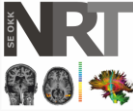




SE Orvosi Képző Intézet
Neuroradiológiai Tanszék
Magyar Neuroradiológiai Társaság
Gyakorlati Neuroradiológia



A neuroradiológia feladata, vizsgálati algoritmusok, protokollok, értékelés, leletezés



Prof. Dr. Barsi Péter
Címzetes egyetemi tanár

Vázlat

1. Példák a diffúzió alkalmazására
2. Példák a perfúzió alkalmazására
3. Példák az fMR alkalmazására
4. Példák a spektroszkópia alkalmazására
5. A neuroradiológia feladatai
6. Vizsgálati algoritmusok és protokollok
7. Alap koponya MR protokoll
8. SM protokoll
9. Gerinc MR protokoll
10. Néhány szempont az agyi CT/MR értékeléséhez
11. Srukturált koponya és gerinc MR lelet

Diffúzió súlyozott képalkotás

Egy pohár vízben a vízmolekulák a pohár faláig szabadon mozognak – Brown-féle mozgást végeznek.

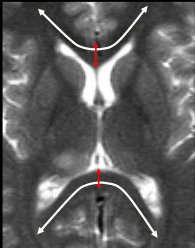


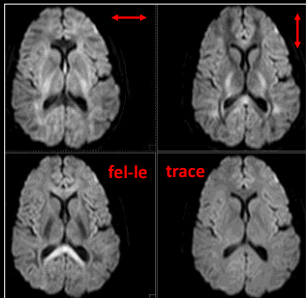
Brownian Motion

Diffúzió súlyozott képalkotás

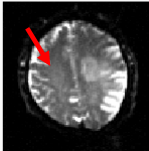
- A fejünkben – jó esetben – a víz nagy része nem olyan szabad, mint a pohárban.
- Legalább három térirányú diffúziós gradienssel a víz agyszöveten belüli megoszlása és mozgása láthatóvá tehető.

Anizotrópia – szumma kép

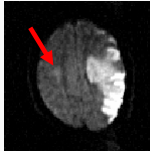




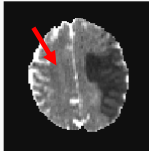
ADC: apparens diffúziós koefficiens



b=0 (T2)



b=1000



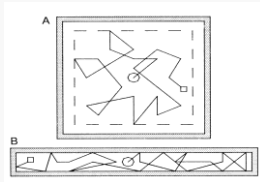
ADC map

Az ADC számított érték, független a diffúzió irányától és kvantifikálható. Kiküszöböli az erős T2 súlyozás miatt kialakuló "shine through" jelenséget.

ADC térképen: világos pixel → fokozott DIFF, sötét pixel → gátolt DIFF.

MIT ÁBRÁZOL A DIFFÚZIÓS MR?

1. Az extracelluláris folyadékter szabadabb, mint az intracelluláris, magasabb diffúziót tesz lehetővé – a víz két folyadékter közötti megoszlását – **akut stroke**.
2. Az agyszövet anizotrópiája – FÁ pályákat
3. A vízmolekulák idegen szövetben való mozgását.



Az 1. és 3. információt max. 2 perc alatt!

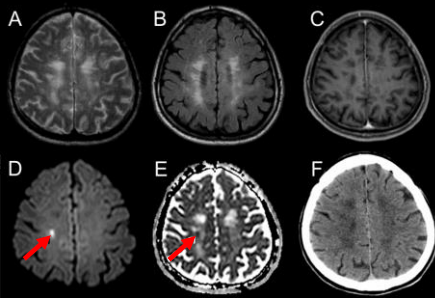
CHAKRES & SCHMALBROCK: FUNDAMENTALS OF MRI 1992

1. EXTRA- ÉS INTRACELLULÁRIS TÉR

Akut ischaemia (agyi vérellátás < 20%) → csökken az ATP szint → a Na-K pumpa nem működik → intracelluláris citotoxikus oedema → csökken az extracelluláris folyadékter frakció → **csökken a diffúzió**.

Az ischaemiát percekkel a kialakulása után mutatja, és kb. 12 napig fennmarad (7. nap környékén pseudo-normalizáció).

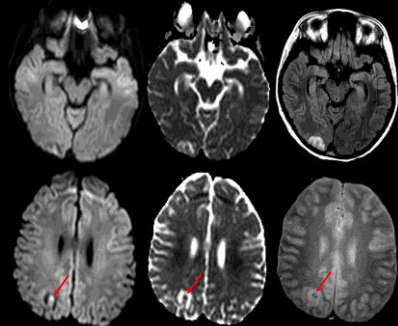
Akut és krónikus ischaemia



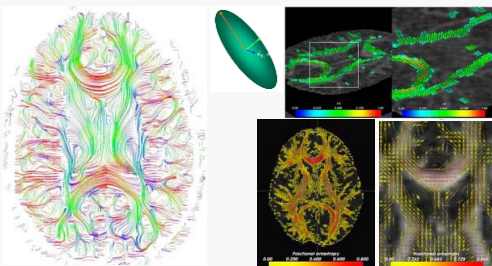
Ismerten érbeteg 70 éves férfi, akut bal hemiparesis.

ISCHAEMIA? PRES!

11 éves leány, Schönlein-Henoch purpura miatt kezelés, vírusinfekció, több GM roham



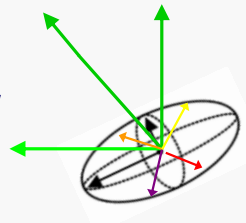
2. A FEHÉRÁLLOMÁNYI PÁLYÁK OKOZTA ANIZOTRÓPIA: DIFFÚZIÓS TENZOR KÉPALKOTÁS, TRAKTOGRÁFIA



M. Jackowski, Yale Dept. Radiology

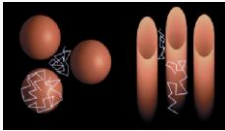
DTI, TRAKTOGRÁFIA

➤ Ha legalább 6 irányban alkalmazott gradienssel mérünk, az ADC értékekből kialakul, hogy a tér melyik irányában a legkifejezettebb a diffúzió = **diffúziós tenzor**

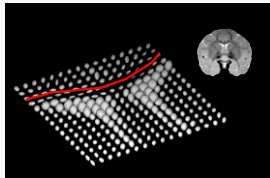


DTI, TRAKTOGRÁFIA

- A fehérállomány nagy anizotrópiáját a rostrendszer adja
- A tenzor megegyezik a pályák lefutásával
- A pályarendszerek ábrázolhatók

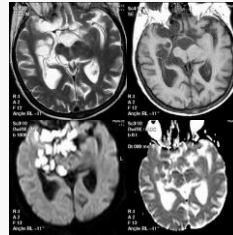


Beaulieu (2002). *NMR in Biomed*; 15:435-455

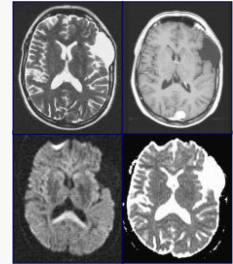


Pierpaoli and Basser *Magn. Reson. Med*, 36, 893-906 (1996)

3. Idegen szövetek jellegzetességei – térfoglaló folyamatok differenciál diagnosztikája



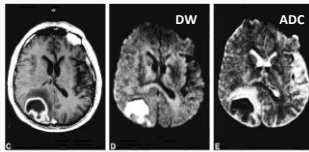
Epidermoid és arachnoidealis cysta



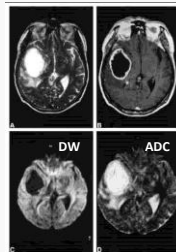
Stadnik et al, *RadioGraphics* 2003, 23:7e

3. Idegen szövetek jellegzetességei – térfoglaló folyamatok differenciál diagnosztikája

TÁLYOG

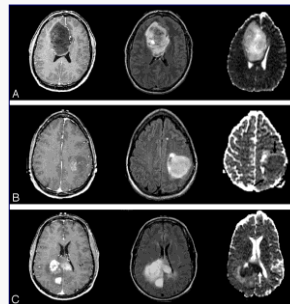


TUMOR



Use of Diffusion-Weighted MR Imaging in Differential Diagnosis Between Intracerebral Necrotic Tumors and Cerebral Abscesses
Bergin Despres, Talane Stadnik, Gazi Kozak, Noel Shahar, Catherine Breton, and Michel Chénais

3. Idegen szövetek jellegzetességei – térfoglaló folyamatok differenciál diagnosztikája



Grade II (A),

grade III (B) és

grade IV (C) astrocytoma kontrasztos T1, FLAIR és ADC képe. Az ADC érték csökken a malignitás növekedésével.

Cha, *AJNR* 2006, 27: 475-87

???

A diffúziós képalkotás jellegzetességei

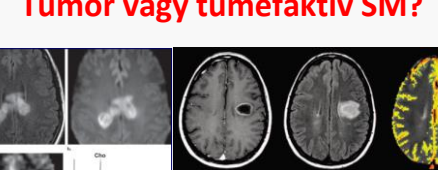
- Rövid mérési idővel és feldolgozással hasznos információt nyújt pl. akut stroke-ban és agyi térfoglaló folyamatokban.
- Ritkán alkalmazzuk, mert hosszú a mérési idő.
- Csak különlegesen felszerelt, minimum 7 Tesla MR készüléken működik.
- Az agyat ellátó artériákat ábrázolja.

CT és MR perfúzió

Kis CBV/nagyobb CBF, mismatch
Jó jelölt a thrombolysis kezelésre

Neg. CT, kis CBV, nagy CBF és MTT,
jobb ACM occlusio. Terápia után csak
kis infarctus marad.

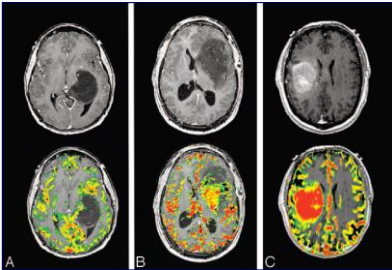
Tumor vagy tumefaktív SM?



Cha, AJNR 2006, 27: 475-87

1. Kifejezett KA halmozás (hasonló a FLAIR-hez)
2. Magas Cho, alacsony Cr és NAA
3. Normális vérátáramlás

A kóros rCBF növekedés arányos a grade II (A), grade III (B) és grade IV (C) astrocytoma malignitásával.



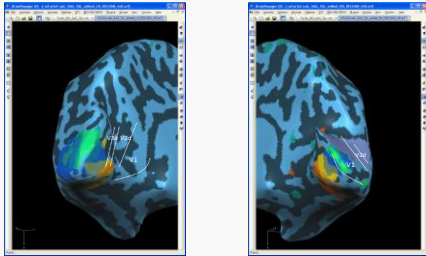
The figure displays three axial brain MRI slices, labeled A, B, and C, arranged horizontally. Each slice shows a cross-section of the brain with a central lesion. Below each slice is a corresponding color-coded map representing rCBF (relative cerebral blood flow). The color scale ranges from green (low) to red (high). In slice A, the lesion is relatively small and shows low rCBF (mostly green). In slice B, the lesion is larger and shows moderate rCBF (green and yellow). In slice C, the lesion is the largest and shows high rCBF (predominantly red and orange). The labels A, B, and C are positioned at the bottom left of each respective slice.

Cha, AJNR 2006, 27: 475-87

4. Funkcionális MR

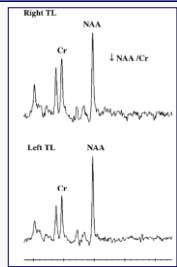
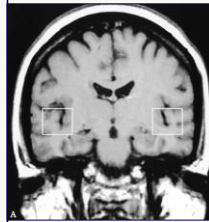
[illegible]

**fMRI occipitalis polustérkép a látómezők
határaival**
dr. Kozák Lajos Rudolf



A malformatio közel van a magasabbrendű és a mozgásfeldolgozást végző látómezőkhöz

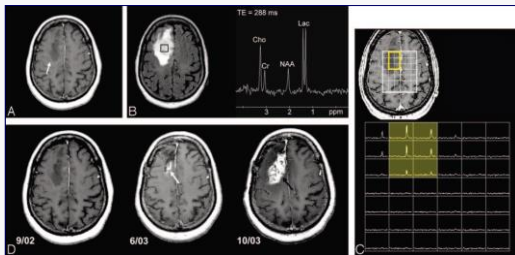
A^1H MRS mérővolumenek a T lebenyen
In: Kantarci K et al. Neurology 2002



Az NAA/Cr alacsonyabb a jobb TL-ben jobb TLE
betegeknél In: Kantarci K et al. Neurology 2002

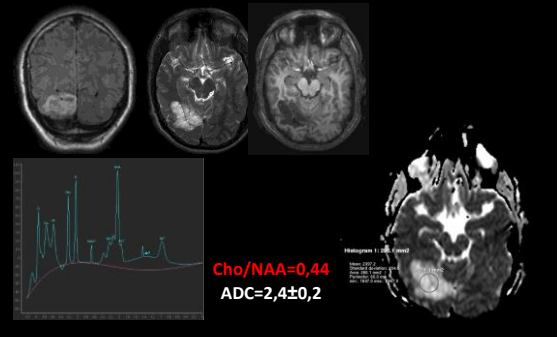
MR spektroszkópia

Alacsony malignitásúnak diagnosztizált astrocytomában a SV MRS magas
Cho és Lac mellett alacsony NAA-t mutatott, a Lac jelenlétét a 3D MRS is
igazolta. A szövettan mitózisokat és érújdonképződést talált, ami malignitásra
utal. 9 hónappal a műtét után kontrasztthlmozás, majd GBL.

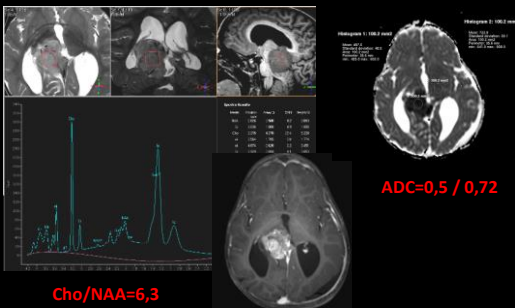


Cha, AJNR 2006, 27: 475-87

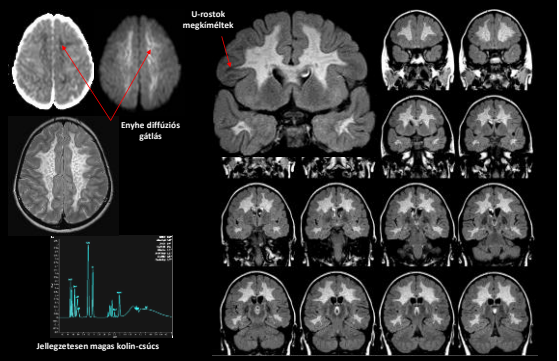
DNT fiatal epilepsiás férfiban



Rec. malignus tumor 2 éves gyermeknél



Metachromasiás leukodystrophia (lizoszóma)



A NEURORADIOLÓGIA HAGYOMÁNYOS FELADATAI

1. A kóros elváltozás kimutatása
2. Az elváltozás természetének lehetséges tisztázása
3. A pontos lokalizáció és kiterjedés felderítése
4. A kóros elváltozás érellátásának felmérése
5. Szomszédos csontokra gyakorolt hatás felmérése
6. Válasz a klinikai kérdésre!

A neuroradiológia új lehetőségei

1. A biokémiai összetétel meghatározása – MR spektroszkópia
2. A funkciók strukturális alapjainak meghatározása – funkcionális MR
3. A fehérállományi összeköttetések, pályarendszerek feltérképezése – diffúziós tenzor képalkotás
4. Az agyi vérátáramlás mérése – CT vagy MR perfúzió
5. Az érrendszer non-invazív ábrázolása – UH, CTA, MRA
6. Prognosztikai következtetésekre alkalmas vizsgálatok – akut stroke, posztoperatív vizsgálatok, protokollok
7. Terápiás beavatkozások – intervenciók neuroradiológia

A képalkotás problémái

1. Költséghatékonyság
2. Elérhetőség
3. Biológiai hatások
4. Szenzitivitás
5. Specifitás
6. Speciális betegek problémái

Neuroradiológiai módszerek

1. Röntgen
2. Ultrahang
3. Angiográfia
4. CT (komputer tomográfia)
5. MR (mágneses rezonancia)
6. (Nukleáris medicina – SPECT, PET)

MÓDSZERTANI ALAPKÉRDÉSEK

1. Diagnosztikus algoritmusok
 1. Legkisebb biológiai és finansiális áron elérni a legnagyobb diagnosztikus (és terápiás) hasznot
 2. Bizonyítékon alapuló orvoslás
2. Vizsgálati protokollok:
 1. Megfelelő ábrázolás
 2. Utánkövetés

KOPONYA VIZSGÁLATOK

1. KIR patológia: MR az első vizsgálat
2. Kivételként mégis CT az első
 1. AKUT STROKE-BAN (vérzés>ischaemia)
 2. AKUT TRAUMÁBAN (csont, vér)
 3. Csontstruktúra elemzésre
 4. Ha az MR kontraindikált
 5. *Ha az MR nem elérhető!*

Néhány fontos megjegyzés...

- Értsük a klinikai kérdést!
- Klinikai kérdés és vizsgálati terv
- Vizsgálati terv és az eredmény hasznosulása
- Az értő klinikus (és betege) megfelelő kiszolgálása
- Protokoll: segítség, nem korlát

Alap neuroradiológiai MR protokollok közepes és nagy térerőn.

- Alap koponya MR protokoll
- MR protokoll akut stroke-ban
- MR protokoll infekciókban
- MR protokoll sclerosis multiplexben
- MR protokoll dementiában
- MR protokoll epilepsziában
- MR protokoll a hypophysis vizsgálatára
- MR protokoll a belső fül vizsgálatára
- Alap gerinc MR protokoll

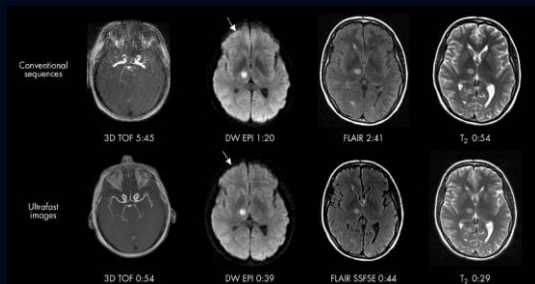
Alap koponya MR protokoll

- Cél: általános áttekintés
 - az agyról
 - a liquorerekről
 - a koponyáról
 - a koponyaalapról (beleértve a sinusokat, a sellát, a mastoidokat, a csontos pyramist)
 - a craniocervicalis átmenetről
- Szekvenciák:
 - szagittális T1
 - axiális FSE T2
 - axiális FLAIR
 - axiális GRE T2* vagy SWI
 - axiális DWI és ADC
 - koronális zsírsuppressziós T2

MR protokoll akut stroke-ban

- Cél:
 - megtalálni az ischaemiás laesiókat – T2 és FLAIR
 - differenciálni az akut és subacute-chronicus laesiókat – DWI/ADC
 - megtalálni a vérzéseket, a vérszerűen transzformált ischaemiás laesiókat (GRE T2*, SWI, T1) és a subarachnoideális vérzést (FLAIR)
 - megtalálni az akut ischaemia vagy SAV artériás okát – art. 3D-TOF és/vagy CE-MRA
 - kizárni a vénás sinus thrombosis - 2D-PC MRA
- Szekvenciák:
 - axiális DWI és ADC, PWI, ha szükséges és lehetséges
 - axiális FLAIR
 - axiális GRE T2*/SWI
 - artériás 3D-TOF és/vagy CE-MRA (2D-PC MRA ha sinus thrombosisra van gyanú)

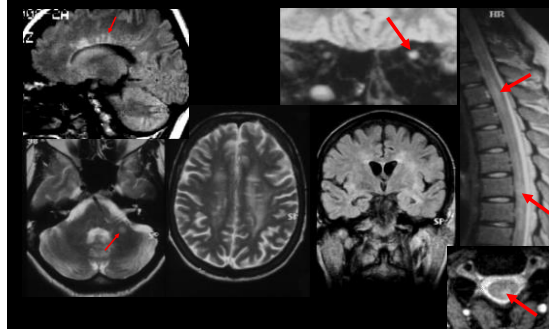
Ultragyors MR képalkotás akut stroke-ban

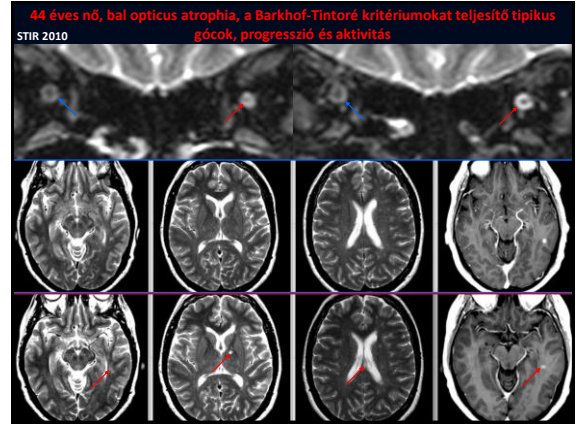
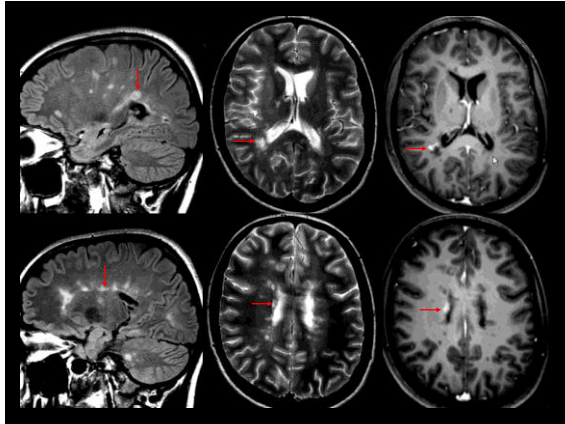


A két protokoll mérési idő különbsége: **12,7 perc és 1,9 perc!**

U-King-im JM et al, JNNP 2005, 76: 1002-1005

Jellegzetes elváltozások SM-ben

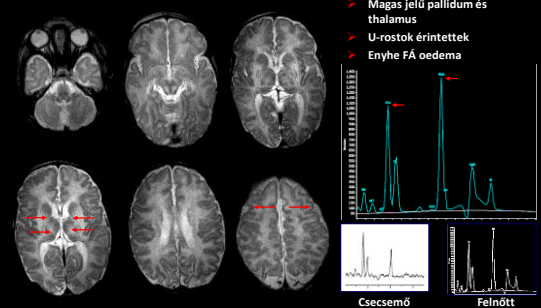




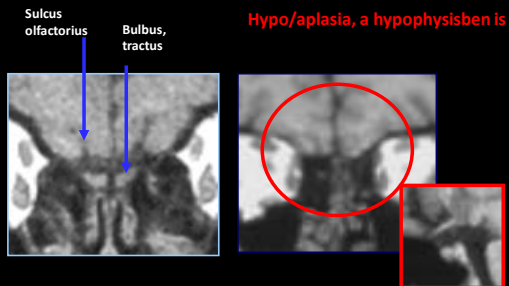
A vizsgálatok értékelése

- A kiindulási pont a beteg kora, neme és a klinikai tünetek!
- Anatómia!
- Haladjunk szisztematikusan!
- Nézzük meg a képek szélét is!
- Keressünk választ a feltett klinikai kérdésre!

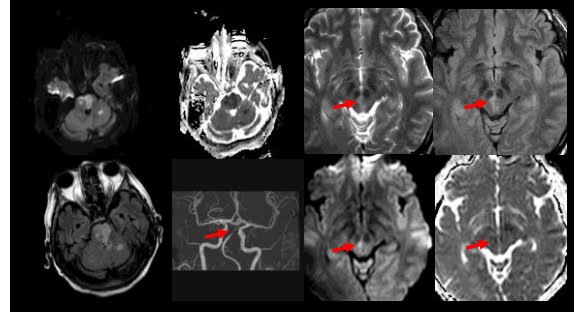
Canavan-betegség (amínosav acs. zavar) 3 hetes csecsemő



TÜNETEK ÉS ANATÓMIA: Kallmann-szindróma: szaglászavar és hypogonadotrop hypogonadismus



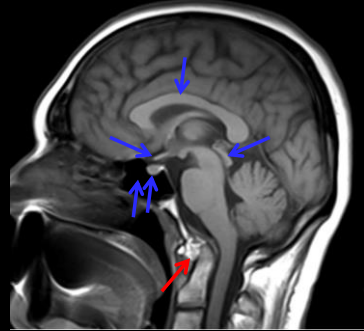
Válaszoljunk a klinikai kérdésre! Akut ischaemia az agytörzsben és a cerebellumban



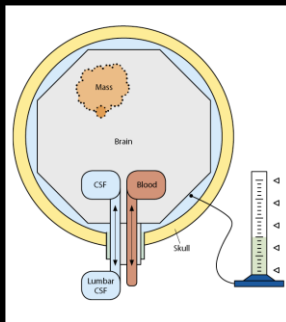
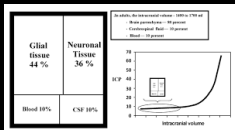
Agyi CT és MR értékelése

- Középvonal / középvonal szagittális kép
- A Monro-Kellie doktrína
- Kamrarendszer és extracerebrális liquorterek
- Ellentmondás a két folyadékter méretében - NRH
- Aszimmetriák
 - normális vagy kóros?
 - melyik oldal a kóros?
- Densitás / jelintenzitás változás
 - Alacsony jel – a GRE T2* jelentősége
 - Magas T1 jel: zsír, vér, melanin, mangán, hepaticus encephalopathia
- DWI és ADC
- Az erek, akár angiográfia nélkül is
- „Apró részek”
 - Orbiták – vena ophthalmica superior
 - Sella
 - Pontocerebellaris régió és belső fül
 - Craniospinalis átmenet
- Basis és calvaria

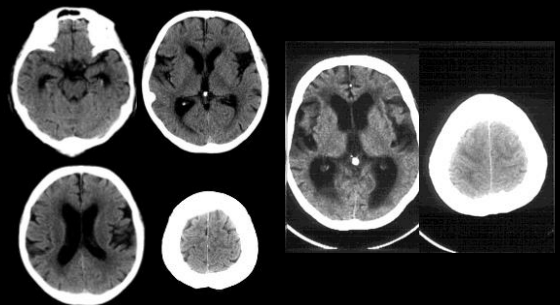
Középvonalis kép és CS átmenet



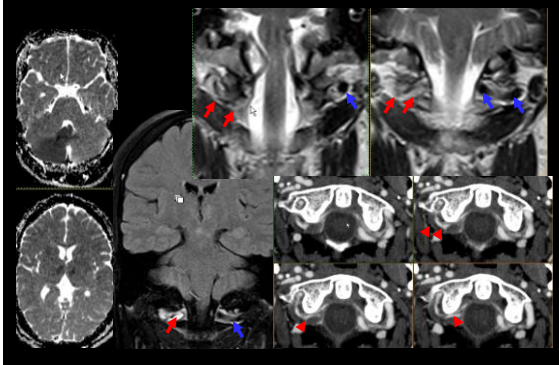
Monro-Kellie



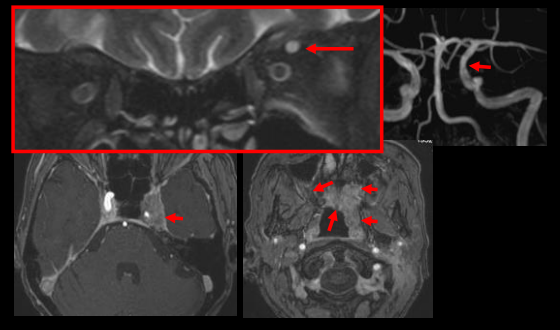
Ellentmondás a kamrák és külső liquorterek méretében - NRH



Erek, akár angiográfia nélkül is



Vena ophthalmica superior – recidiv pharyngealis Ca terjed a bal sinus cavernosusba



Strukturált NR lelet

- A lelet szövege – mint a belgy. státusz
- **Összefoglalás**
 - Ne ismételjük meg a lelet szövegét
 - Összegezzük a **fontos információt**
 - **Válaszoljunk** a klinikai kérdésre
 - Ne szégyelljük megmondani, ha **nem tudjuk a választ**
 - Javasoljunk további vizsgálatokat vagy **kontrollt**, ha szükséges

Negatív koponya MR lelet...

A koponya MR vizsgálata

Szagittális T1, axiális T2, FLAIR, DWI/ADC, GRE T2*, valamint koronális FS T2 mérések készültek 1,5T Philips MR készüléken. Kontrasztanyagot nem alkalmaztunk.

A kamrarendszer normális helyzetű és tágasságú.

Az extracerebrális liquorterek szabályosak.

Az agyállományban tágított elváltozás, kóros jelintenzitás eltérés, diffúziós rendellenesség, haemosiderin depositio nem mutatható ki.

Az orbiták, a sella, a pontocerebellaris régió/belső fül, a basis/calvaria és a craniocervicalis átmenet jelentős eltérés nélkül.

Vélemény: Kóros intracranialis elváltozás nem igazolható.

... és innen is van továbblépés...

A koponya MR vizsgálata

Készülék: Philips Ingenia 3T

Technika: Axiális T2, SWI, FLAIR, 3D T1, koronális vékony rétegű T2 a hippocampusokra merőlegesen.

Előző vizsgálat: ?

Globalis corticalis atrophia: ? Fokozat: ?

Kamrarendszer: ?

Egyéb fokalitások: ?

Temporalis medialis atrophia foka: Jobb: ? Bal: ?

Territorialis ischaemiás infarctus: ? Stratégiai lokalizációjú infarctus: ?

Lacunar infarctusok a basalis ganglionokban: ? Kísérletesség: Fázekas ?

Mikrovérzések: ?

NRH: ? Tágított folyamat: ?

Egyéb: ?

Vélemény: 1. fokú GCA, I/B 3/2 fokú TMA, szimmetrikus 1. fokú parietalis atrophia.
(= Alzheimer gyanú)

Gerinc MR protokoll

➤ Cél:

- gerincsatorna és foramen szűkület, illetve tartási és segmentációs rendellenességek kimutatása
- a csigolyák, a csontvelő, a discusok és szalagok értékelése
- az idegyökök értékelése
- a gerincvelő és a conus értékelése
- kiújult discus hernia és hegyszövet elkülönítése

➤ Szekvenciák:

- szagittális FSE T2 és SE T1 3-4 mm
- szagittális STIR 3-4 mm
- koronális T1 vagy T2 3-4 mm
- axiális T1 és T2 3-4 mm
- DWI/ADC alacsony b₀ értékkel segíthet a csontvelő értékelésében, illetve a gyulladásos folyamat, tályog kimutatásában
- C-T1 szagittális és axiális tumoros, infektív és post-operatív esetekben

Negatív lumbalis gerinc MR lelet...

Gerinc MR vizsgálat

A T11-S5 segmentumokról szagittális T1, T2, STIR, koronális és axiális T2 mérések készültek 1,5T Philips MR készüléken. Kontrasztanyagot nem alkalmaztunk.

A lumbalis lordosis szabályos. Spondylolisthesis nem látható.

A csigolyatestek alakja, magassága megtartott, jelintenzitásuk szabályos. A kisízületek épek.

A discusok magassága és jelintenzitása szabályos.

A canalis spinalis és a foramenek normális kiterjedésűek.

A conus medullaris az L1 segmentum magasságában végződik, szabályos.

A sacroiliacalis ízületekben jelentős elváltozás nem látható

Vélemény: Kóros lumbalis gerinc elváltozás nem igazolható.

... és innen is van továbblépés...

Gerinc MR vizsgálat

Készülék: Philips Ingenia 3T

Technika: Natív szagittális T1, T2, STIR, koronális T2 mérések a T11-S5, axiális T2 mérés az L3-S1 segmentumokról

Előző vizsgálat: ?

Gerinc iverk: ? Csontvelő: ? Általános megfigyelések?

Thoracalis segmentumok: ?

T12-L1: ? L1-2: ? L2-3: ? L3-4: ? L4-5: ? L5-S1: ?

Sacrum: ?

Conus medullaris: ?

Egyéb: ?

Vélemény:

Discopathia és bal paracentralis discus protrusio az L4-5 segmentumban duraszék deformitással és valószínűleg bal L5 gyök kompresszióval.

Egyéb elváltozás nincs.

Összefoglalás

- Tudjuk, hogy mit várnak el tőlünk!
- Ismerjük az eszközeinket, előnyeiket, hátrányaikat, veszélyeiket!
- Végezzünk olyan vizsgálatot, amely alkalmas a feltett kérdés megválaszolására!
- Rendszerezetten értékeljük a vizsgálatot!
- Rendszerezett leletet írjunk, a végén a véleményben igyekezzünk válaszolni a feltett kérdésre!