KT perfusiooniuuring insuldi diagnostikas

Raul Õunapuu

IV aasta radioloogia resident

2019

KT perfusiooniuuring (KTP)

- Täiendab natiiv KT ja KT-angio uuringuid, võimaldades tuvastada ja üksteisest eristada hüpoperfusiooniga päästetavat isheemilist ajukude (**penumbra**) ning juba pöördumatu isheemilise kahjustusega ajukude (***core***)

- Peamised näidustused ägeda ajuisheemia korral:
  - Teadmata algusajaga infarkt (stroke of unknown symptom onset - SUSO)
  - Teatud juhtudel reperfusiooni ajaaknast väljas olevad patsiendid: TL > 4,5h, TE > 6h
  - Ägedate isheemiliste muutuste tuvastamises sensitiivsem võrreldes natiiv KT ja KT-angioga

Liikumine praegu kasutusel olevast ajaaknast „koeakna“ poole (1)

- „**Time is brain**“ vs „**Imaging is brain**“

- Sest aeg sümptomite algusest on küll üldiselt hästi korrelatsioonis ajukoe isheemilise kahjustuste progressiooniga, kuid samas esineb oluline patsientidevaheline varieeruvus pöördumatu koekahjustuse tekkekiiruses

Erakorraline MRT vs perfusiooniuuringud (KT või MRT) (1; 2)

- **Erakorraline MRT** lubab ajuisheemia korral hinnata kahjustuse oletatavat kestvust ja *core* ulatust. DWI/FLAIR *mismatch* korral on insult tekkinud tõenäoliselt < 4,5h tagasi, **penumbrat ei saa visuaalselt hinnata**

„Time is brain“

- **Perfusiooniuuringute** abil on võimalik eristada *core* lisaks penumbrat (hüpoperfusiooniga ala)

Eesmärk leida *core*/penumbra *mismatch* patsiente (väike *core* ja suur penumbra) –> reperfusioon

„Imaging is brain“

Extending the time for Thrombolysis in Emergency Neurological Deficits **(EXTEND)** trial

- Wake-up stroke (WUS) ja 3 – 9 h kestvusega insuldid
- Reperfusioon TL-iga
- Patsientide selektsioon reperfusiooniks *core*/penumbra *mismatch* alusel (nii MRP kui KTP)
- TL näidustatud juhul kui:
  - *Core* < 70 ml
  - penumbra - *core mismatch* suhe > 1,2 ja *mismatch* maht > 10 ml

Reperfusioon trombektoomiaga (TE)

DAWN ja DEFUSE-3 kliinilised uuringud TE patsientide selekteerimiseks pikendatud ajaaknas **6 – 24 h**

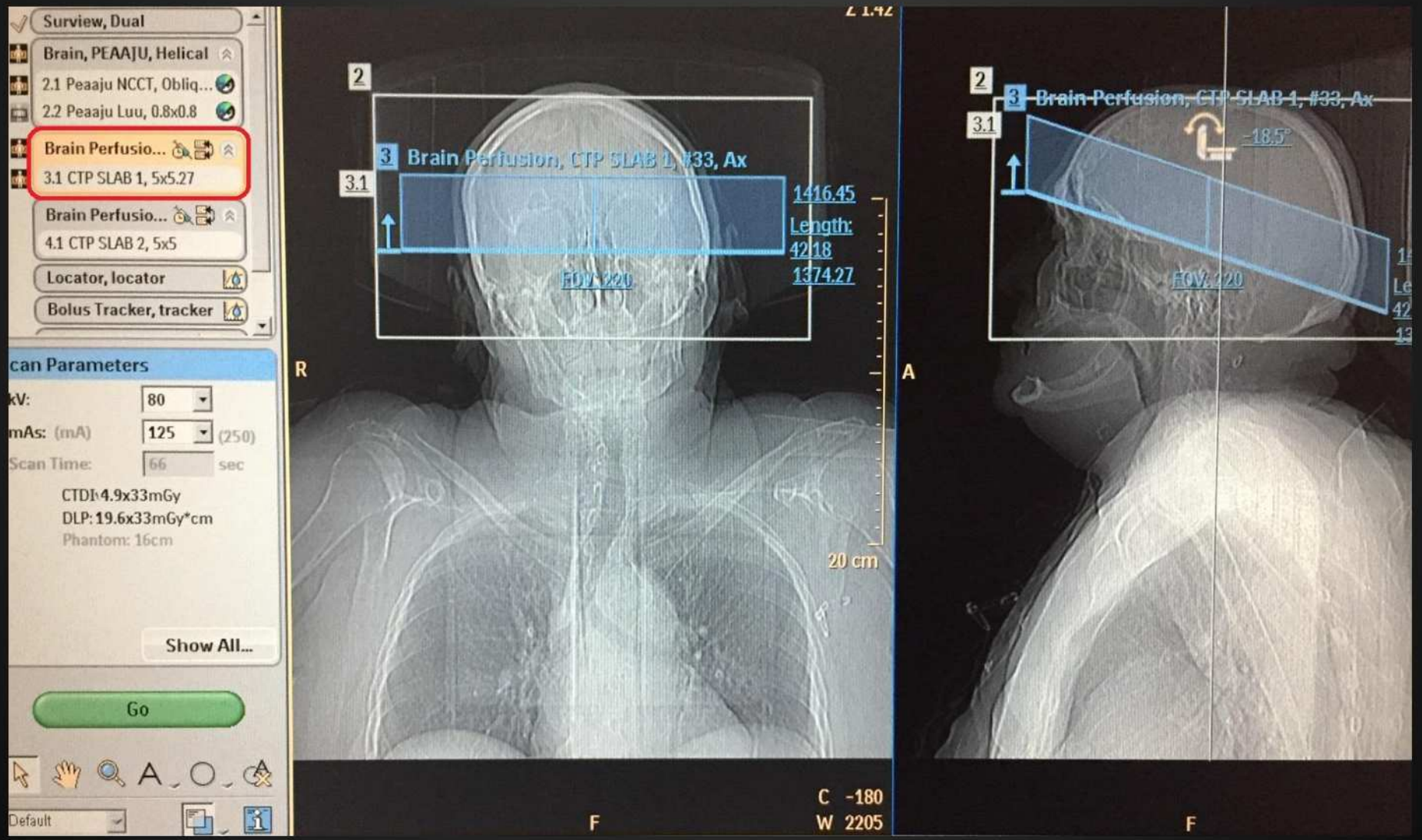
Head TE tulemused kui:

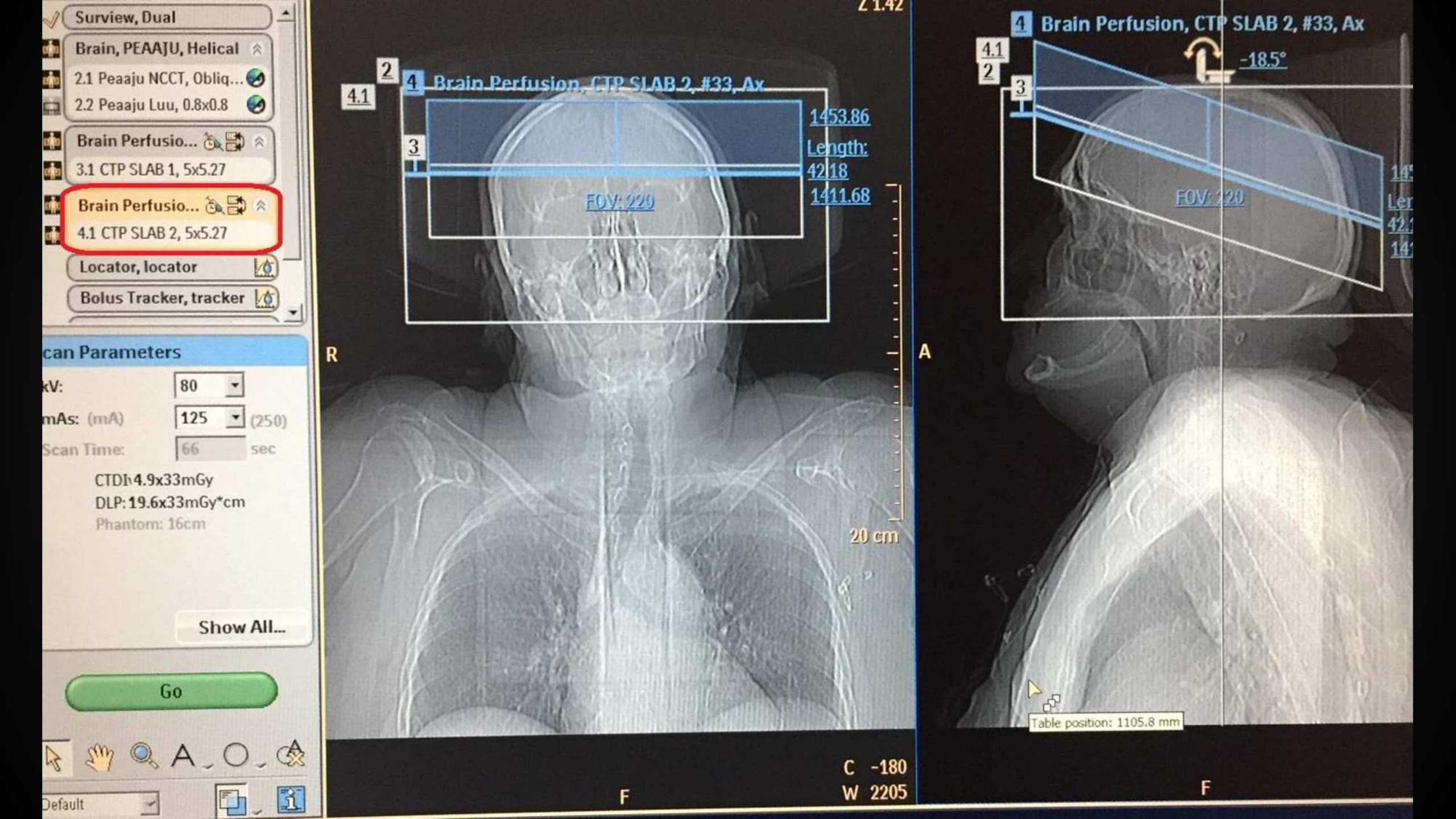
- KTA-s proksimaalse soone oklusioon
- perfusiooniuuringul väike *core* 50 – 70 ml
- penumbra – *core mismatch*
- Head kollateraalsooned

CTP protokollid

- Tavaliselt 40 – 60 ml kontrasti 4 – 5 ml/s.
- Skaneeritakse üks „*slab*“ ~ 60 s jooksul
- Vanematel masinatel (16 – 64-realistel) limiteeritud aju katvus, *slab* 2 – 4 cm
- Uuemate 256- ja 320-realiste masinatega võimalik katta kogu aju
- Tänapäeva kliinilises praktikas peaks adekvaatsete tulemuste saamiseks katvus olema vähemalt 8 cm [(4)]

ITK-s skaneeritakse katvuse suurendamiseks 2 *slab*-i 2 min vahega




Surview, Dual
Brain, PEAAJU, Helical
2.1 Peaaju NCCT, Obliq...
2.2 Peaaju Luu, 0.8x0.8
Brain Perfusio...
3.1 CTP SLAB 1, 5x5.27
Brain Perfusio...
4.1 CTP SLAB 2, 5x5.27
Locator, locator
Bolus Tracker, tracker
can Parameters
kV: 80
mAs: (mA) 125 (250)
Scan Time: 66 sec
CTDI 4.9x33mGy
DLP: 19.6x33mGy*cm
Phantom: 16cm
Show All...
Go
Default
Z 1.42
2
4.1
4 Brain Perfusion, CTP SLAB 2, #33, Ax
3
1453.86
Length:
42.18
1411.68
FOV: 220
R
20 cm
C -180
W 2205
F
4 Brain Perfusion, CTP SLAB 2, #33, Ax
4.1
2
3
-18.5°
FOV: 220
A
Table position: 1105.8 mm
F

KTP peamised parameetrid

- **MTT** (Mean transit time) / **TTP** (Time-to-peak) / **Tmax** – kõiki mõõdetakse sekundites
- **CBF** (Cerebral blood flow) - ml/100g/min
- **CBV** (Cerebral blood volume) - ml/100g

Normaalsed aju perfusiooni väärtused (3)

Hallaine

- **MTT**: 4 s
- **CBF**: 60 ml/100 g/min
- **CBV**: 4 ml/100 g

Valgeaine

- **MTT**: 4.8 s
- **CBF**: 25 ml/100 g/min
- **CBV**: 2 ml/100 g

https://radiopaedia.org/articles/ct-perfusion-in-ischaemic-stroke?lang=gb

Aju perfusioon isheemia korral

core

- pikenenud MTT/Tmax/TTP
- oluliselt langenud CBF
- oluliselt langenud CBV

penumbra

- pikenenud MTT/Tmax/TTP
- mõõdukalt langenud CBF
- normilähedane või kergelt tõusnud CBV

Täisautomaatse (RAPID) ja kahe poolautomaatse (Siemens ja Philips) CTP tarkvara omavaheline võrdlus [5]

Comparison of Perfusion CT Software to Predict the Final Infarct Volume After Thrombectomy

Friederike Austein, MD; Christian Riedel, MD; Tina Kerby, PhD; Johannes Meyne, MD; Andreas Binder, MD; Thomas Lindner, MSc; Monika Huhndorf, MD; Fritz Wodarg, MD; Olav Jansen, MD, PhD

Stroke 2016

Märts 2009 – Detsember 2013

147 patsienti

Comparison of Perfusion CT Software to Predict the Final Infarct Volume After Thrombectomy

RAPID

*Core: r*CBF <30%

Penumbra: Tmax>6s

Kõige täpsem

SIEMENS Syngo

Core: CBV <1.2 mL/100 ml

Penumbra: CBF <35.1 mL/100 mL/min

Ülehindas penumbrat

(2019 seisuga Syngo default penumbra CBF <27 mL/100 mL/min)

Philips

Core: CBV <2.0 mL/100 g

Penumbra: MTT >145%

Ülehindas core suurust

KT vs MRT perfusioon (6)

Table 1
MR Imaging versus CT for Acute Stroke

MR Imaging	Computed Tomography
Less widely available than CT outside of major stroke centers	Widespread access
Contraindications (eg, electronic implants, patient intolerance, medical instability)	Greater acquisition speed
Gradient-echo imaging superior to CT for the detection of acute hemorrhage	Highly sensitive for the exclusion or confirmation of hemorrhage
Diffusion-weighted imaging more sensitive than nonenhanced CT for the early detection of acute ischemia	Findings at CBV–perfusion CT and CT angiography–source imaging correlate with lesion size and ischemic lesion volumes at diffusion-weighted imaging
Much more sensitive than nonenhanced CT for the detection of acute stroke	Multimodal CT survey (nonenhanced CT, perfusion CT, CT angiography) may be as sensitive as MR imaging
Comparison of findings at diffusion-weighted imaging and perfusion-weighted imaging represents the key fact of mismatch theory models	Mismatch can be determined with CBV (infarct core)–CBF (penumbra) maps
No radiation dose	Higher radiation dose

- Lisaks KTP perfusioonikaardid võrreldes MRT DWI-ga madalama resulutsiooniga, väikesed kolded võivad jääda tuvastamata
- Limiteeritud aju katvus vanemate kompuutertomograafide korral

KT vs MRT perfusioon

KTP:

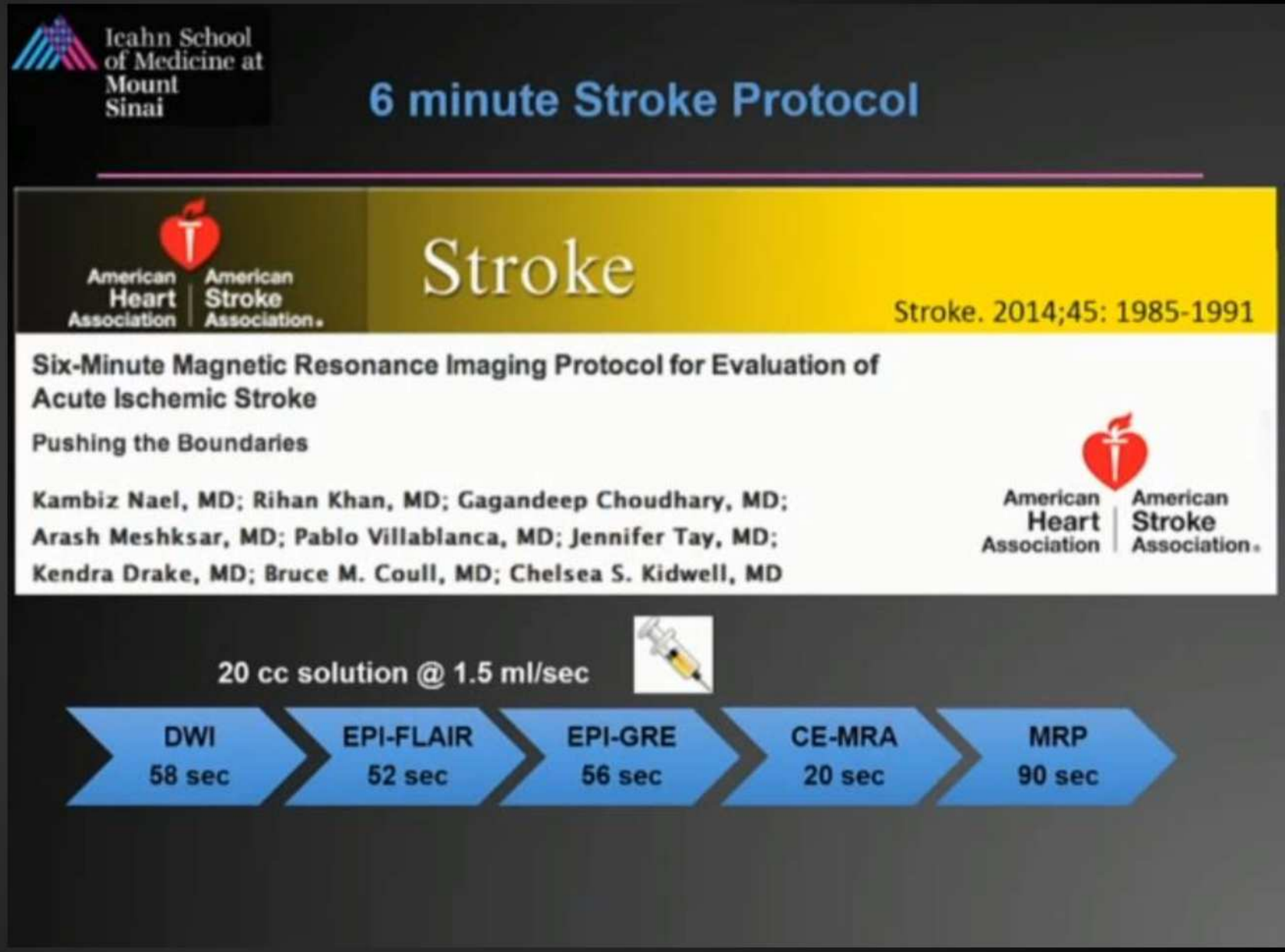
Core: CBF / CBV

Penumbra: CBF / MTT / Tmax

MRP: põhineb DWI – PWI *mismatch* hindamisel

Core: DWI

Penumbra: Tmax (või mõni muu perfusiooni parameeter, nt. MTT)



Mida vaadata ja teha enne CTP tõlgendamist poolautomaatse tarkvara korral

- Kas on liigutusartefakte? Suuremad tuleks välja lõigata
- Arterial input function (AIF) ROI –

Eelistatult ACA A2 või kontralat.

MCA M2

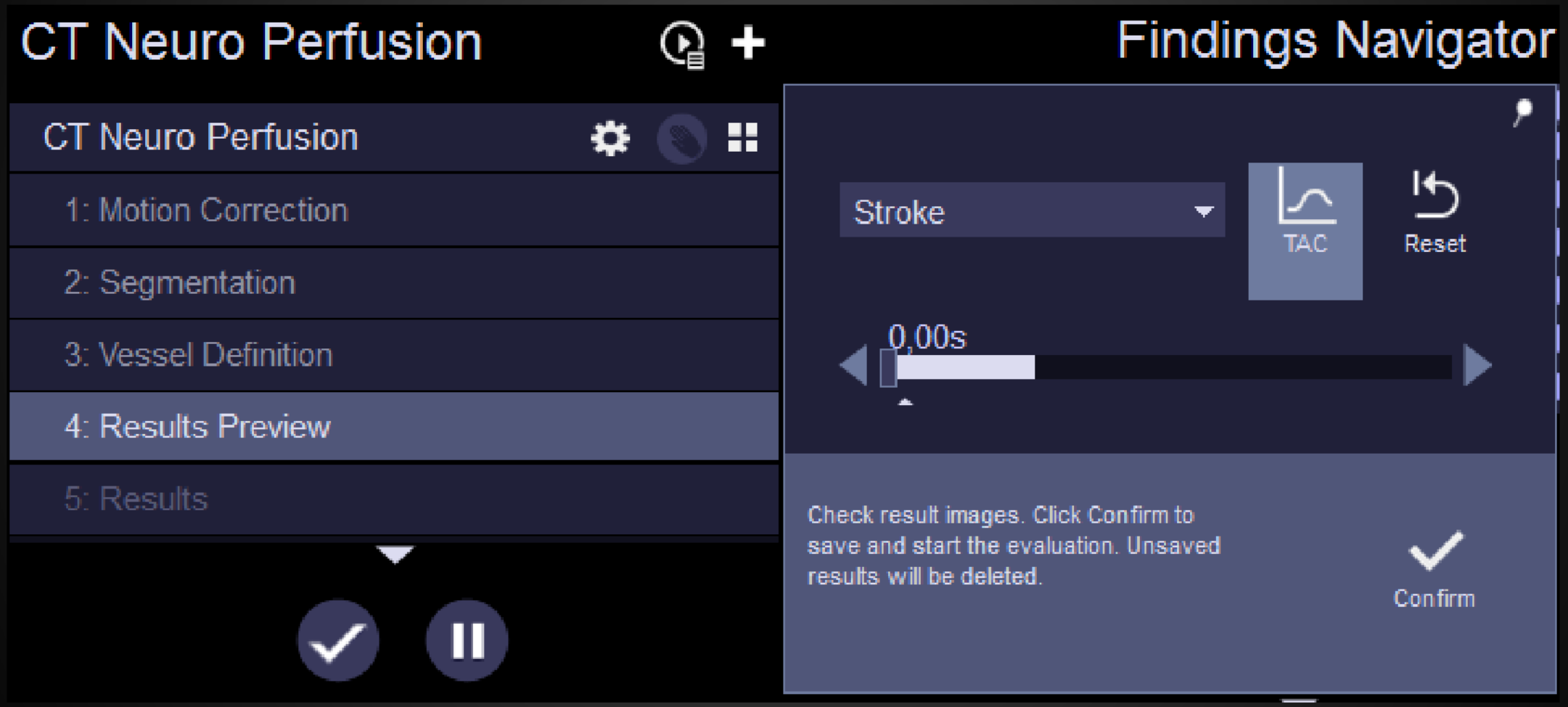
- Venous output function (VOF) ROI

Sinus sag. sup.

- Siemensi Syngo saab üldiselt mõlema ROI valimisega ise hakkama

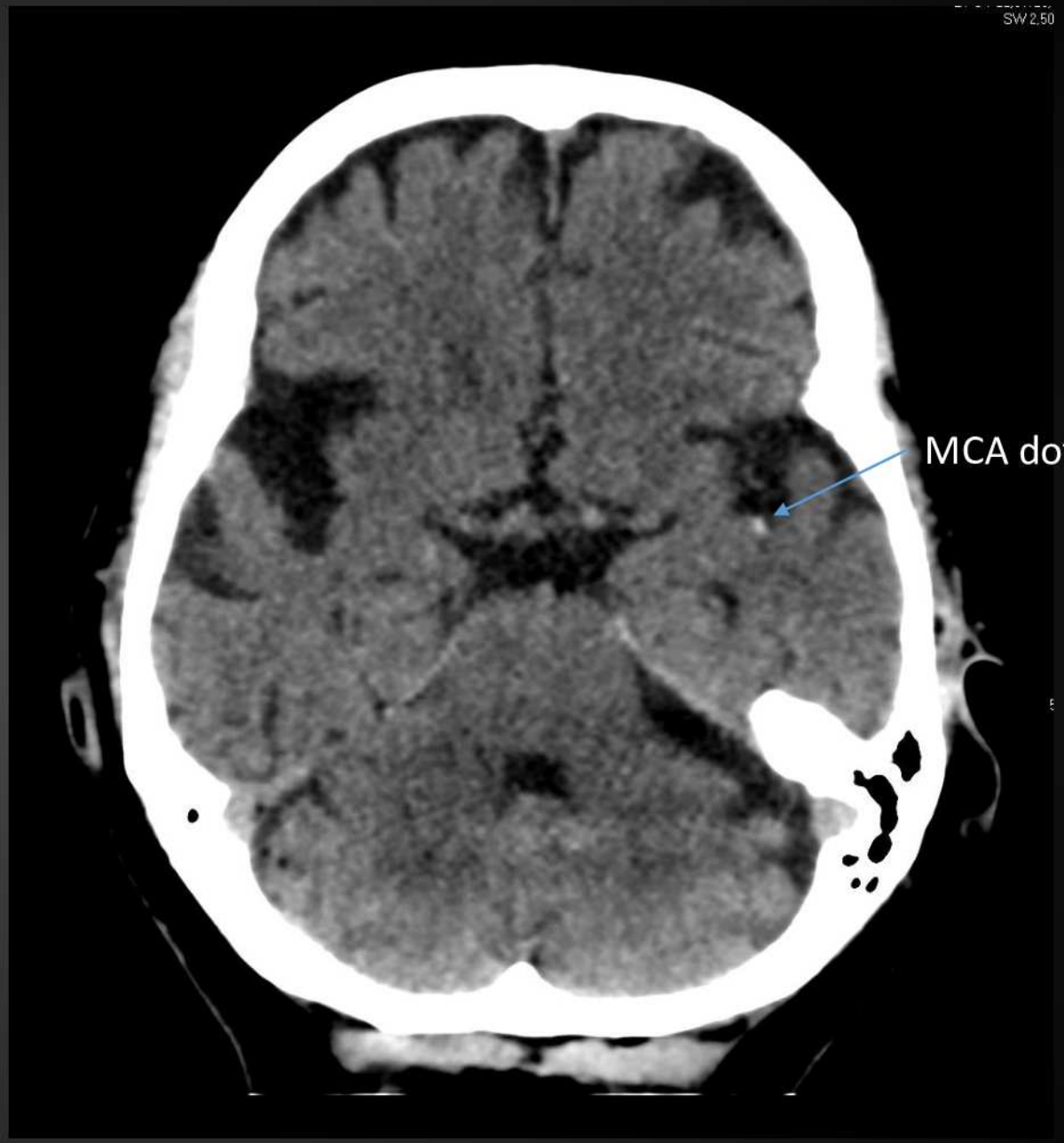
ROI	Legend	Show TAC	Assign to Right Axis	Peak Value	Time to Peak	Value at 0,0s
RefV		☑	☐	443,00	34,78	0,62
nAIF		☑	☐	443,00	28,64	-0,50
LHem		☐	☑	9,15	30,69	0,14
RHem		☐	☑	9,98	30,69	0,09

Syngo Volume Perfusion CT Neuro (Siemens)



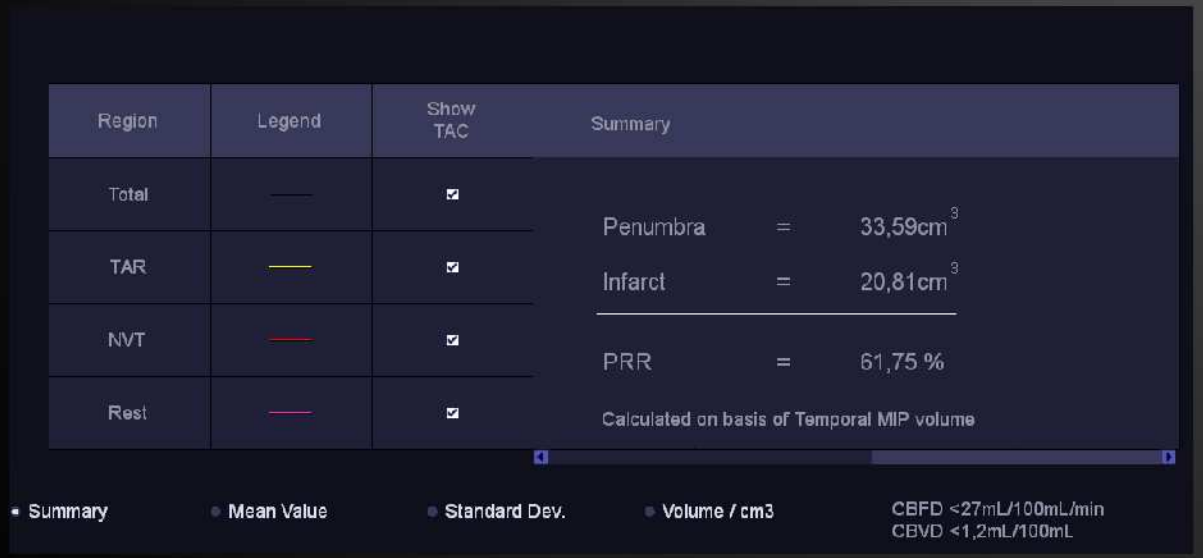
N82

- Teadmata kestvusega insult
- Senosmotoorne afaasia, parempoolne hemiparees, hemineglekt paremal, bulbuste pööre vasakule. NIHSS 13, Rankin 5
- KT-angios vasakul MCA M2 oklusioon

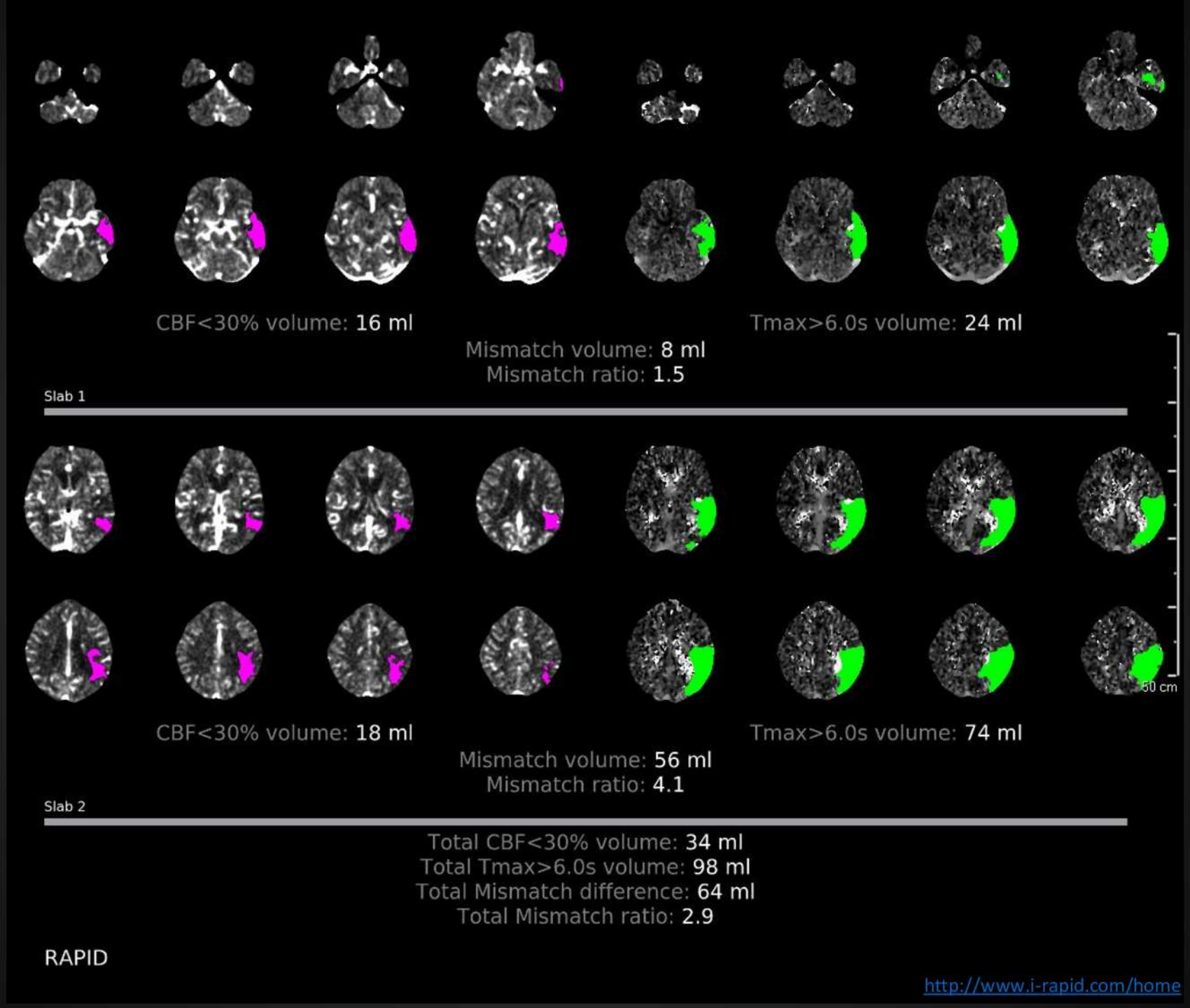


N82

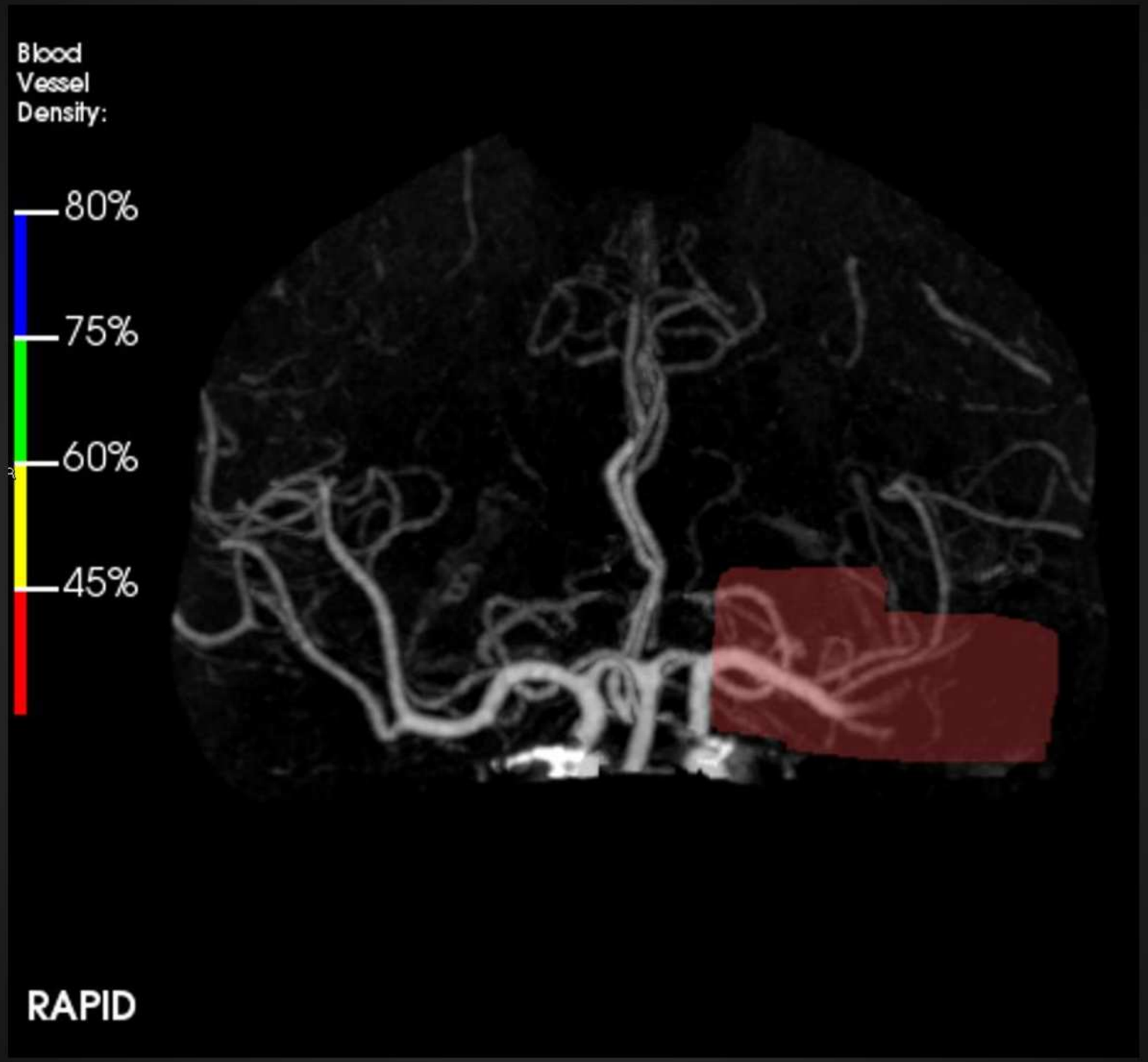
- CTP mismatch → TL
- Mõne päeva pärast NIHSS 3, Rankin 4
- All tulemused ainult alumise *slab*-i kohta



- N82


CBF<30% volume: 16 ml
Tmax>6.0s volume: 24 ml
Mismatch volume: 8 ml
Mismatch ratio: 1.5
Slab 1
50 cm
CBF<30% volume: 18 ml
Tmax>6.0s volume: 74 ml
Mismatch volume: 56 ml
Mismatch ratio: 4.1
Slab 2
Total CBF<30% volume: 34 ml
Total Tmax>6.0s volume: 98 ml
Total Mismatch difference: 64 ml
Total Mismatch ratio: 2.9
RAPID
http://www.i-rapid.com/home

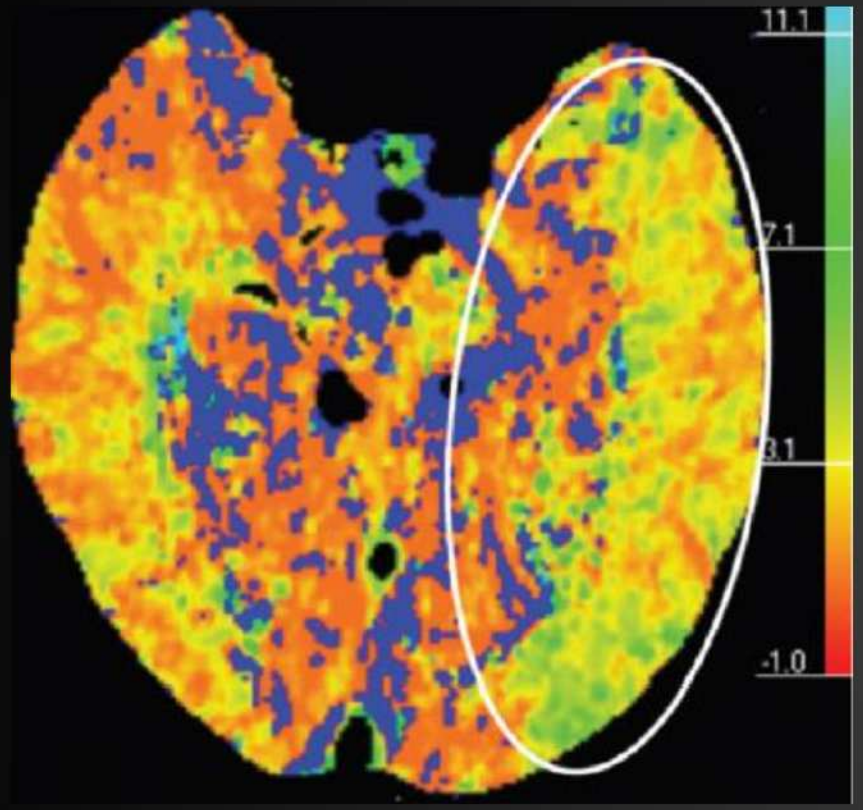
N82



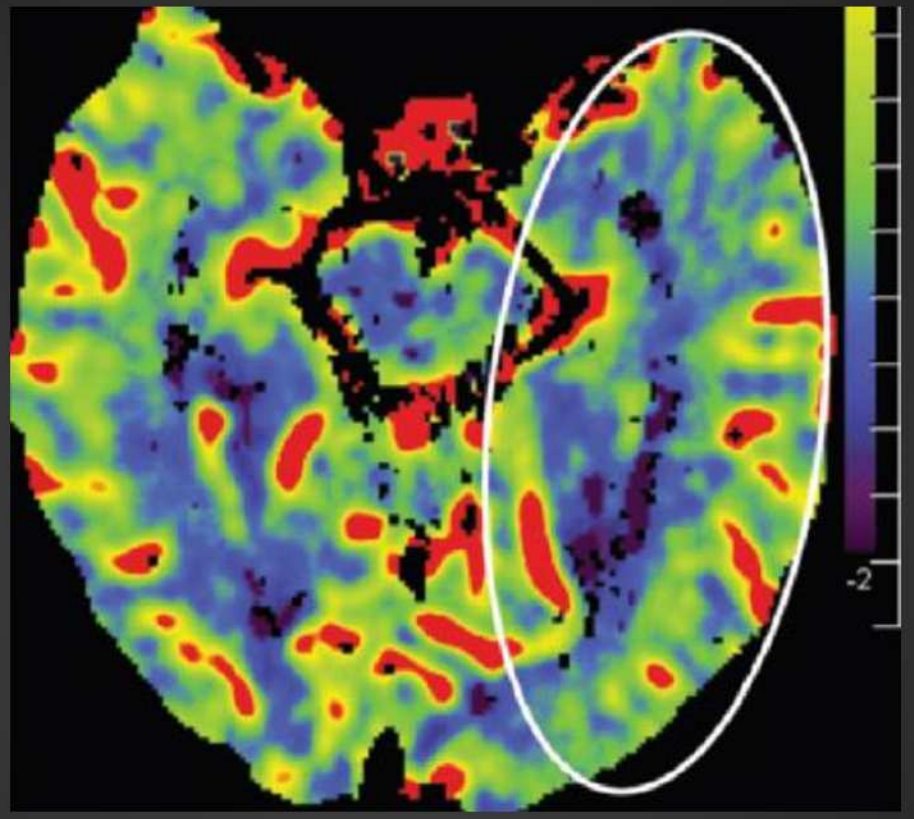
Vale-penumbrad [7]

- Karotiidarterite stenoosid
- Ägeda või kroonilise infarktikolde reperfusioon
- Vaskulaarne düsregulatsioon: PRES, epilepsia, SAH, hemipleegiline migreen
- Skaneerimise ajal pea viltu
- Ajuarterite normivariandid

Vasakul karotiidarteri bulbuses oluline stenoos

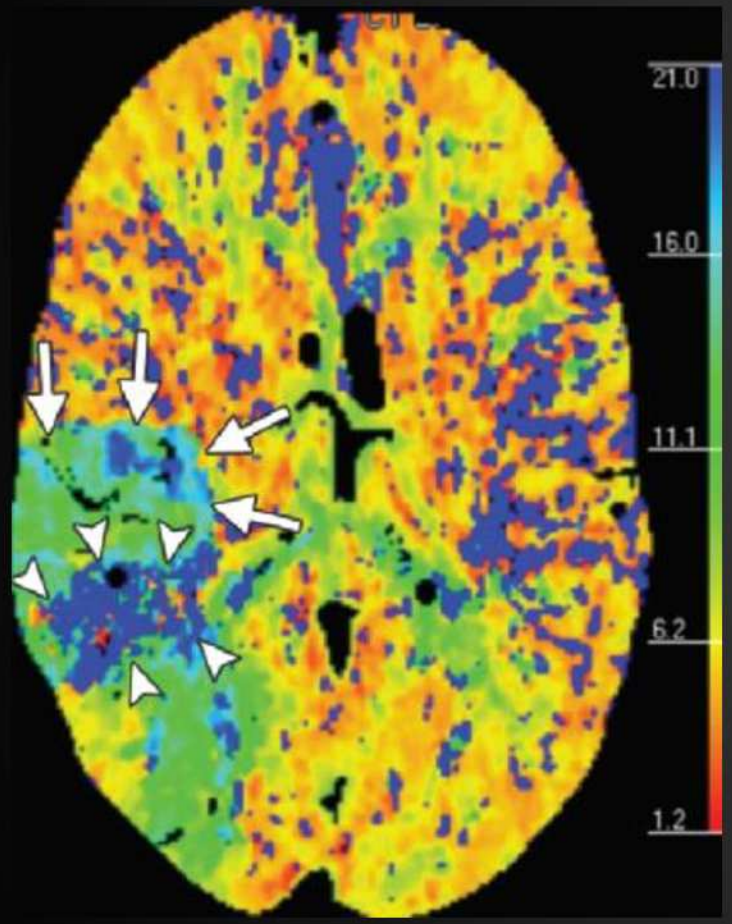


MTT pikenenud

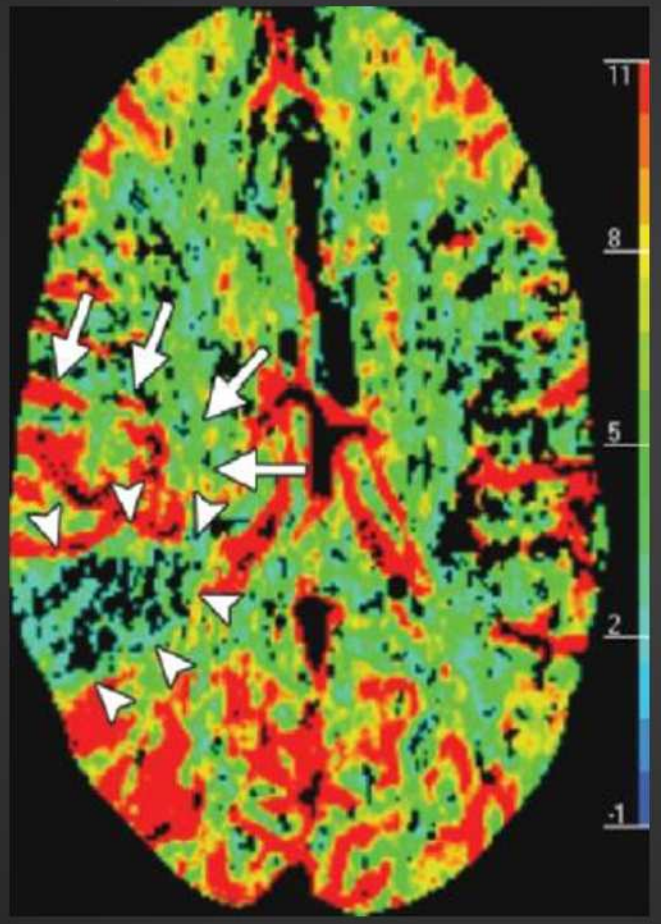


CBV norm

Reperfusioon ägedas/alaägedas infarktikoldes – oluline võrrelda kolde ulatust perfusioon vs natiiv KT



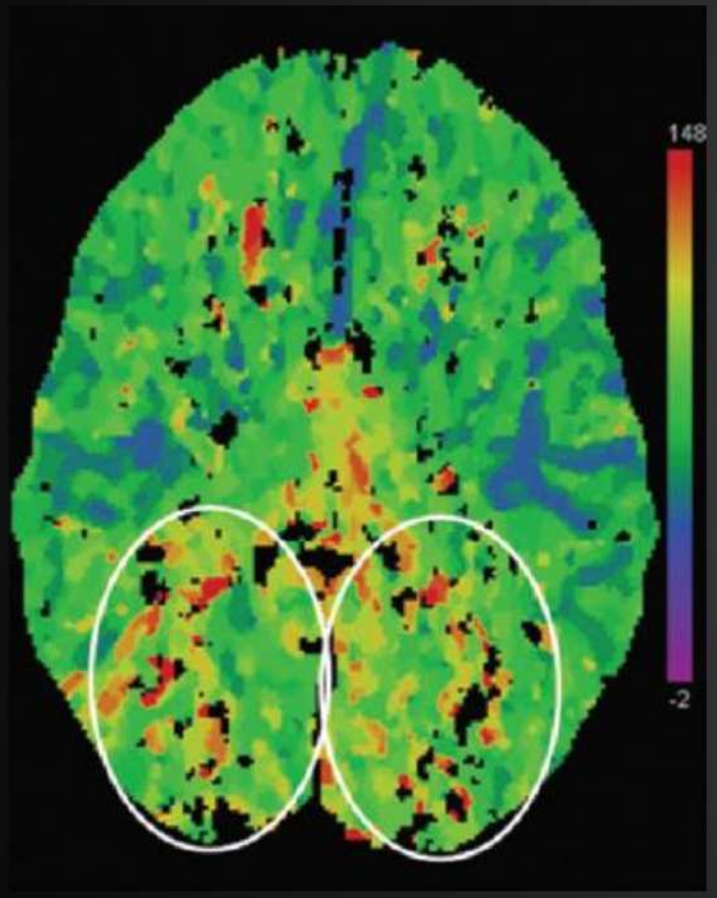
MTT



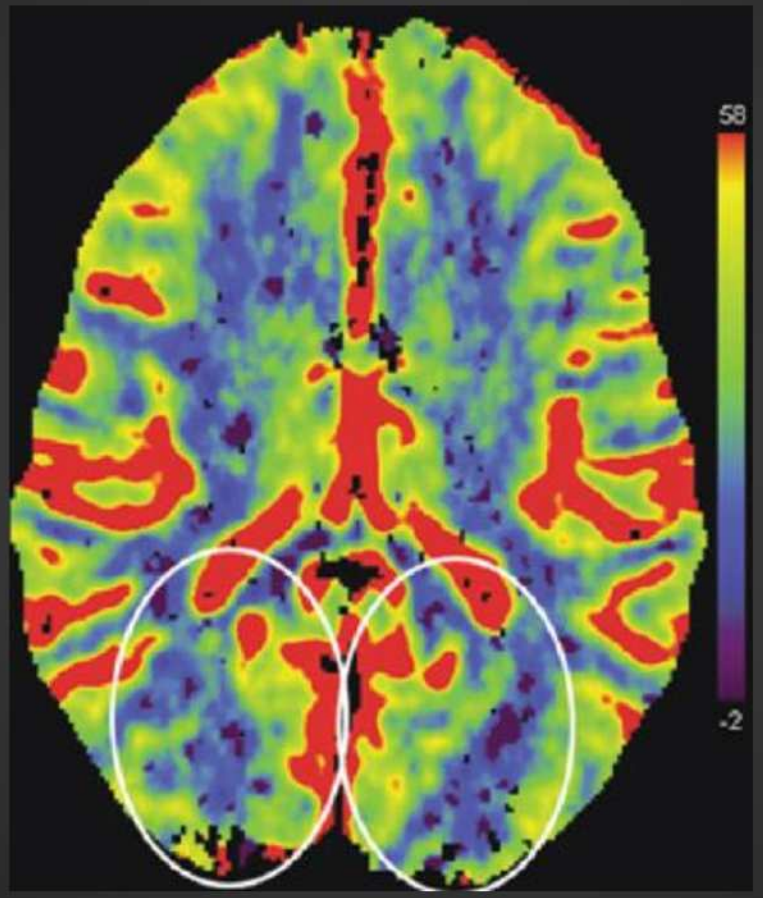
CBV

natiiv KT

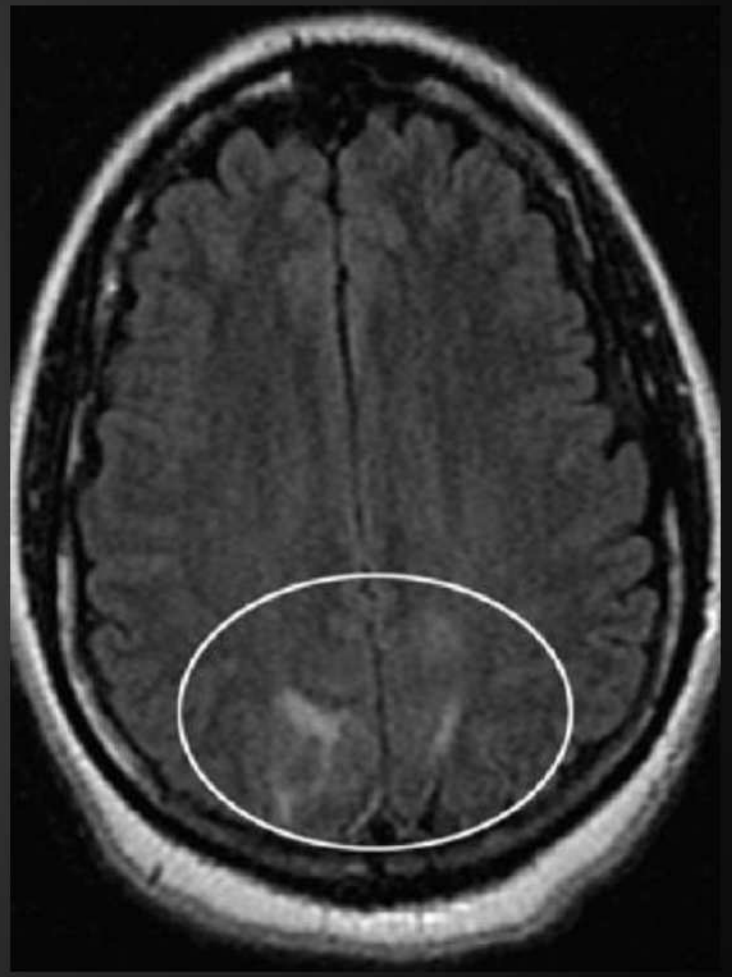
N32, peripartum krambid, hüpertensioon - PRES



pikenenud TTP

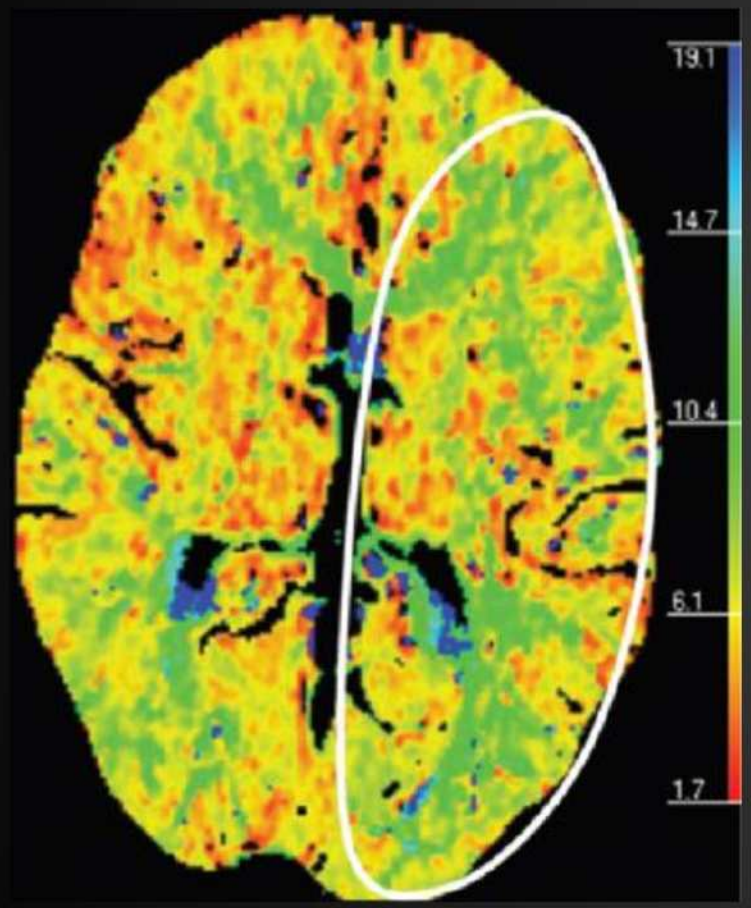


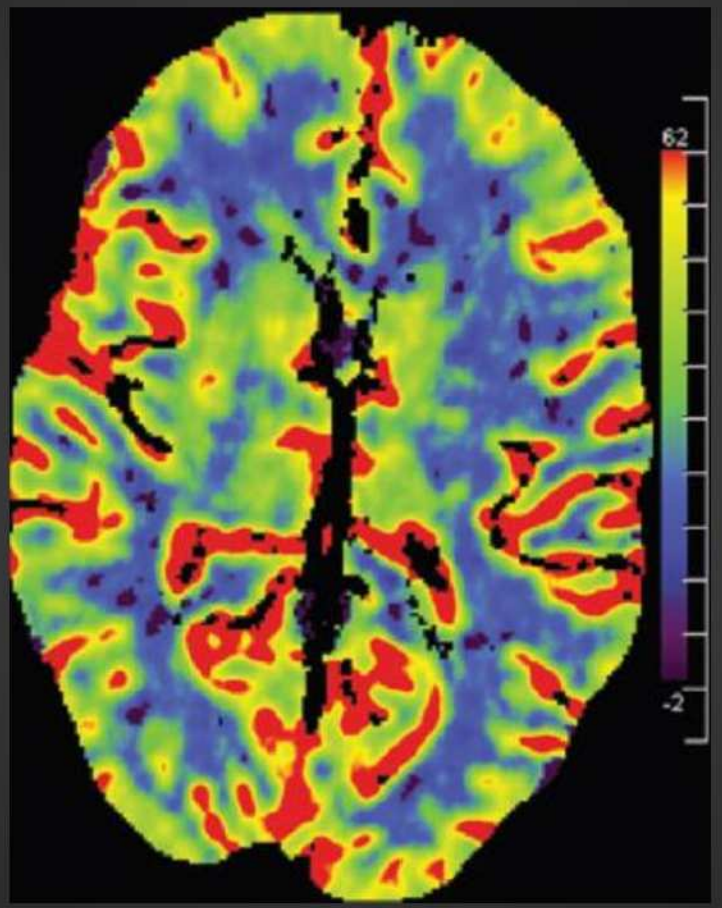
norm CBV

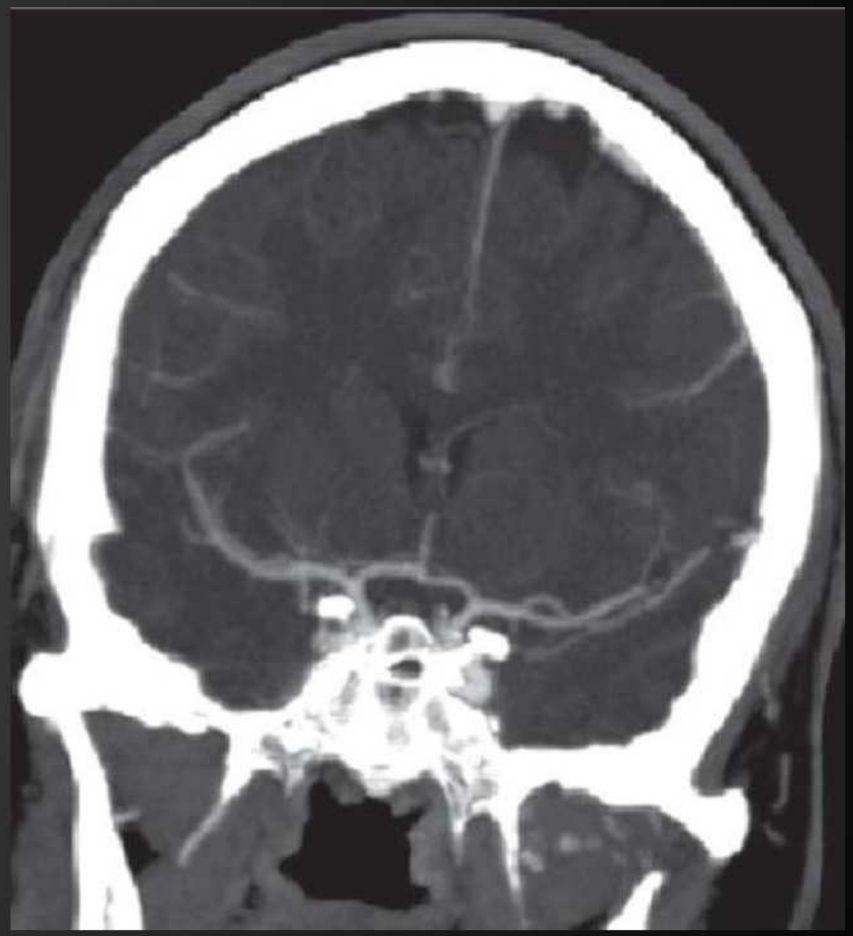


FLAIR signaalimuutus (ilma vastavate DWI/ADC muutusteta)

Pea viltu, intoksikatsioon





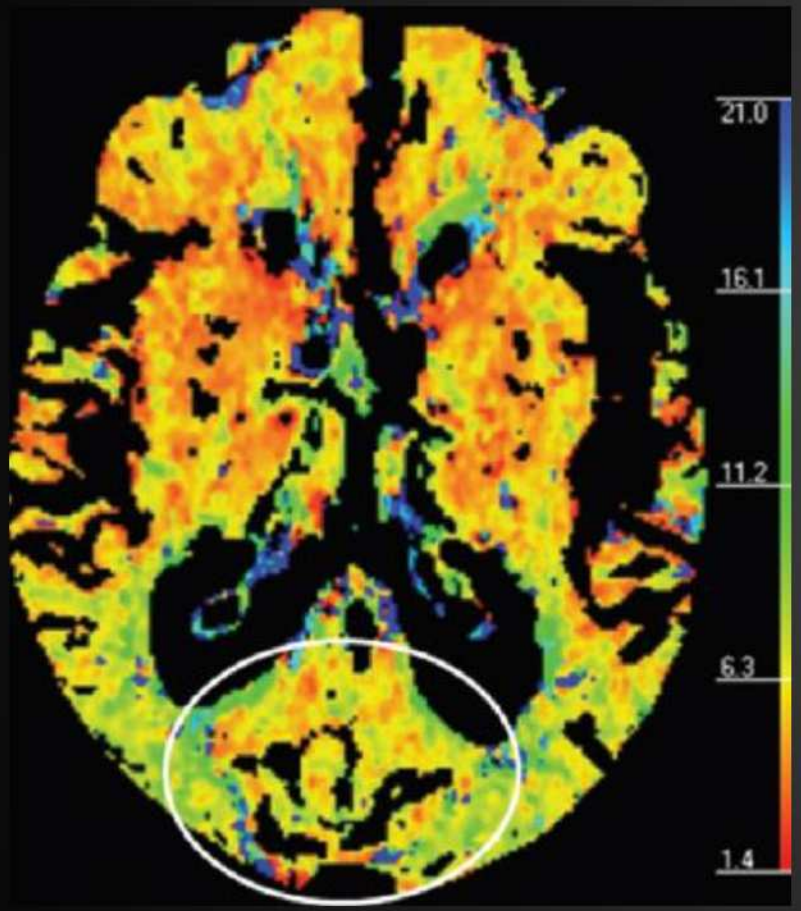


- MTT ↑

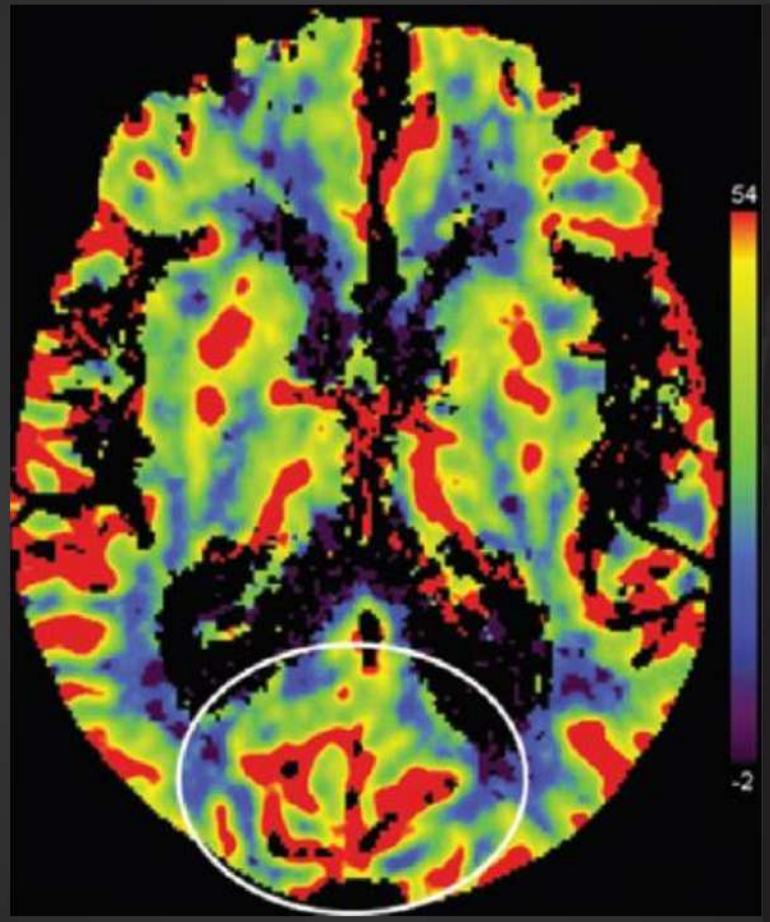
CBV norm

KTA

Bilat. aplastiline PCOM



TTP ↑



norm CBV

KTA

Kokkuvõte

- KTP suurendab ajuisheemia diagnostilist täpsust ja lubab selekteerida patsiente reperfusiooniks pikendatud TL ja TE ajaakendes (juhul kui MRP pole kättesaadav)

- Radioloogi roll penumbra/*core* kvantitatiivsel hindamisel täisautomaatse tarkvara (RAPID) olemasolul?

- Vale-penumbrad – ole teadlik ja tunne ära

- KTP adekvaatseks tõlgendamiseks tuleks vaadata alati esimesena natiiv KT ja KT-angio uuringuid. Korrelatsioon kliinilise leiuga!

Täiendavat videomaterjali

1. https://youtu.be/cXJsl2mGaI8 - Symposium ECR 2017 - Perfusion Imaging in Cerebrovascular Disorders
2. https://youtu.be/PHSdQPqotnI - ISCT 2014: Brain Perfusion - Dr. Prokop
3. https://youtu.be/_FtwOCRbUgA – KTP parameetrid ja nende muutused isheemia korral
4. https://youtu.be/uEG7RNTs-3Y - Siemensi Syngo CT neuro perfusion praktiline juhend, 7 min

Kasutatud kirjandus

1. Etherton MR, Barreto AD, Schwamm LH and Wu O (2018) Neuroimaging Paradigms to Identify Patients for Reperfusion Therapy in Stroke of Unknown Onset. Front. Neurol. 9:327. doi: 10.3389/fneur.2018.00327
2. Potter CA, Vagal AS, Goyal M. Acute Ischemic Stroke: A Code Stroke Primer. RadioGraphics 2019; doi 10.1148/rg.2019190142
3. Sharma R, Gaillard F. CT perfusion in ischaemic stroke. https://radiopaedia.org/articles/ct-perfusion-in-ischaemic-stroke?lang=gb
4. Lin L, Bivard A, Krishnamurthy V. Whole-Brain CT Perfusionto Quantify Acute Ischemic Penumbra and Core. Radiology 2016
5. Austein F, Riedel C. Comparison of Perfusion CT Software to Predict the Final Infarct Volume After Thrombectomy. Stroke. 2016;47:2311-2317. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.013147
6. Marco de Lucas et al. CT Protocol for AcuteStroke: Tips and Tricks for General Radiologists. RadioGraphics 2008; 28:1673–1687
7. Best AC, Acosta NR. Recognizing False Ischemic Penumbras in CT Brain Perfusion Studies. RadioGraphics 2012; 32:1179–1196
8. Allmendinger AM, Tang ER. Imaging of Stroke: Part 1,Perfusion CT—Overview of Imaging Technique, Interpretation Pearls, and Common Pitfalls. AJR 2012