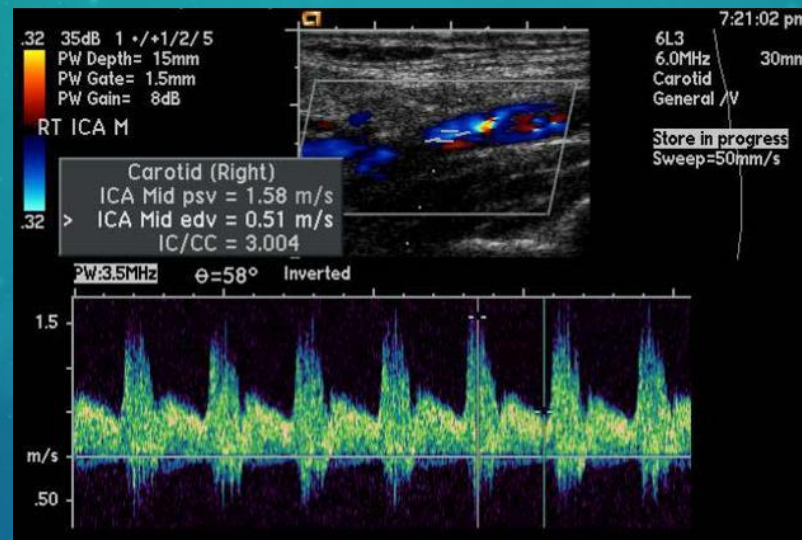
A **pulzus Doppler** alkalmazása esetén az adott UH nyaláb mentén mi jelölhetjük ki egy változtatható szélességű, kis mintavételi kapu (gate) segítségével, hogy honnan kívánunk sebesség információt nyerni. Az így felvett görbe alapján az adott érszakaszból kapott sebességértékekkel, kvantitatív módon tudjuk jellemezni az áramlást az idő függvényében.

- 0
 - normal waveform and image
- <50% diameter reduction: PSV and ICA/CCA
 - peak systolic velocity (PSV) <125 cm/s
 - ICA/CCA PSV ratio <2
- 50-69% diameter reduction: ICA/CCA with or without PSV
 - peak systolic velocity (PSV) >125 cm/s
 - ICA/CCA PSV ratio >2
- 70-79% diameter reduction: PSV or EDV or ICA/CCA
 - peak systolic velocity (PSV) >270 cm/s
 - end diastolic velocity (EDV) >110 cm/s
 - ICA/CCA PSV ratio >4
- >80% diameter reduction: PSV and EDV and ICA/CCA
 - peak systolic velocity (PSV) >270 cm/s
 - end diastolic velocity (EDV) >140 cm/s
 - ICA/CCA PSV ratio >4
- 95-99% near occlusion
 - velocities can be high or low but criteria for >80% reduction may apply
 - correlate with B-mode and color Doppler appearances, including string sign
- occluded
 - no flow; terminal thump

CAROTIS DOPPLER



normál



50-69 % ACI stenosis

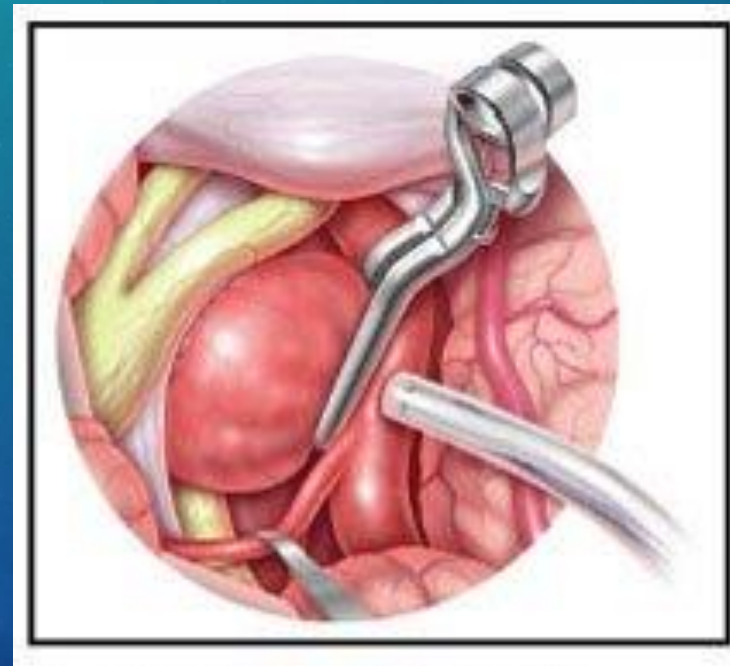
Sonographic NASCET Index

This study proposed the incorporation of distal ICA flow velocity information on the conventional carotid Doppler study improving the diagnostic accuracy of PSV¹.

- <15% stenosis
 - deceleration spectral broadening with a peak systolic velocity (PSV) <125 cm/s
- 16-49% stenosis
 - pansystolic spectral broadening with a PSV <125 cm/s
- 50-69% stenosis
 - pansystolic spectral broadening with a PSV of >125 cm/s
and
 - end diastolic velocity (EDV) <110 cm/s or ICA/CCA PSV ratio >2 but <4
- 70-79% stenosis
 - pansystolic spectral broadening with PSV >270 cm/s
 - or
 - EDV >110 cm/s
 - or
 - ICA/CCA PSV ratio >4
- 80-99% stenosis: EDV >140 cm/s
- complete occlusion: no flow; terminal thump

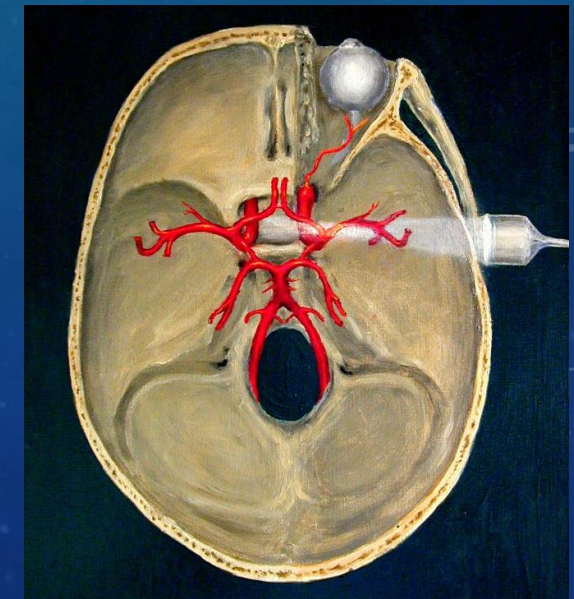
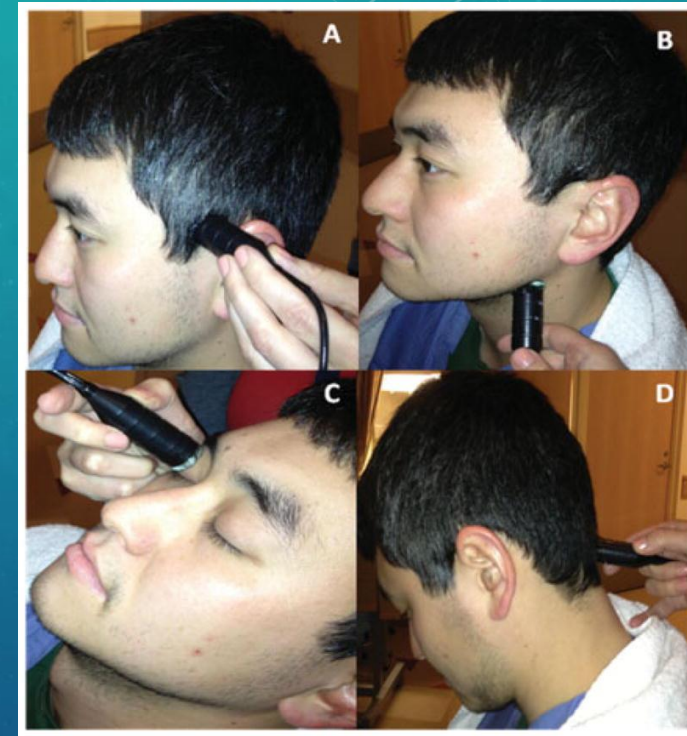
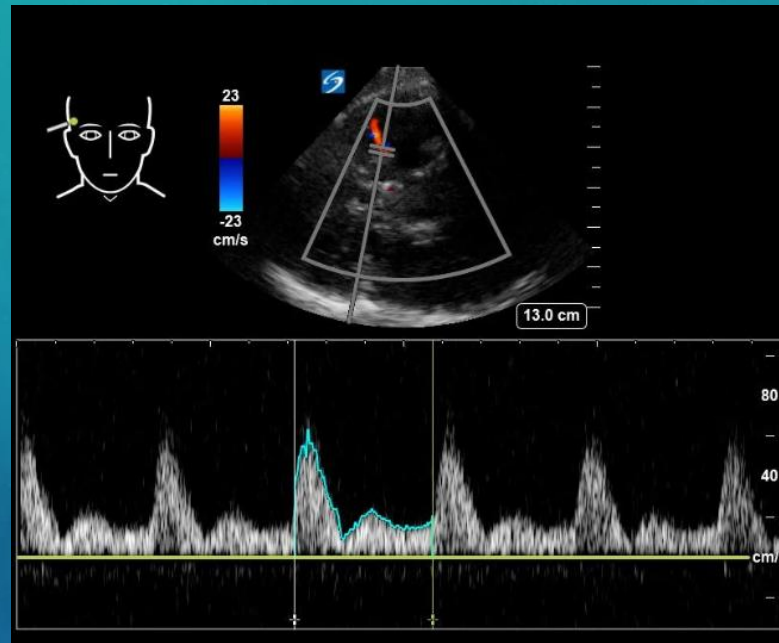
INTRAOPERATÍV MICROVASCULARIS DOPPLER

- Cél: az agyi erek intraoperatív hemodinamikai felmérése aneurysma, AVM, intracranialis bypass műtétek során



TRANSCRANIALIS DOPPLER

- A koponyán belül található verőerek ultrahang vizsgálata a koponyán található természetes csontablakokon keresztül
- Gyors, valós idejű, számtalanszor ismételhető, non-invazív, bed-side alkalmazhatóság
- SAH - vasospasmus kontroll, intracranialis atherosclerosis, acut ischaemias stroke – thrombolysis kontroll



Flow in MCA

- normal flow: mean = 55cm/sec
- mild: > 120cm/sec
- moderate: > 160cm/sec
- severe: > 200cm/sec

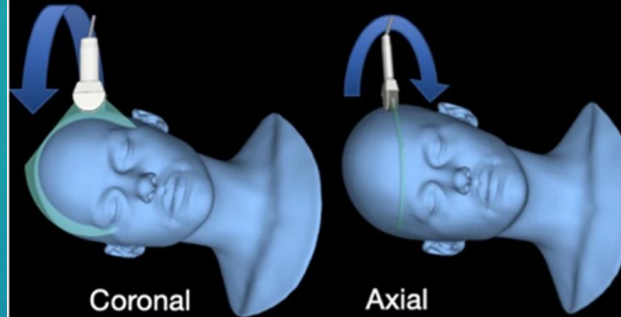
Lindgaard Ratio = mean velocity in the MCA / mean velocity in ipsilateral extracranial internal carotid artery

- high velocities in the MCA (>120cm/s) may be due to hyperaemia or vasospasm.
- the Lindgaard Ratio helps distinguish these conditions.

- <3 = hyperaemia
- >3 = vasospasm
 - > 3-6 mild
 - > >6 severe

TRANSCRANIALIS DOPPLER

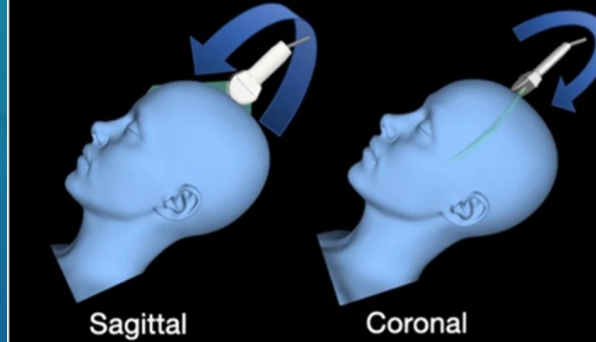
Pterionotomy, frontotemporal and lateral frontoparietal craniotomy



B-mode: Lateral ventricle with choroid plexus, hippocampus.

Doppler: M2 and M3 branches of MCA.

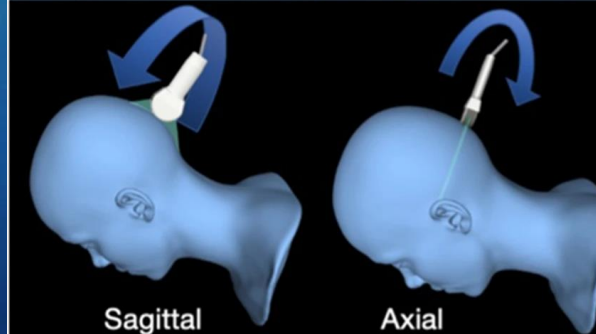
Interhemispheric approach



B-mode: Lateral ventricles with choroid plexus, falx cerebri, corpus callosum, cingulate gyri.

Doppler: Pericallosal and callosomarginal ACA branches.

Occipital and suboccipital approach



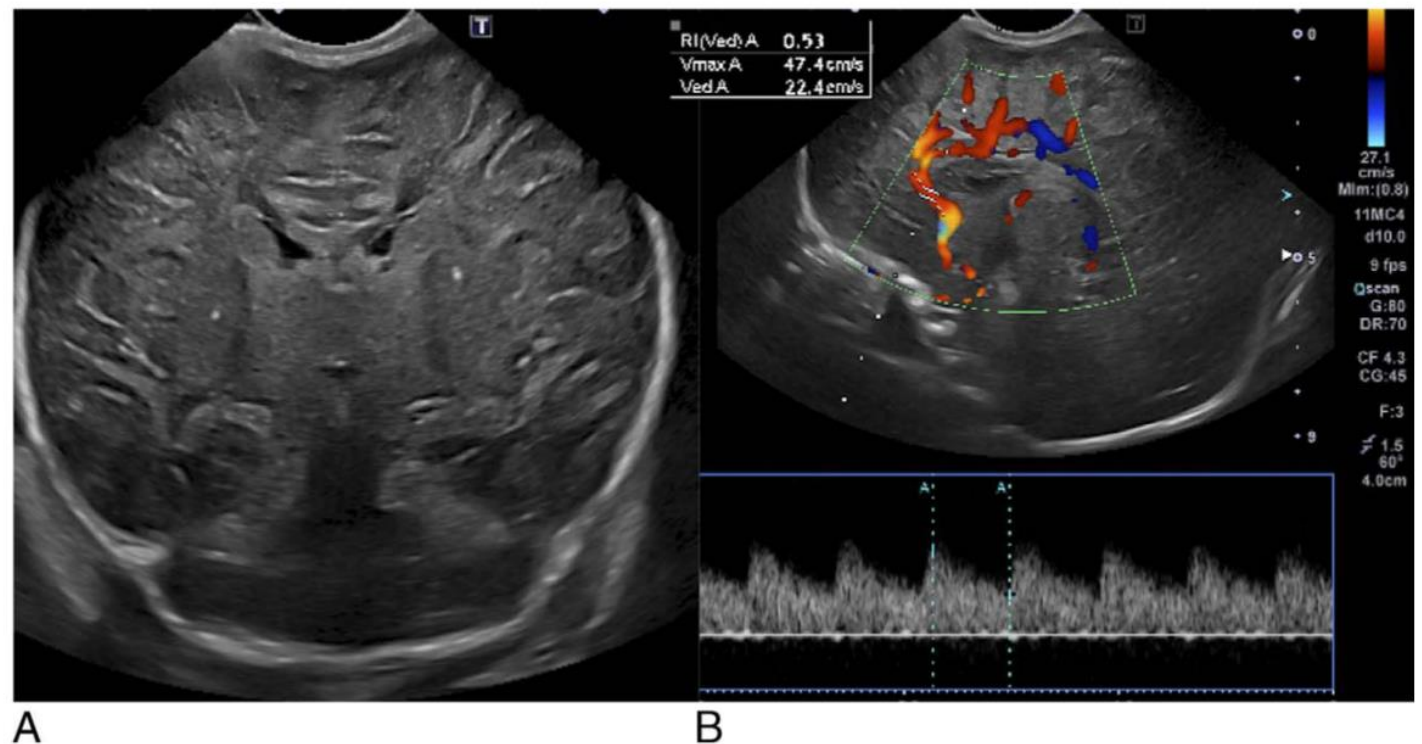
B-mode: 4th ventricle, cerebellum, brainstem.

Doppler: Vertebrobasilar system.

KORASZÜLÖTT, ÚJSZÜLÖTT TRANSFONTANELLARIS UH

- Hypoxic-Ischemic Encephalopathy (alacsony RI – súlyosabb agykárosodás, DTI MRI korreláció) – dysfunctionalis agyi autoregulatio
- Hydrocephalus – resistive index (RI vagy Pourcelot index) $RI = (PSV - EDV) / PSV$
- (magasabb RI-ACA [pl. 0,9] magas ICP mellett HC esetén pl.)
- ACA, ACM, BA
- Normal RI terminusban született csecsemő esetén 0.6 - 0.8 között

FIGURE 1.



Full term neonate with history of placental abruption. HUS performed at DOL 4 immediately after TH. (A) Bilateral diffuse symmetric increased echogenicity of the white matter, thalami and basal ganglia. Although identifiable for experienced radiologists, this finding can easily be missed. (B) The resistive index in the ACA measures <0.6, abnormal. Figure 1 can be viewed online in color at www.jcat.org.

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!