

Vascularis MRA

Suhai Ferenc Imre
Balázs György

Vascularis MR technikák

◆ Kontrasztanyag nélkül

- » „Black blood” spin echo
- » **Time of Flight (TOF)**
- » **Fáziskontraszt (phase contrast, PC)**
- » **Steady State Free Precession (bSSFP)**
- » Susceptibility weighted (SWI)
- » Turbó spin-echo alapú (REACT, TRANCE...)

◆ Kontrasztanyaggal

- » **3D CE-MRA**
- » „4D” dinamikus
- » Dixon alapú MRA
- » *(Blood pool kontrasztanyagok)*

És mit szeret látni az érsebész – intervenció ?

Black blood ?

TOF ?

PC ?

TRANCE ?

QISS ?

CTA !

4D ?

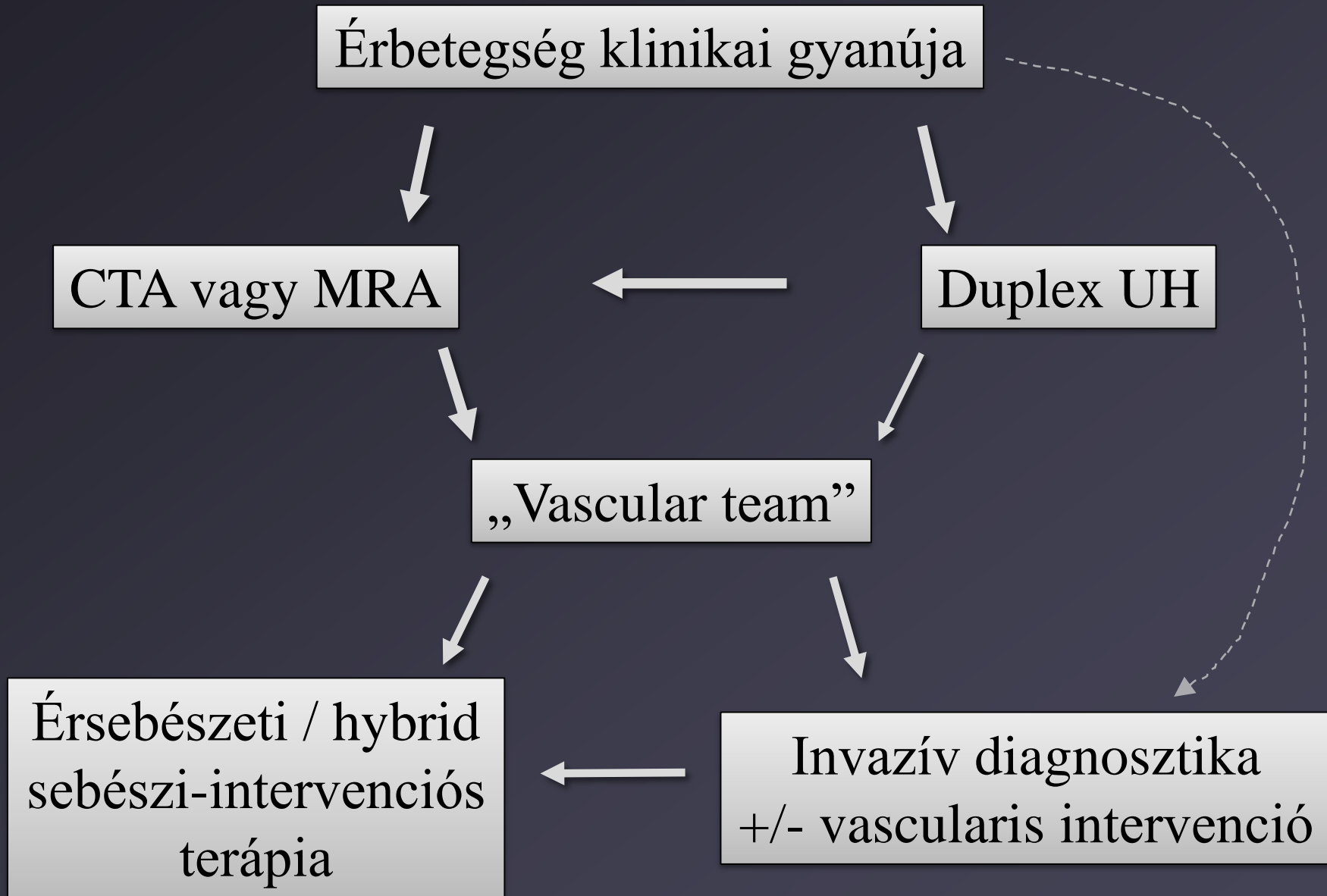
Dixon ?

CE-MRA ?

bSSFP ?

SWI ?

Mainstream vascularis képalkotás - 2019



CT vagy MR ?

- ◆ Optimális esetben radiológiai konzilium alapján dől el
- ◆ A (MD) CTA képalkotás technikai szempontból előnyös
 - » Nagy térbeli felbontás
 - » Gyors adatnyerés
 - Kevés műtermék és inkonkluzív vizsgálat
 - Beteg számára jól tolerálható
 - » Egyszerű értelmezhetőség
 - » Szinte tetszőlegesen kiterjeszhető
 - » A rendszer kapacitása (nemcsak hazánkban) nagyobb
- ◆ A felnőttkori indikációk többségét képező atheroscleroticus érbetegségekben zömmel CTA történik

CTA alkalmazását korlátozó tényezők

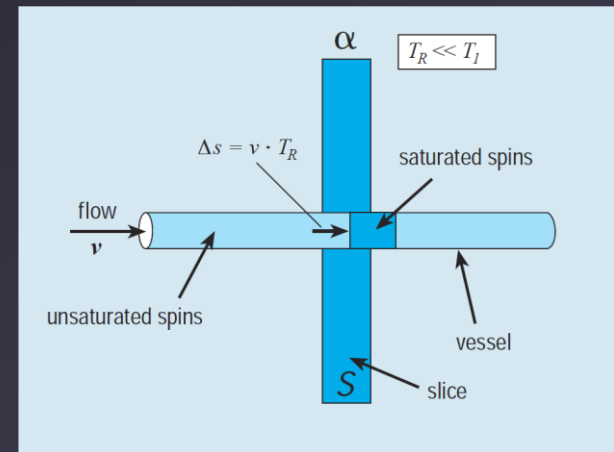
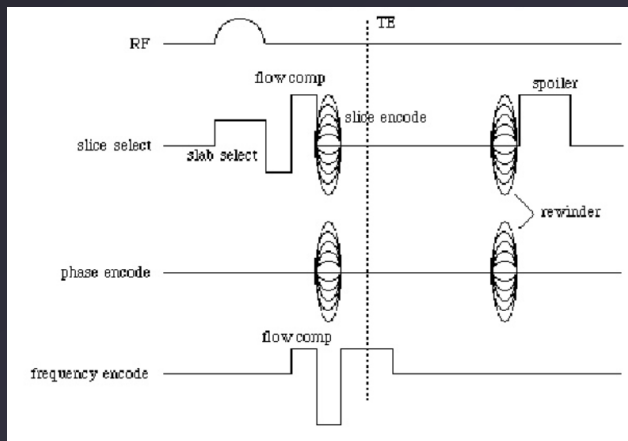
- ◆ Ionizáló sugár expozíció: 2 -20 mSv nagyságrend
 - » Fiatal korban, ha lehet kerülendő
- ◆ Jódos kontrasztanyag adás ellenjavallatai
 - » Dokumentált major kontraszt reakció
 - » Beszűkült vesefunkció
 - Súlyos érbetegekben általános, a prognózist is befolyásoló
 - ESUR ajánlás szerint kerülendő, ha eGFR < 30 ml/min
 - » Metformin?
- ◆ Statikus információ, korlátozott szöveti felbontás
 - » Korlátozott haemodynamikai információ a sugárdózis és a kontraszt mennyiség emelésével nyerhető

Vascularis MR vizsgálatok főbb indikációs csoportjai

- ◆ Gyermekek, reprodukív korú fiatalok, terhesség
 - » Nem atheroscleroticus érbetegségek
 - Komplex fejlődési anomáliák, genetikai háttérű érbetegségek
 - Vasculitisek, degeneratív érfali betegségek
 - Fiatalkori thrombo-emboliás állapotok, thrombophyliák
- ◆ Jódos kontrasztanyag érzékenység esetén CTA helyett
- ◆ Beszűkült vesefunkció bármely életkorban
 - » 15 ml/min eGFR fölött CE-MRA
 - » 15 ml/min eGFR alatt lehetőleg nem kontrasztos technikák?!
- ◆ Komplex analízis igénye
 - » Pl. transplantatio medicina, vasculitisek...

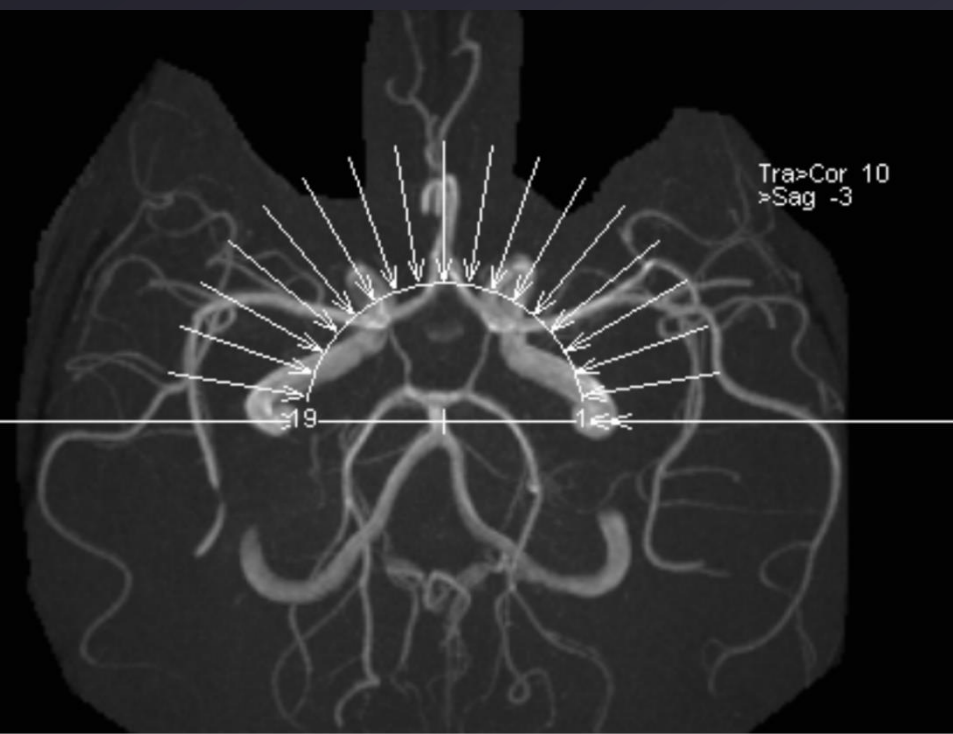
Time of Flight (TOF) MRA

- ◆ Rövid TR/TE spoiled gradients echo
- ◆ „Flow compensation” gradiens
- ◆ A szelet síkjára merőlegesen érkező magas sebességű áramlás magas jelet ad



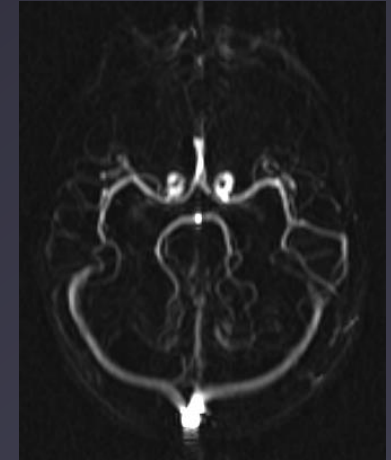
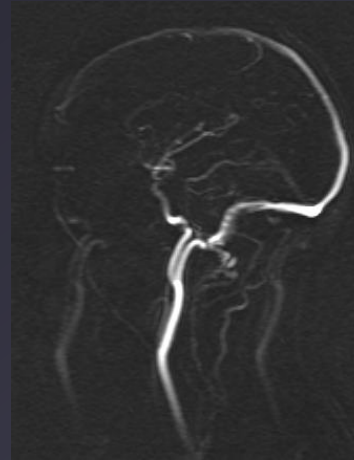
- ◆ Fő alkalmazás: intracranialis artériák
- ◆ Hasi-medencei vizsgálatra nem alkalmas
 - » Hosszú akvizíciós idő
 - » Mozgási műtermékekre igen érzékeny

Time of Flight (TOF) MRA

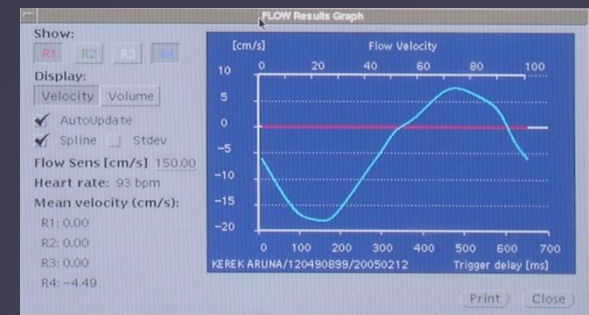
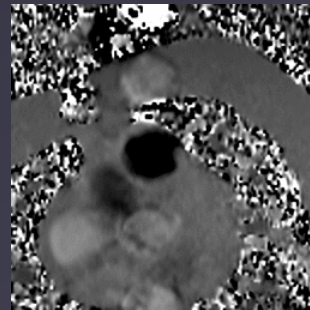
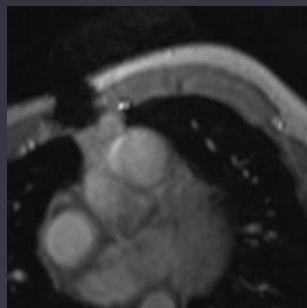


Fáziskontraszt (PC) MRA

- ◆ Gyors tájékozódó „scout”
 - » CE-MRA beállításához
 - » Vastagszeletes akvizíció



- ◆ Hasban rutin diagnosztikus képalkotásra nem használjuk
- ◆ EKG-vezérléssel teljesen nem-invazív áramlásmérésre alkalmas



Kontrasztanyag MRA (CE-MRA)

A paramágneses Gadolinium a T1 relaxációs időt erősen csökkenti

- Dinamikus intravénás kontrasztanyag adás
- Keringési fázishoz optimalizált késleltetés
- Extrém T1 súlyozott 3D gradiens echo mérés (speciális gyors szekvenciával) a kontrasztanyag első áthaladása („first pass”) közben
- Speciális adatfeldolgozás...



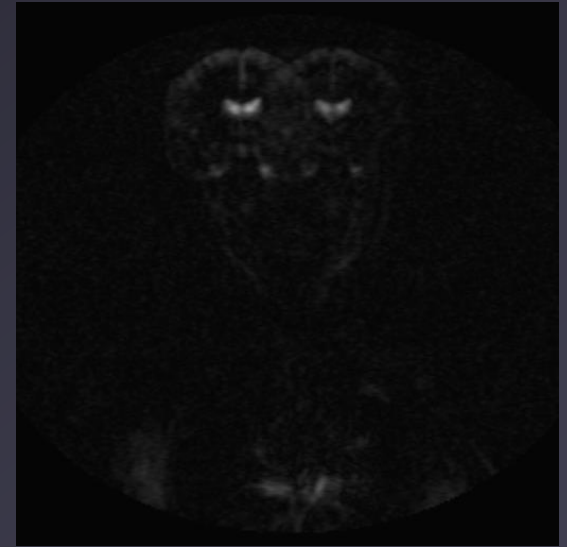
Kontrasztanyagossal 3D MR angiográfia (CE-MRA)

- ◆ Spoiled gradients echo / FLASH / TFE
- ◆ Minimális TR / TE
- ◆ Vagy Dixon alapú 3D T1 „Water” image
- ◆ Mellkas-has vizsgálatok légzésvisszatartásnyi akvizíciós időt igényelnek : kompromisszumos térbeli felbontás pl: 1.5 x 1.5 x 2 mm
- ◆ Kontrasztanyag bólus rövidebb, mint az akvizíciós idő, mégis a felvétel tisztán artériás fázisú lehet :
 - » Centrikus k-tér kiolvasás – a magas kontraszt információt hordozó adatok az első néhány másodperc alatt kiolvasásra kerülnek, ezután főként a finom térbeli felbontást biztosító adatok olvasódnak ki
 - » NB! – az első másodpercekben pontatlan belégzés a képminőséget nagyon rontja, a mérés végefelé már kevésbé zavaró, ha nem tudja tartani

Kontrasztanyag adás MRA vizsgálathoz

◆ CTA-val analóg

- » Injektor : 1-3 ml / sec flow
- » Bolus tracking – manuális indítás a bólus kívánt érszakaszra érkezésekor
- » Korai indítás → ring artefact
- » Késői indítás → vénás kontamináció



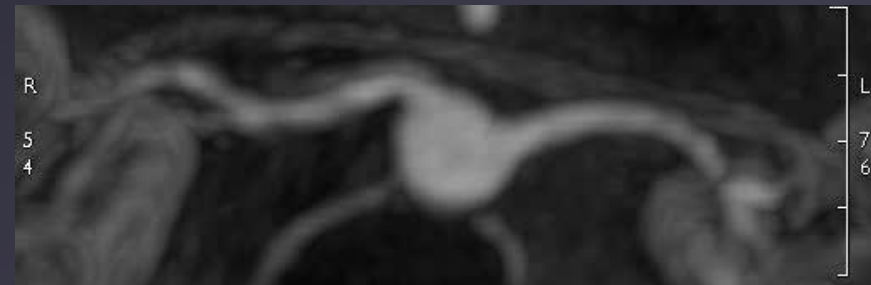
◆ Mennyiség 15 -20 ml (*0.5 mmol/ml koncentrációjú*)

- » 8-10 ml is elégséges lehet (pl. beszűkült vesefunkció mellett)
- » A mennyiség csökkentése a T1 relaxáció rövidülést, ezáltal a jelfokozódást csökkenti → diagnosztikus biztonság csökken

CE-MRA hasi alkalmazásai

- ◆ Aorto-iliacalis artériák
 - » Aneurysma
 - » Dissectio (elsősorban krónikus stádium, stabil betegen)
 - » Endovascularis intervenciók tervezése - követése
- ◆ Renalis artériák
 - » Renovascularis hypertonia
 - » Renalis aneurysma
 - » Congenitalis anomáliák (+/- MR-urográfia)
- ◆ Splanchnicus artériák
 - » Angina abdominalis
 - » Splanchnicus aneurysma
 - » A. mesenterica superior syndroma

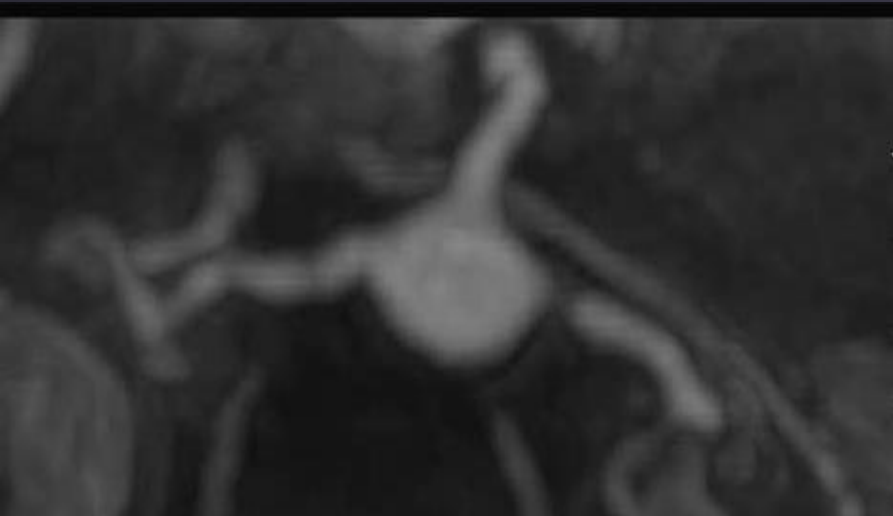
Kétoldali többszörös a. renalis





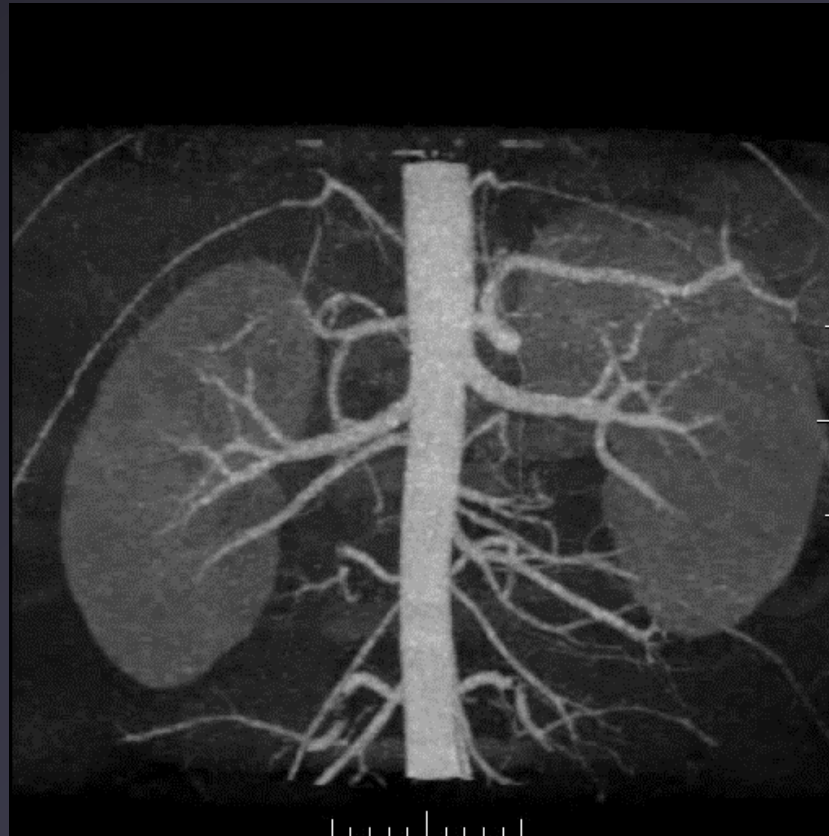
A. renalis stenosis

Kontrasztanyagós MRA

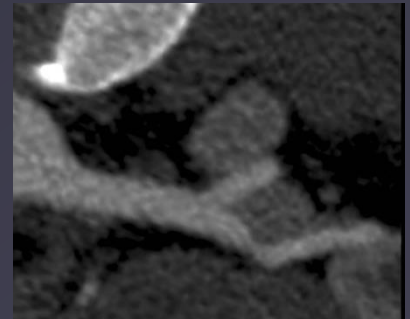
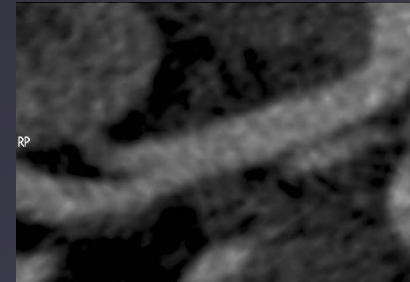


Renovascularis hypertonia gyanúja

Korlátozott
diagnosztikus értékű
MRA vizsgálat



CTA: normális anatómia



Nem sci-fi, ez 2006-os vizsgálat

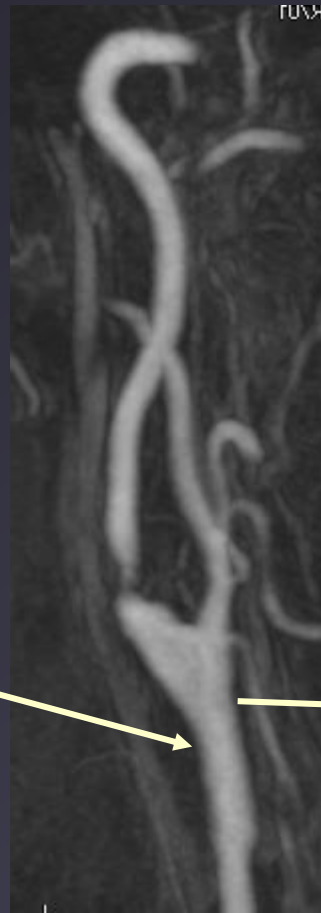


Carotis CE-MRA ~ luminográfia

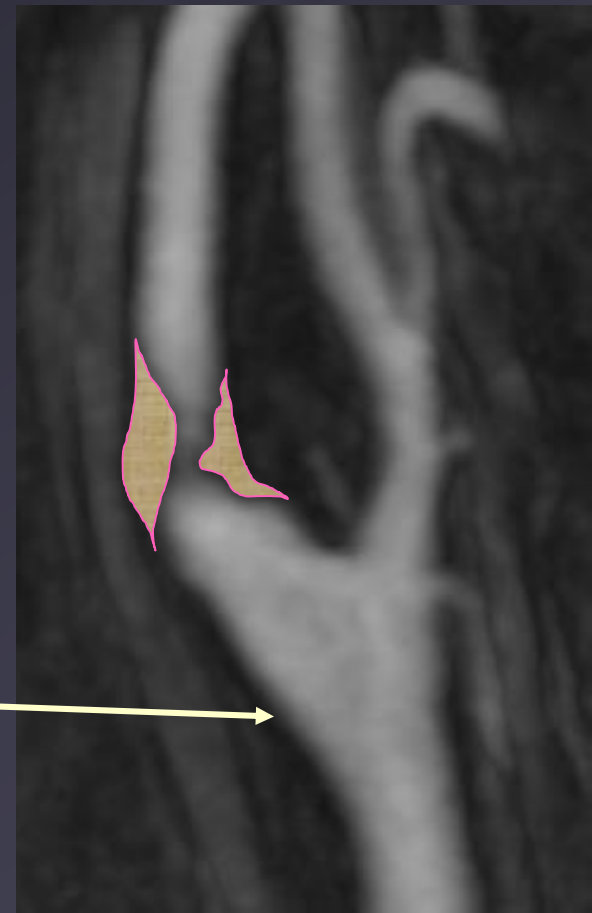
Volumen MIP



Slab MIP 15 mm



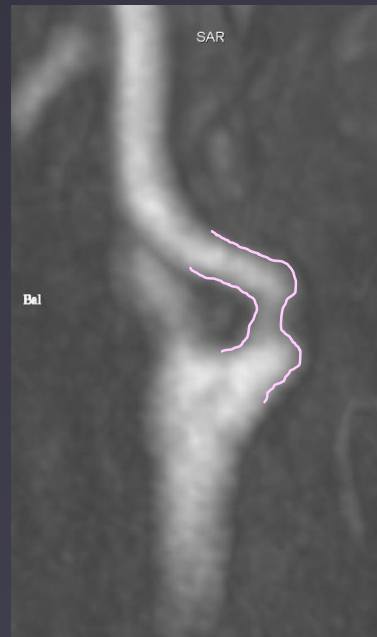
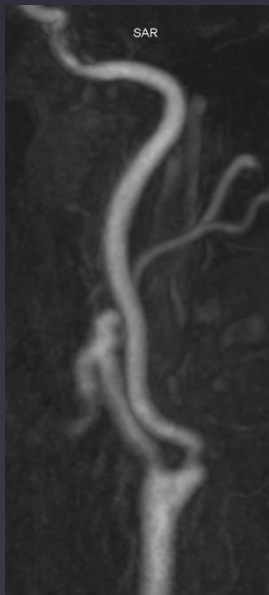
Slab MIP 5 mm



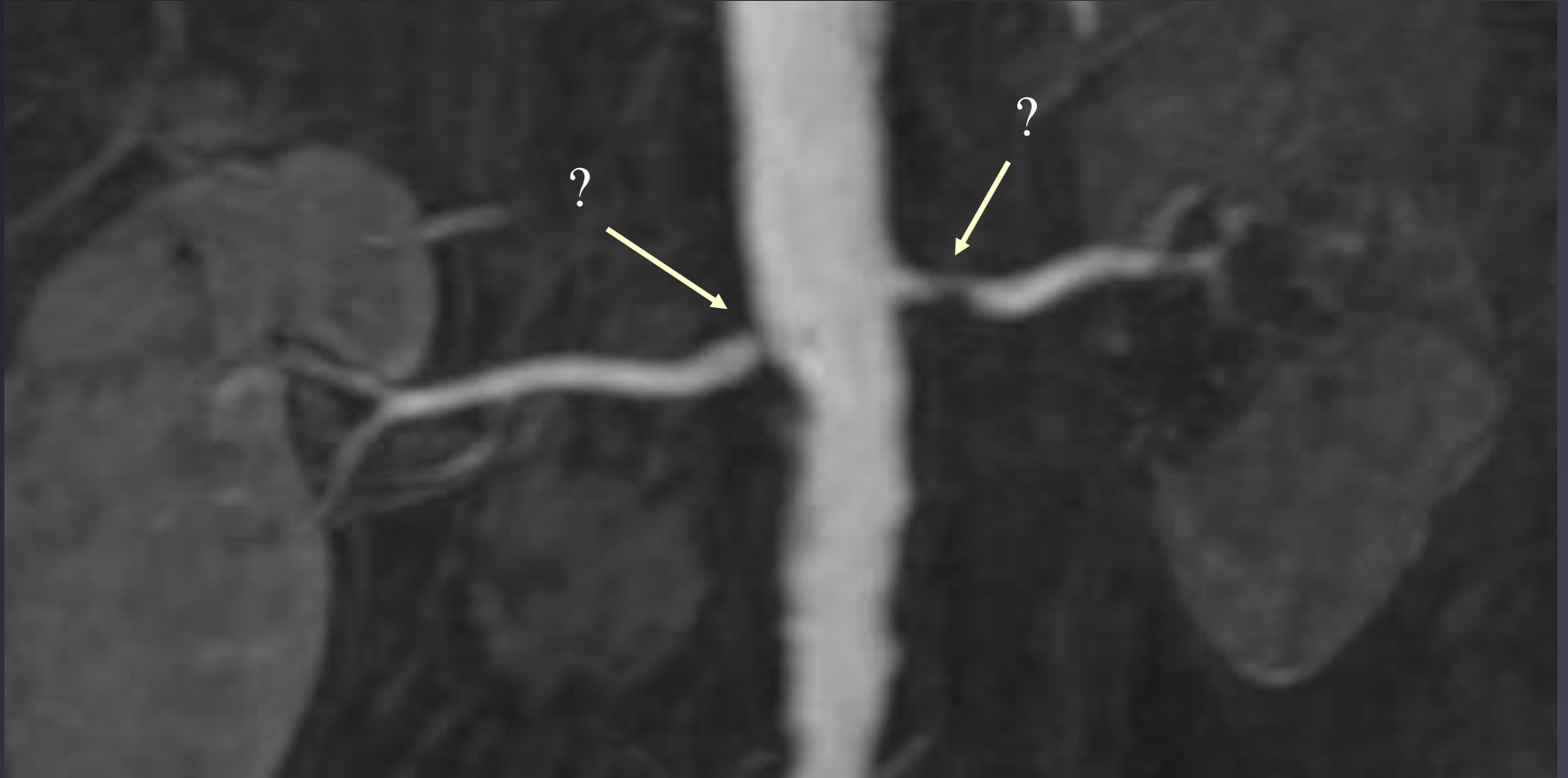
- ◆ MIP megjelenítés DSA-hoz hasonlóan a kontrasztanyaggal telődő lument ábrázolja, az érfali eltérések / plakkok nem vagy alig azonosíthatók

Stenosis mérés MRA alapján

- ◆ 2D és 3D TOF technikához viszonyítva CE-MRA-t áramlási műtermék alig zavarja, de
 - » Magas áramlási sebesség fázisvesztést okoz
 - » Durva plakk meszesedés szuszceptibilitási műtermékkel jár
- ◆ Térbeli felbontás kissé korlátozott (térerő és gradiens függő)
- ◆ Lumen pontos kontúrjainak meghatározása problematikus lehet
- ◆ CE-MRA a stenosiszt enyhén túlbecsüli



Stenosis mérés MRA alapján



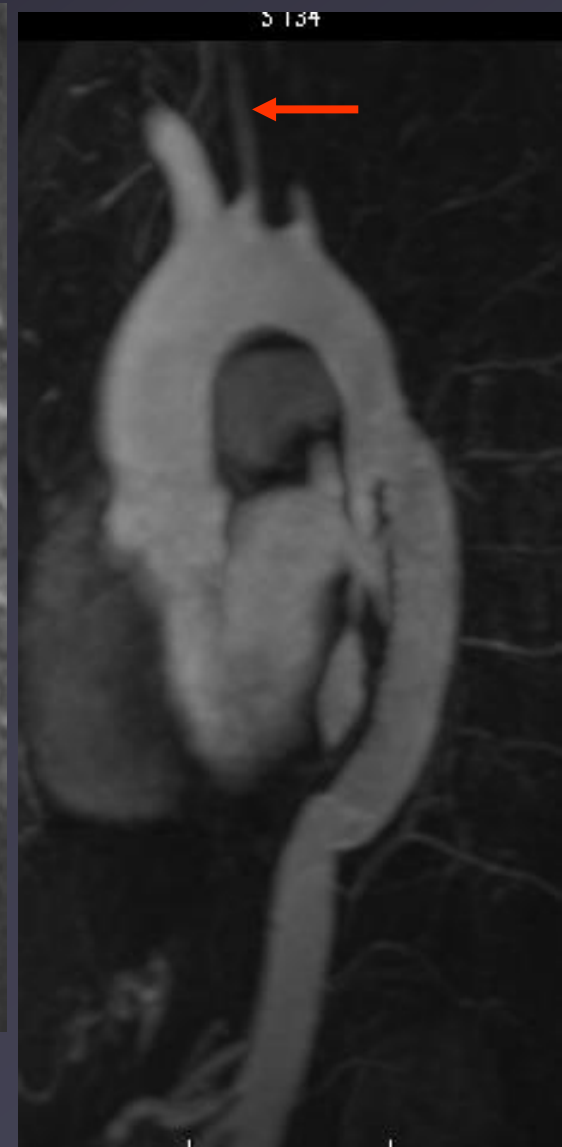
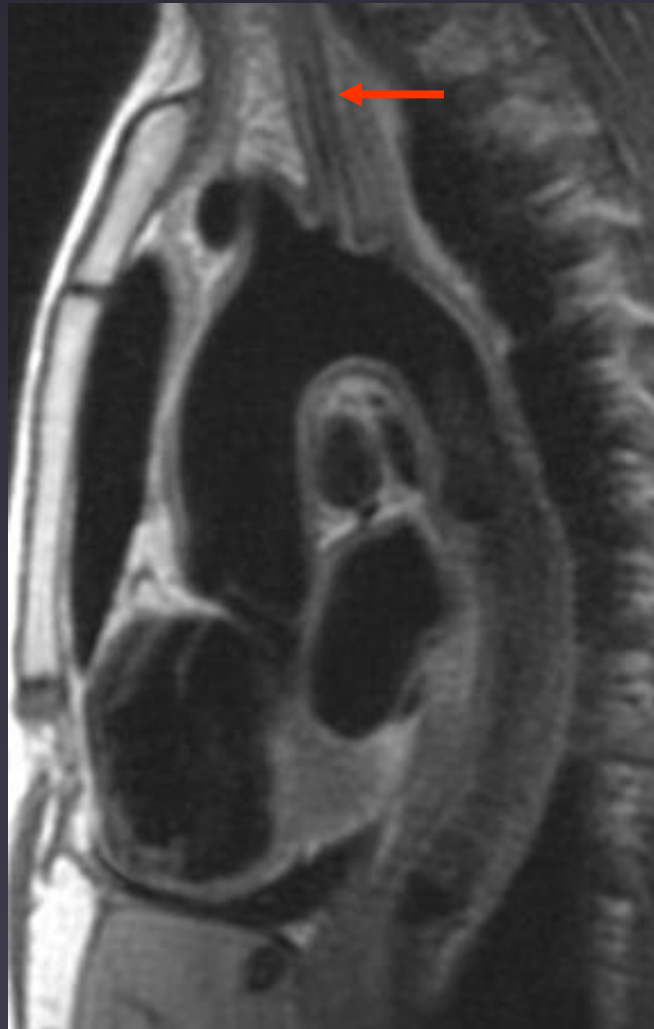
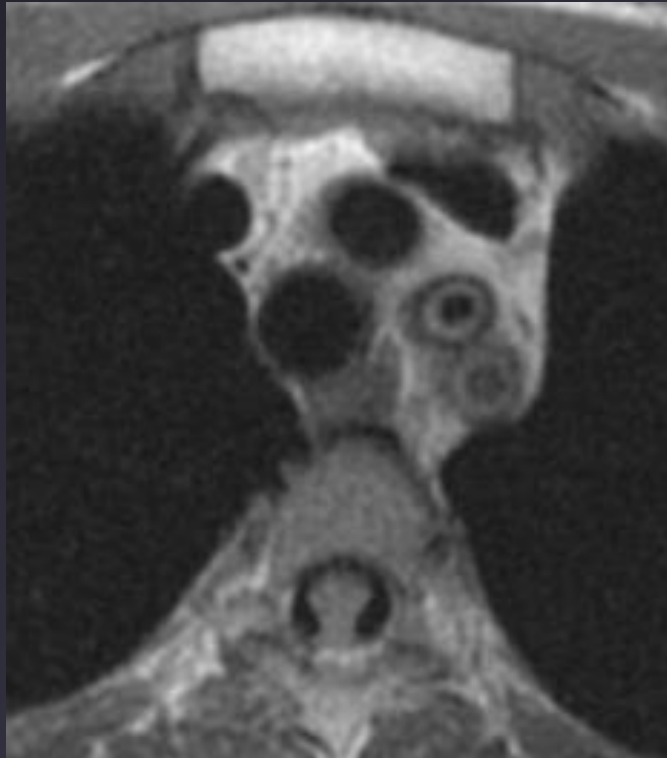
Nagyér vasculitisek komplex MR vizsgálata

- ◆ A képalkotó vizsgálat a betegség diagnózisának –követésének egyik legfontosabb pillére
 - » Pathognomicus érfali megvastagodás ?
 - » Aktivitási jelek ?
 - » Lumenre gyakorolt obliteratív vagy dilatatív hatás ?
 - » Szervi szövődmények ?
- ◆ Jellegzetes kép:
 - » Körkörösen vaskos oedemás arteria fal
 - » Fali diffúzió gátlás
 - » Vénás fázisban pathológiás kontraszthalmozás
- ◆ CTA a lument finomabban ábrázolja, de !
 - » Az érfali eltérések megítélésében az MR szenzitívebb
 - » A betegek jelentős része fiatal és ismételt vizsgálatokat igényel

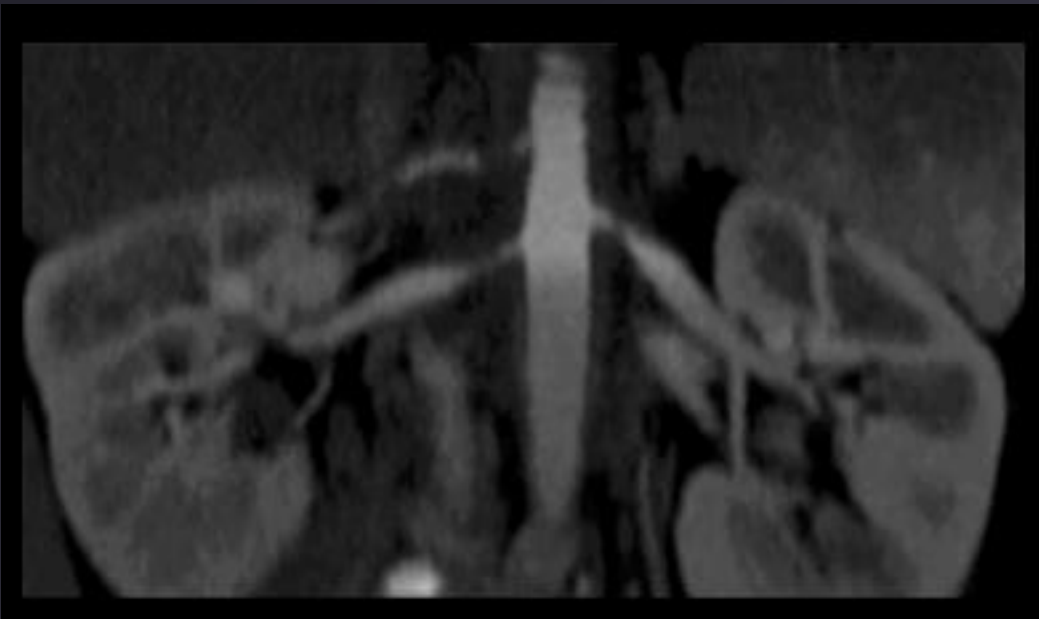
Postop. kontroll CE-MRA aorta descendens áthidalás után

EKG-vezérelt black blood T1W

CE-MRA MIP



Takayasu



16 éves lány - kezdeti CTA 1999

Progrediáló renalis stenosis, majd végstádiumú
veseelételezés, végül dialysis



CE-MRA 2002

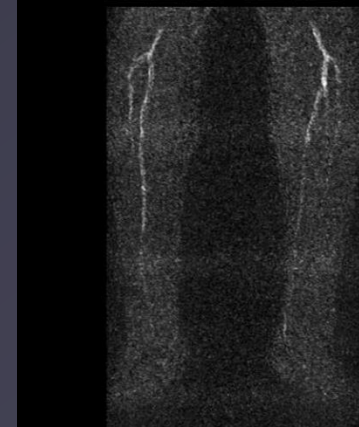
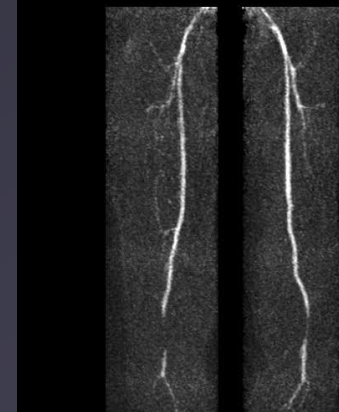
CE-MRA



„4D” Time resolved dinamikus MRA

- ◆ Sokfázisú teljes 3D akvizíció
- ◆ Dinamikus kontrasztanyag adás
 - » 0.1 mmol/tskg (~20 ml)
 - » 1.5-3 ml/sec
- ◆ 10-30 fázisú mérés
 - » Mérési idő minimalizálása
 - Korlátozott térbeli felbontás
 - Paralell imaging, magas „SENSE” faktor
 - » „View sharing” vagy „keyhole” technika
 - k-tér adatainak megosztása a szomszédos fázisok között

Dinamikus „time resolved” CE – MRA: ismételt 3D akvizíció



InterlPhase_22

2,1



TC 85 | LRG

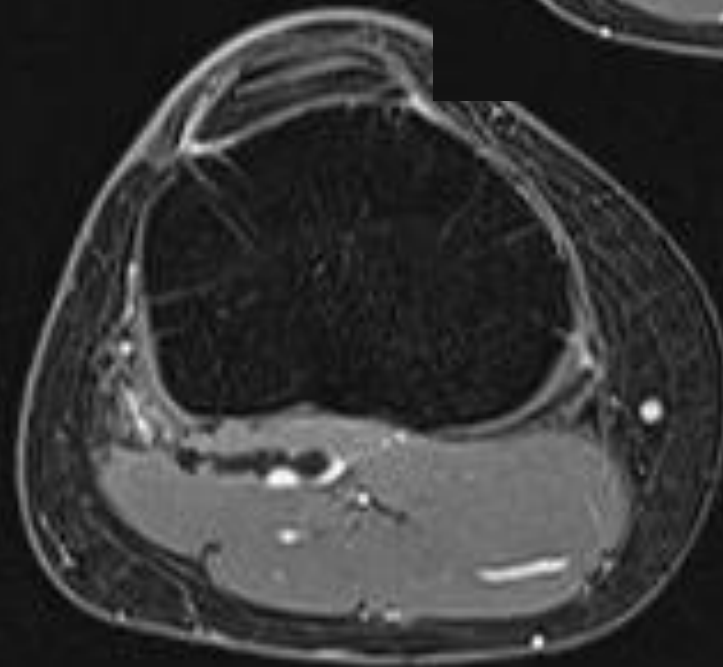
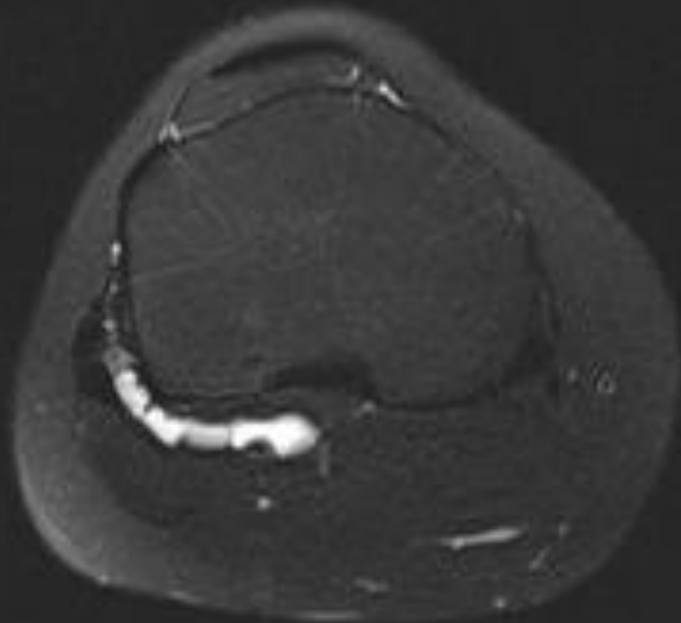
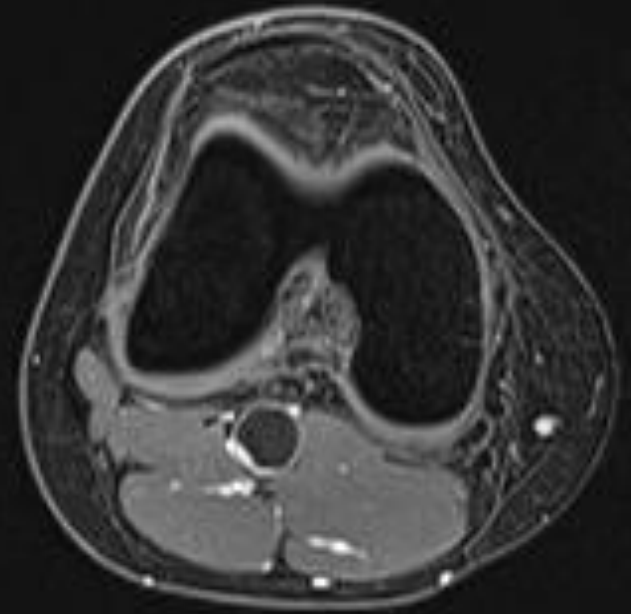
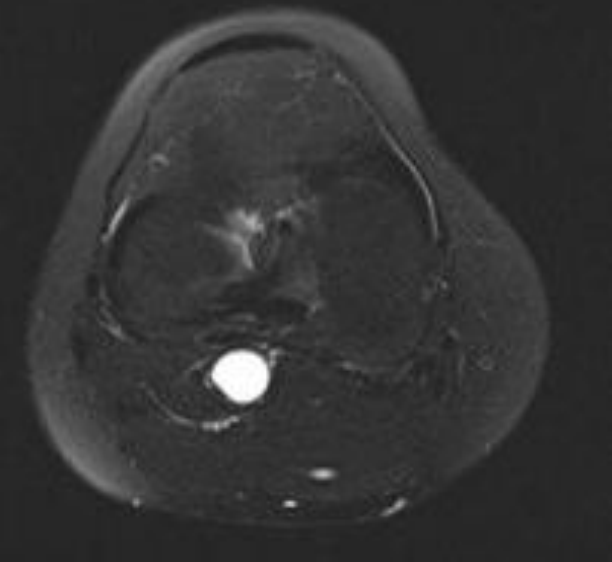
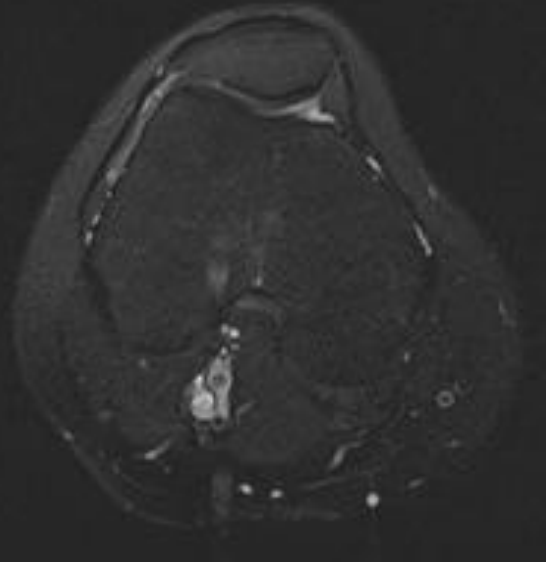
15 fps



Alsó végtagi MRA indikáció

- ◆ Claudicatio intermittens
- ◆ Nem gyógyuló ulcus
- ◆ Aneurysmák utánkövetése
- ◆ Bypass graftok (?)
- ◆ Cysticus media betegség gyanúja

Fiatal nőbeteg dysbasiás panaszok

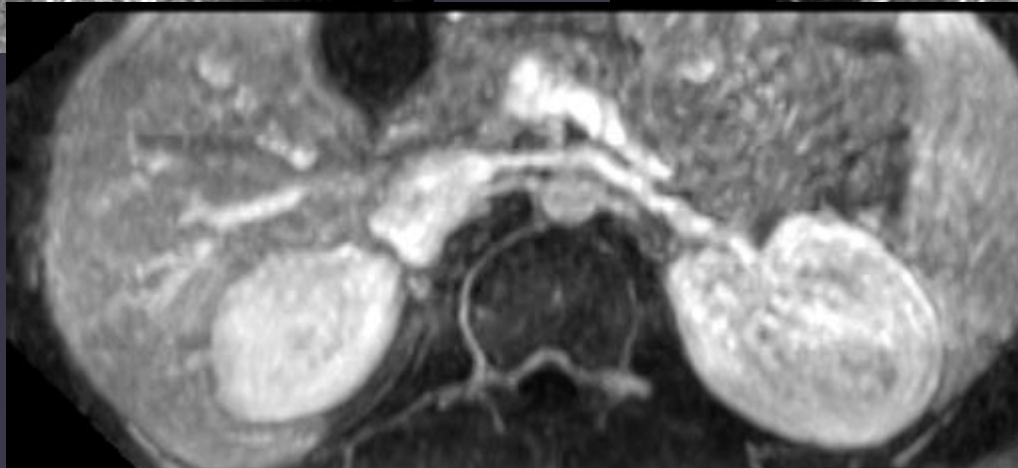




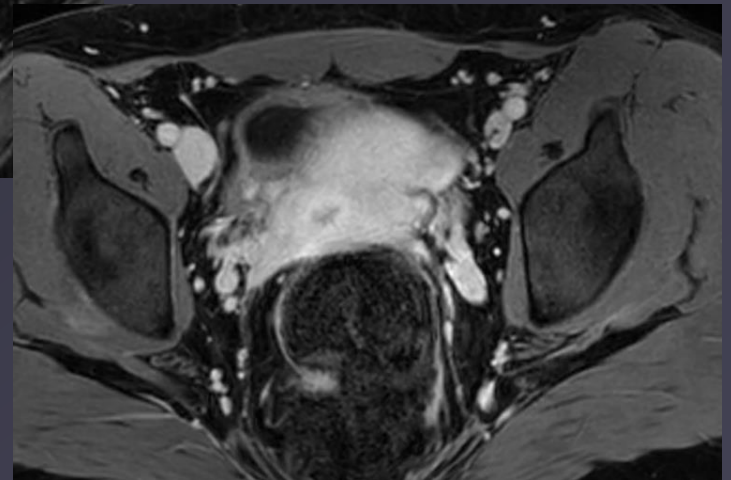
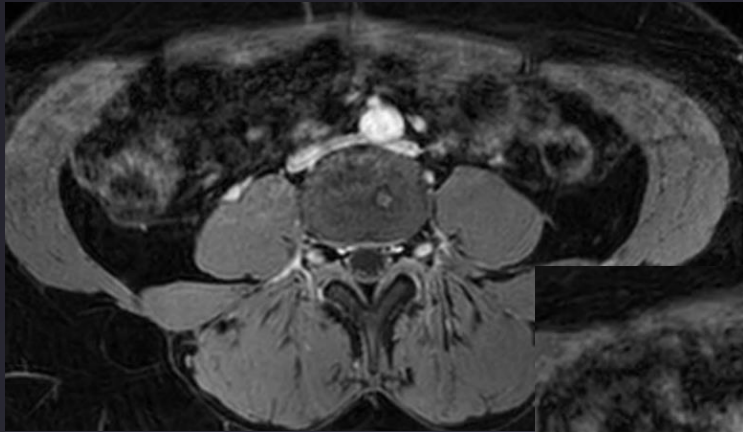
Vénás MR hasi alkalmazásai

- ◆ Porto-lienalis-mesenterialis rendszer
 - » Acut thrombosis
 - » Post-thromboticus állapot
 - » Portalis hypertonia
 - » Congenitalis porto-systemás shunt
- ◆ Ilio-cavalis vénás rendszer
 - » Acut thrombosis
 - » Post-thromboticus állapot
 - » Congenitalis anomáliák
- ◆ Vena renalisok
 - » Nutcracker syndroma
 - » Thrombosis / tumor thrombus

Vénás fázis már nem first pass – az MRA szekvencia zajos



„Dixon Water” post Gd 3D T1

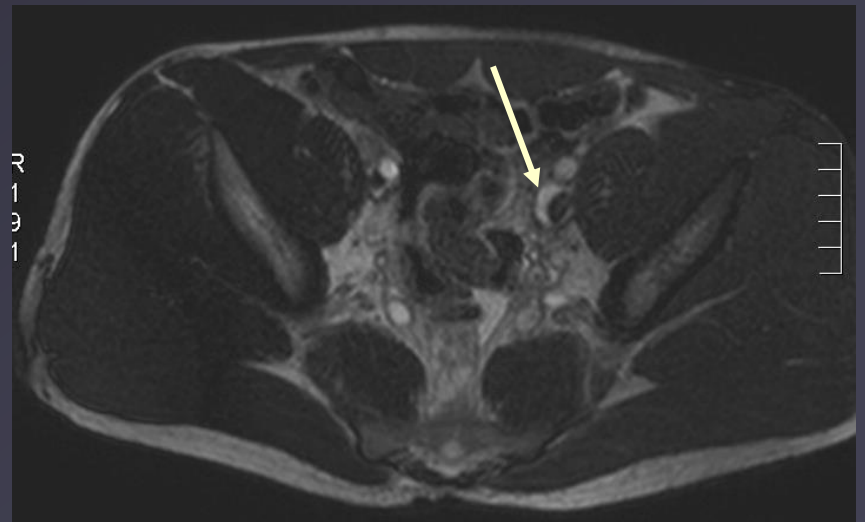
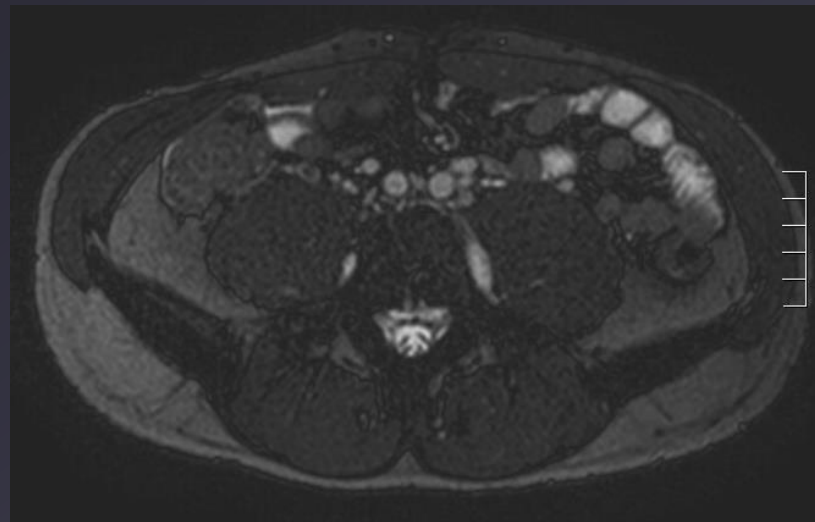
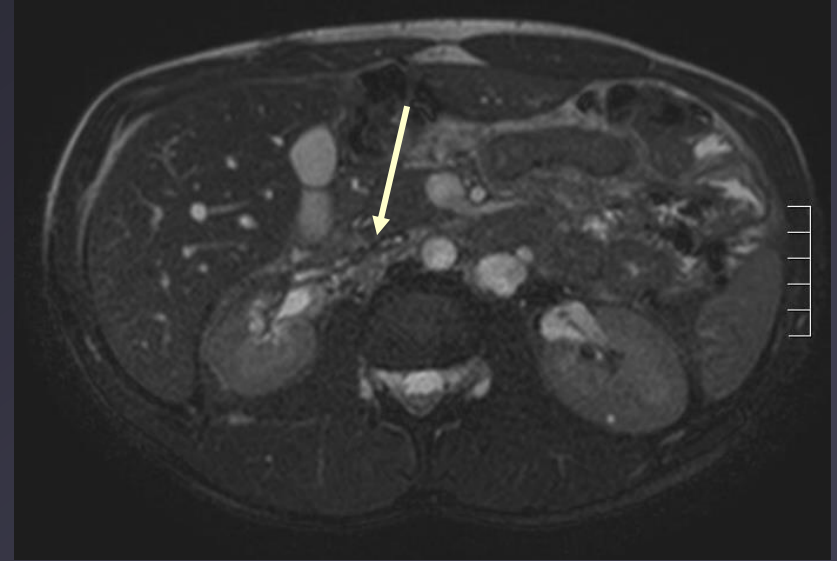
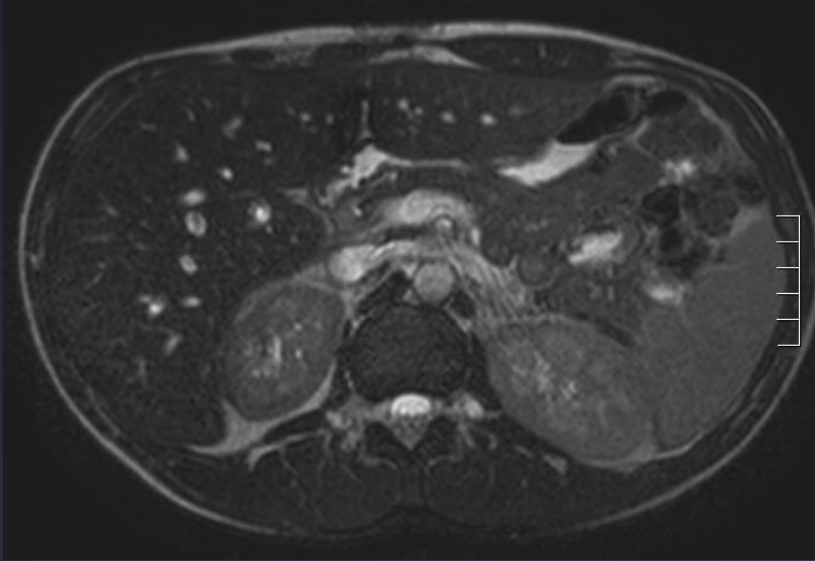


Bal o. iliofemoralis DVT utáni állapot

May-Thurner syndrome – bal v. iliaca comm vascularis compressioja

Balanced steady state MRI

Krónikus cava occlusio + residualis trombus az iliaca rendszerben



Natív MRA : bSSFP

- ◆ **Balanced Steady State Free Precession- bSSFP**

- » FIESTA (GE)
- » TruFISP (Siemens)
- » bFFE (Philips)

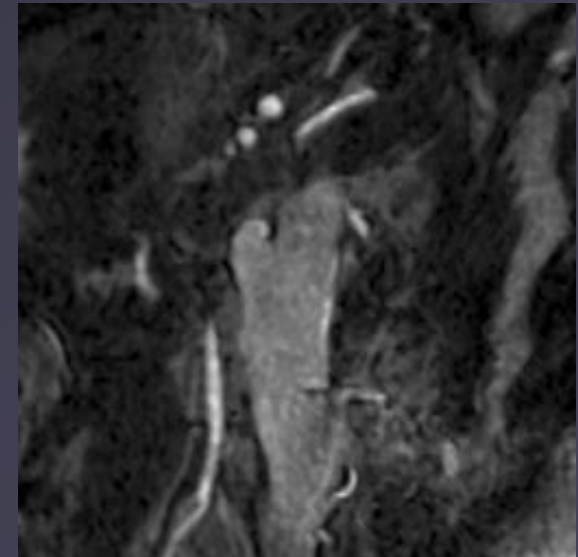
- ◆ **2D EKG-vezérelt cine ábrázolás – nagyér pulzatilitás**

- ◆ **3D EKG-és navigátor vezérelt akvizíció +/- FatSat**

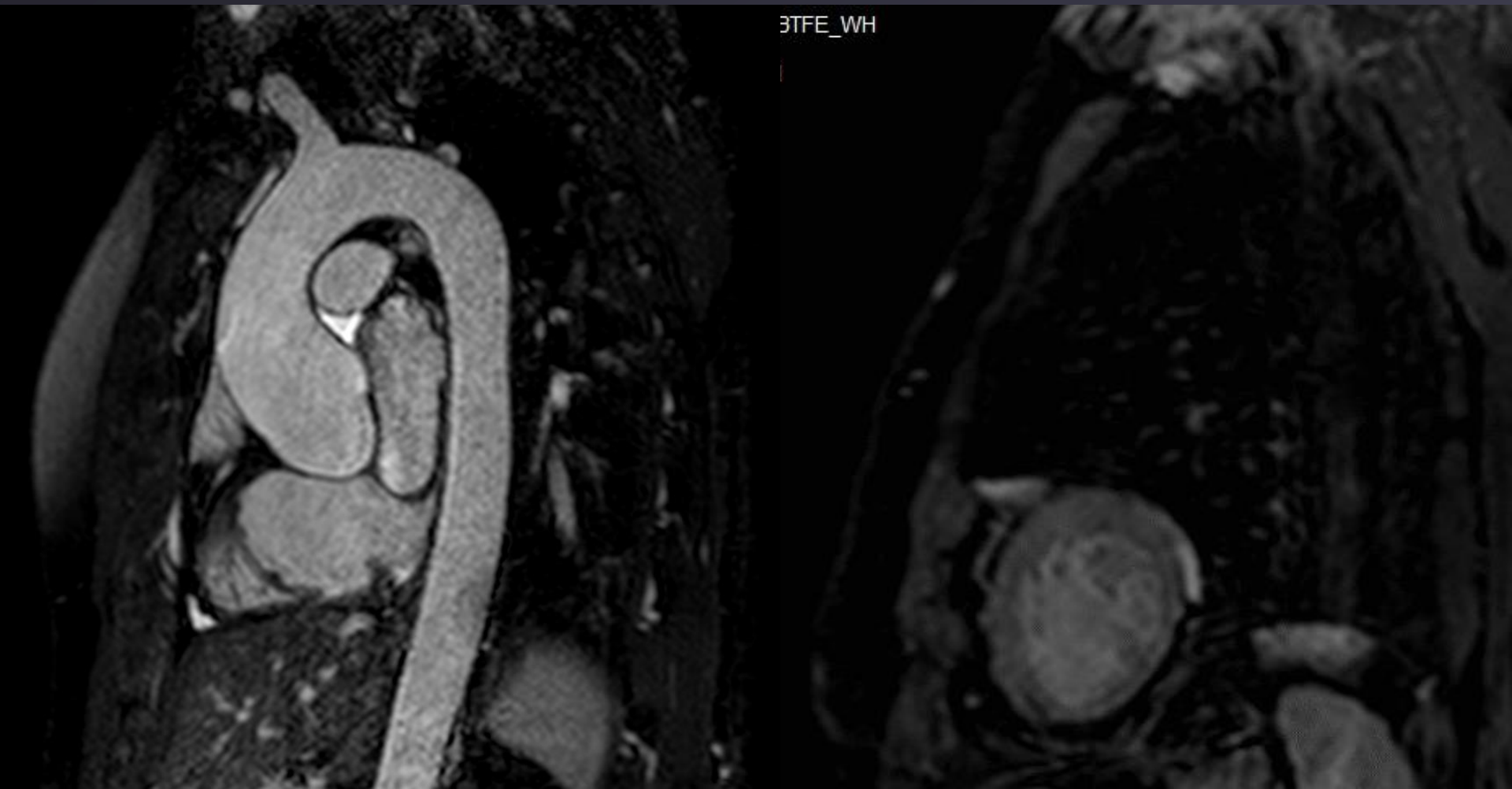
- » MR-koronarográfia mérési módja (15-20 perc)
- » Érlefutához adaptált vastag slab
- » Akvizíciós idő: 3-6 perc
- » Magas SNR és térbeli felbontás

- ◆ **CE-MRA alternatívája**

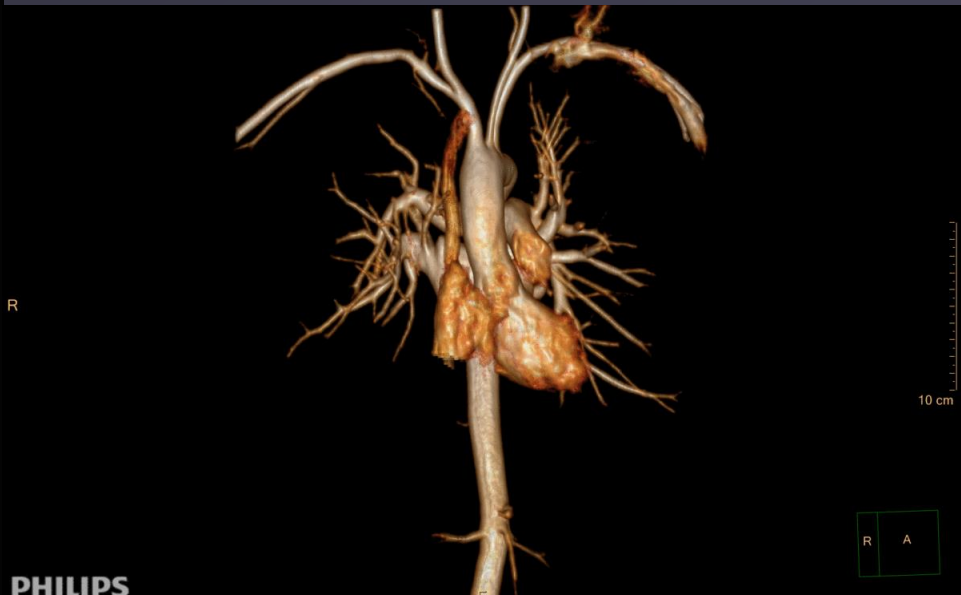
- » Beszűkült vesefunkció
- » Kontrasztanyag érzékenység



Nativ MRA : bSSFP



Kontrasztos mellkasi MRA



bSSFP alapú natív renalis MRA



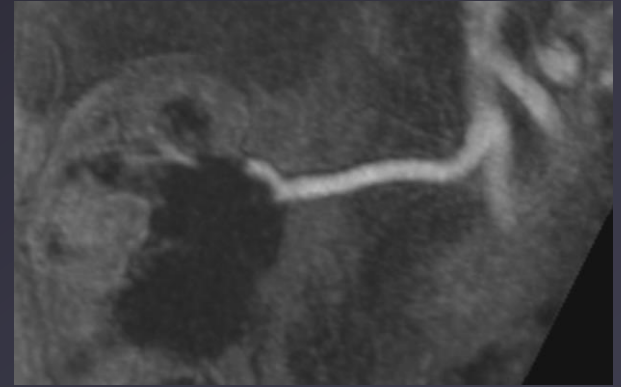
NATIVE® TrueFISP



CE-MRA

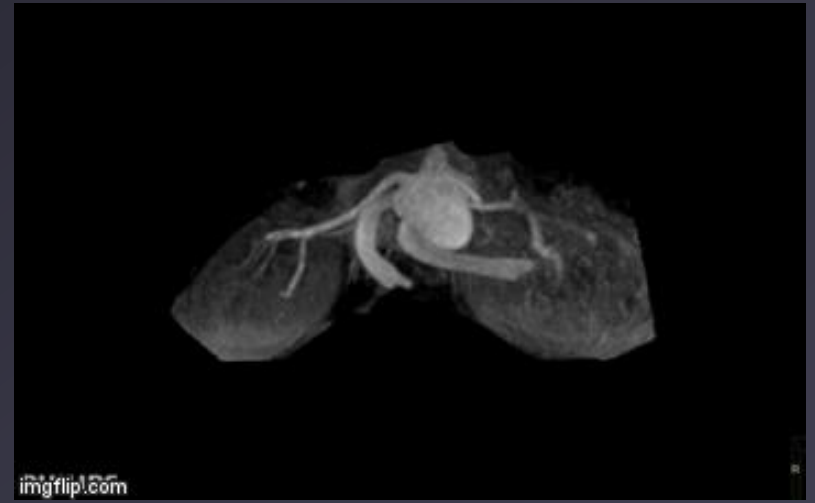


Quiz: melyik oldali a natív ?





bSSFP: aortára merőleges síkú mérés – rövidebb érszakasz ábrázolódik



CE-MRA: aortával parallel síkú mérés – hosszú érszakasz ábrázolódik



Pulmonalis embolia

Csak speciális esetekben (kontraszt-allergia,gravida)

Hátrány: hemodinamikailag instabil beteg

hosszabb vizsgálati idő

limitált hozzáférés

alacsony szenzitivitás (68-88%)

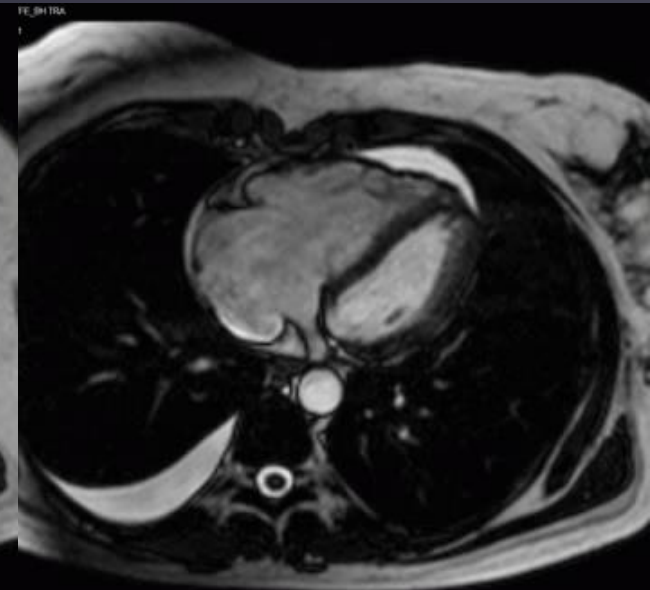
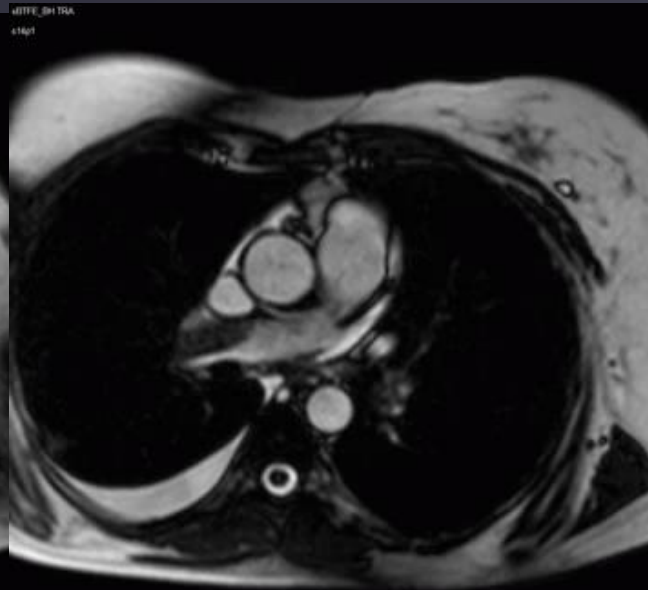
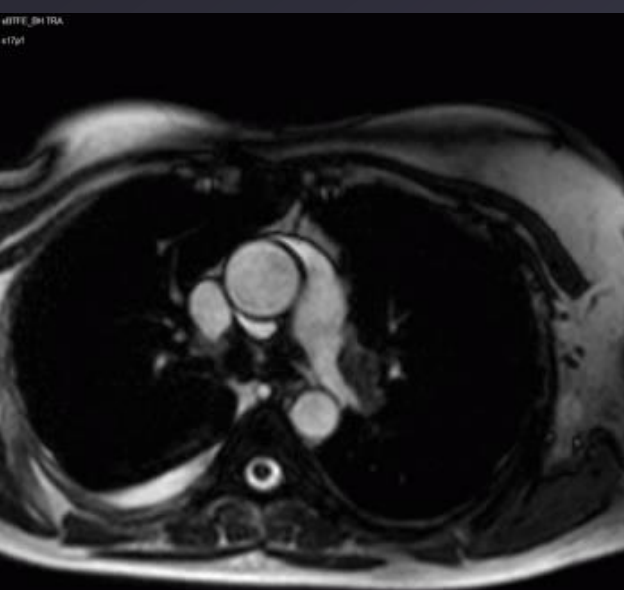
subsegmentalis PE?

Natív bSSFP mérések!

Hasznosak lehetnek!

MRA: „although promising, is not yet ready for clinical practice due to its low sensitivity, the high proportion of inconclusive MRA scans, and its low availability in most emergency settings”.

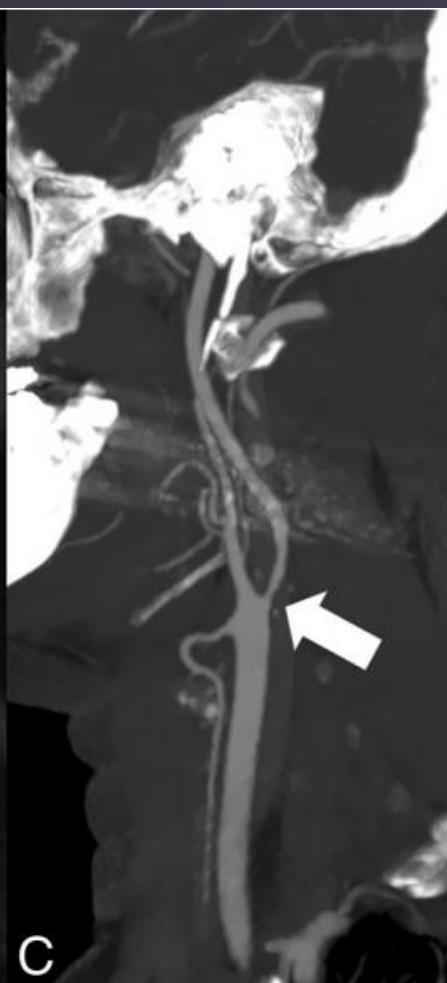
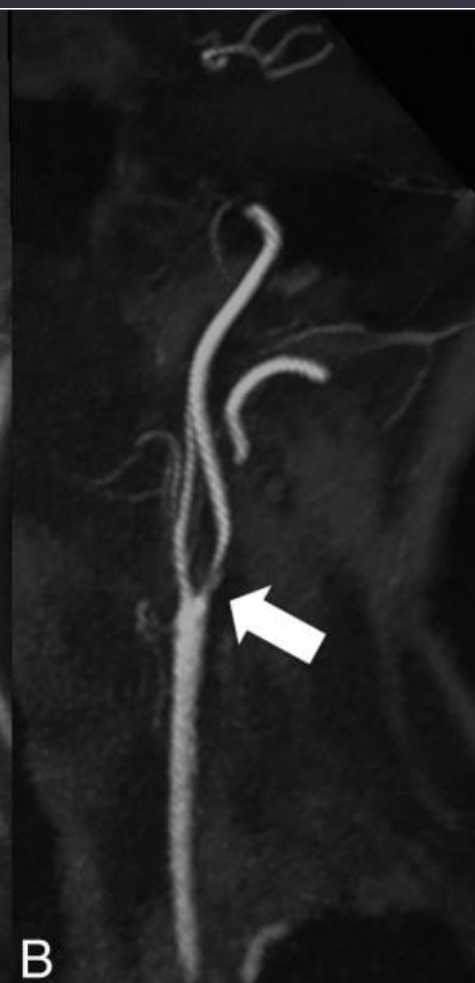
2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism



QISS

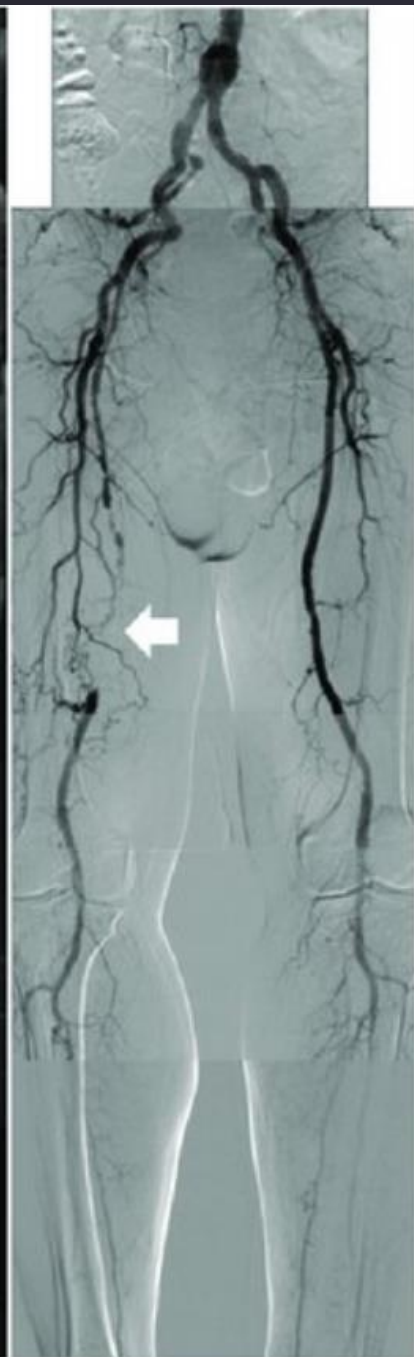
- ◆ Quiscent-interval Single-Shot MRA
- ◆ EKG-kapuzott non-contrast inflow technika, amely perifériás MRA-ra lett kitalálva.
- ◆ Szeletben saturálja az artériákban levő vért, distalisabban pedig a vénákban levőt, majd egy rövid időt követően (kb 230 ms) végzi a mérést amikor deszaturált vér megérkezik a szeletbe.

QISS-MRA

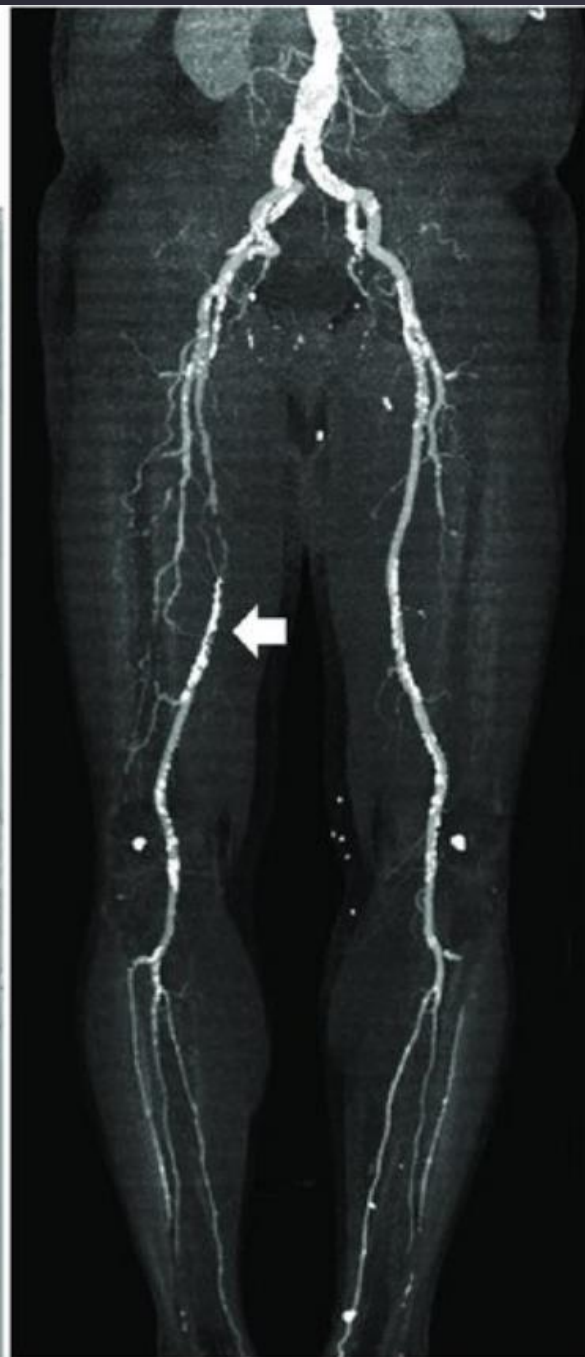




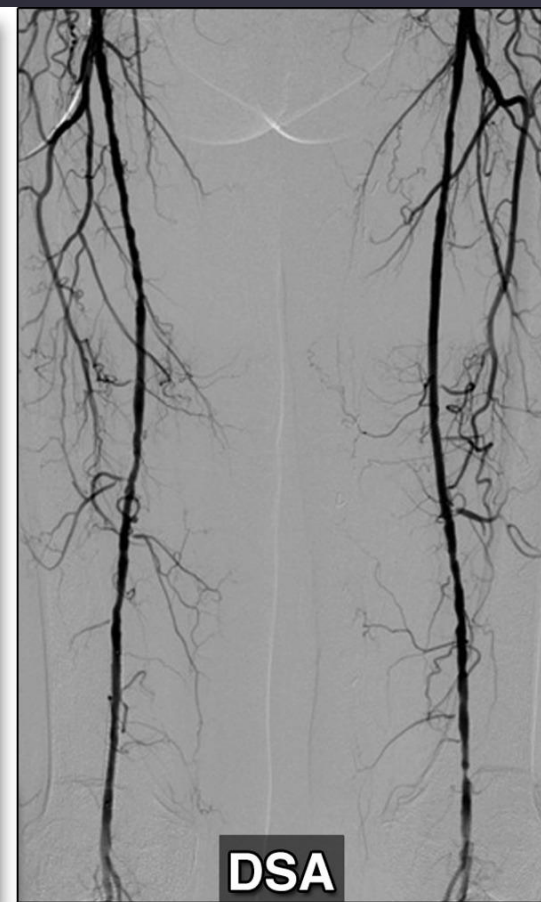
QISS MRA



DSA



CTA



Stent artefaktumok. Mindkét stent nitinol. Architektúra

Mit jegyezzünk meg ?

- ◆ Ha a CTA-nak nincs ellenjavallata, legtöbb indikációs területen jobban járunk vele, mint az MR-rel
 - ◆ Ha van CT ellenjavallat, akkor az MRA teljes értékű alternatíva
 - » De csak ha megvannak a technikai feltételek
 - » Optimalizált protokollt használunk kellő gyakorlattal
 - ◆ Alap technika a CE-MRA Gd bólus után
 - » Dixon technika több területen ígéretes
 - ◆ Nem kontrasztanyagot használó technikák renaissance-át látjuk
 - » Célzottabb ábrázolást nyújtanak, de akár pontosabbak, mint a CE_MRA
-
- ◆ Térbeli felbontás kissé korlátozott
 - » Stenosis kvantifikálás szemikvantitatív, hajlamos túlbecsülni
 - ◆ Hosszabb vizsgálati idő
 - » Maga az MRA akvizíció több mozgási műterméknek van kitéve
 - » Instabil, nem-kooperáló beteg nem vizsgálható

Köszönöm a figyelmet !