



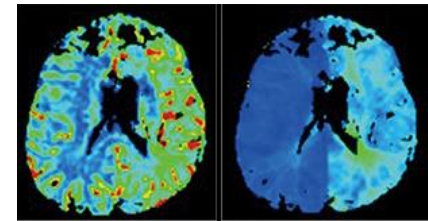
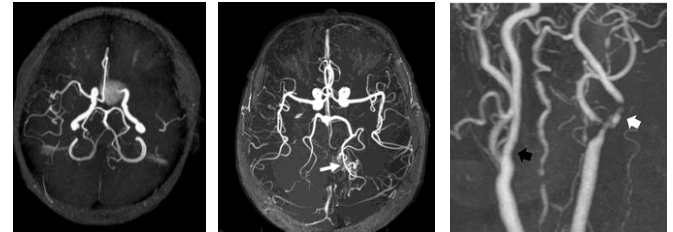
Динамички МРИ

МР Ангиографија

МР Перфузија

MRI ТЕХНИКА ВИЗУЕЛИЗАЦИЈЕ КРВНИХ СУДОВА

- Мотивација
 - Уочавање поремећаја који су присутни у већим крвним судовима
 - Анеуризми
 - Артериовенских малформација
 - Стеноза
 - Анатомских варијација
 - Уочавање поремећаја у перфузији ткива
 - Присуство тумора
 - Утврђивање зоне захваћене инфарктом
 - Градирање тумора
 - Праћење ефеката терапије
 - Алтернативе
 - Интервентна ангиографија
 - СТ ангиографија



MR АНГИОГРАФИЈА

- Методе реализације
 - Без апликације контрастног средства
 - TOF ангиографија
 - *Phase-contrast* ангиографија
 - Са апликацијом контрастног средства на бази Gd
 - Да би се на основу ове методе постигао максимални контраст између крви и околног ткива, врши се „oversampling“ К-простора.

ПЕРФУЗИЈСКИ МРИ

- Перфузија представља количину крви која се испоручи капиларном систему у неком ткиву у јединици времена
- Мери се у јединицама у $\text{mlmin}^{-1}/100 \text{ g}$ ткива
- Користи чињеницу да је непосредно након администрације болуса Gd контрастног средства, у току 60-90 у скоро компактном виду пролази кроз читав крвни систем. („first pass“)
- Пролазак контраста кроз капиларни систем ткива испољава ефекте сусцептибилности на ткиво доводећи смањења његовог сигнала (T_2^* ефекти)
- Губитак сигнала је пропорционалан перфузији у ткиву

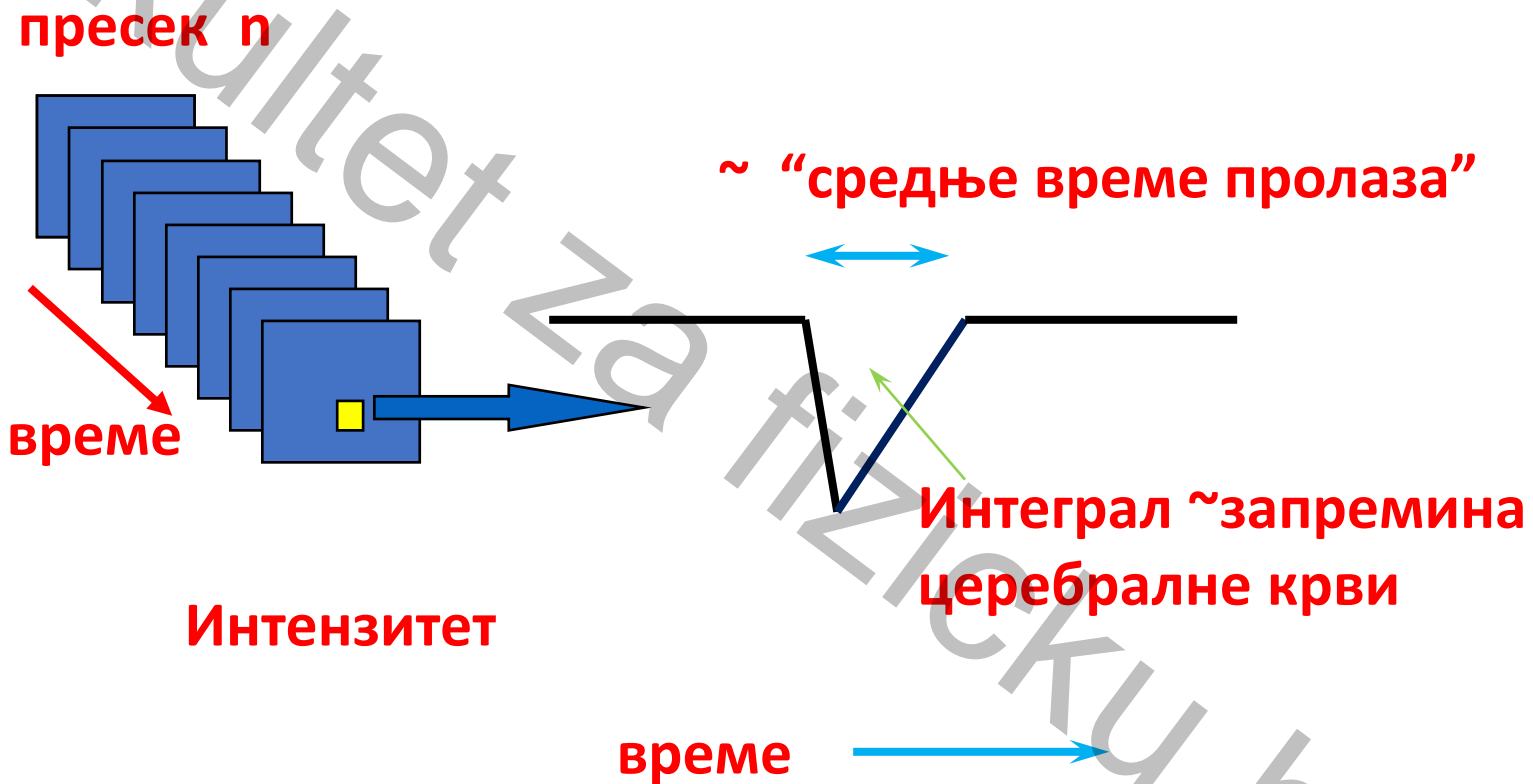
- ▶ Пролаз Gd контраста праћен је променом релаксационих времена која је функција локалне концентрације контрастног средства.
- ▶ Интензитет сигнала на имиџу зависи од временске промене концентрације контрастног средства у крвним судовима
- ▶ Ова зависност се може искористити да би се квантификовала микроваскуларност ткива релативна церебрална запремина као и проток кроз ткиво.

Битне дефиниције

- **rCBF** – релативни церебрални проток је брзина предавања Gd хелата специфичној маси ткива (ml / 100g / min)
- **rCBV** – релативна запремина церебралне крви представља просторну дистрибуцију хелата у току првог пролаза Gd хелата кроз мождано ткиво (% or ml / 100g)
- **MTT** – средње време које је потребно да дати контраст прође кроз ткиво након идеалне улазне функције (min or s)

$$MTT = rCBV / rCBF$$

У сваком вокселу

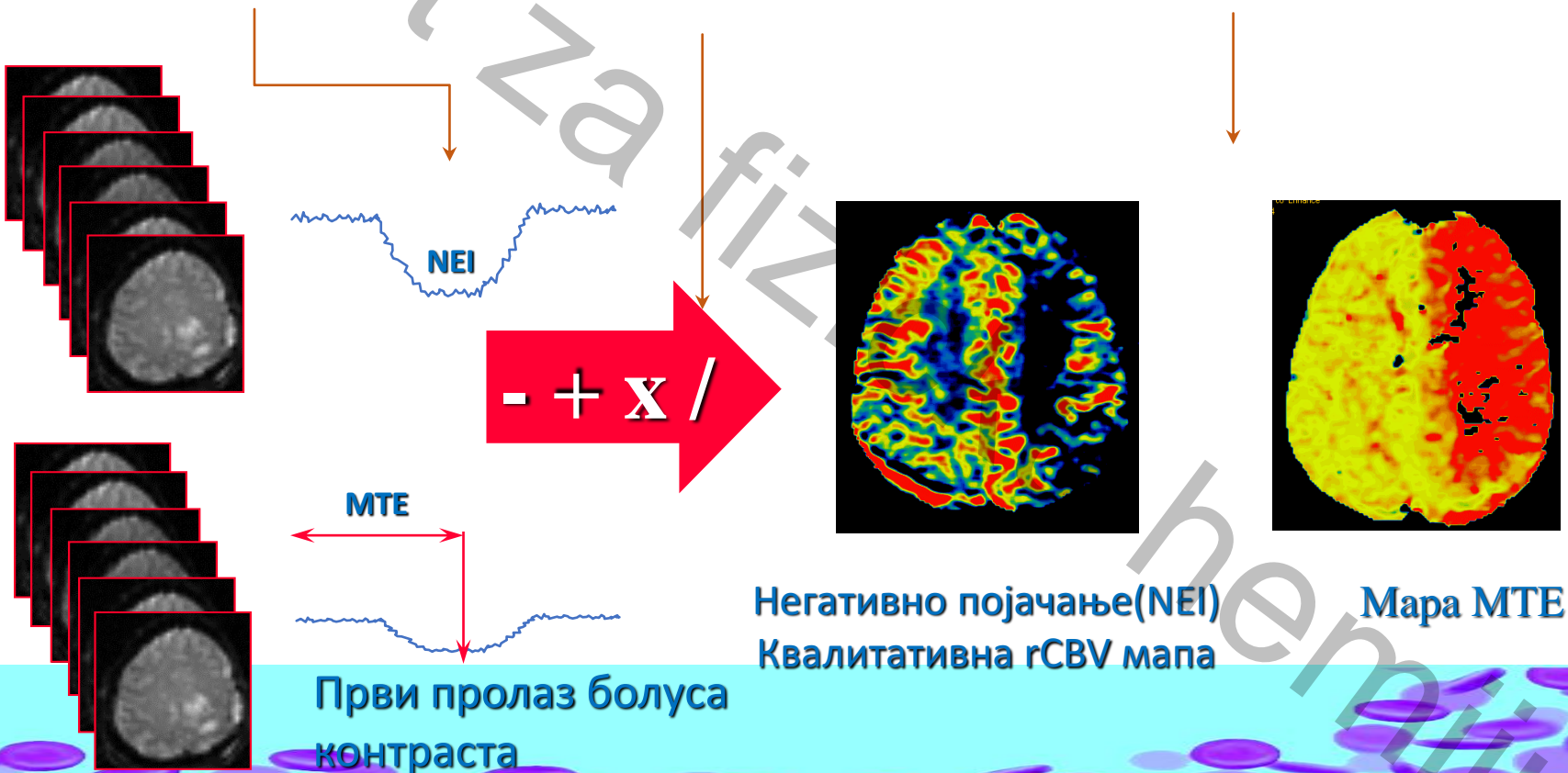


Техника служи за семиквантитативно одређивање префузијских параметара.

Принцип перфузијског МРИ

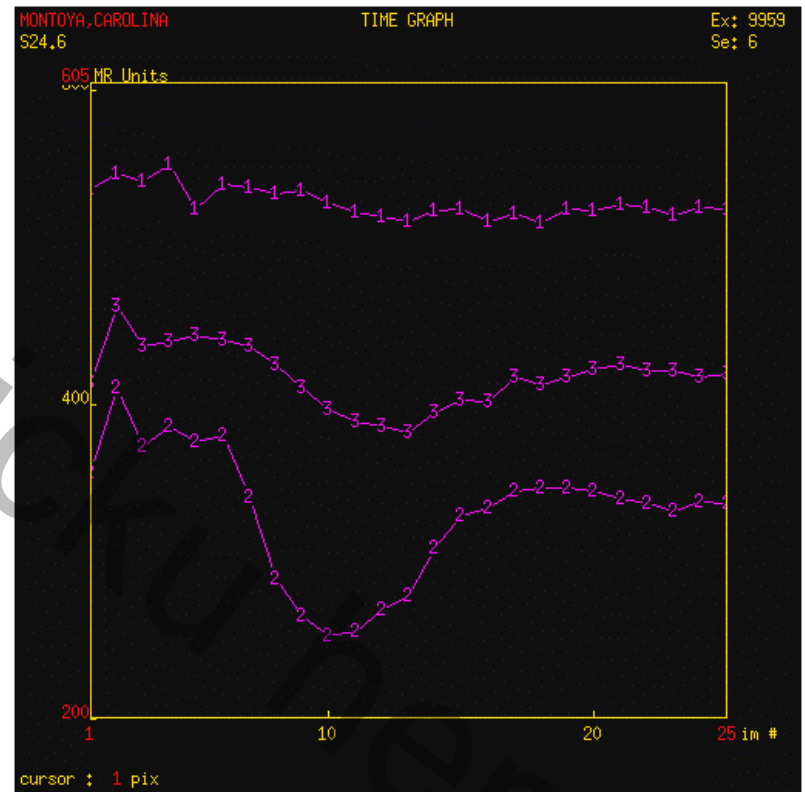
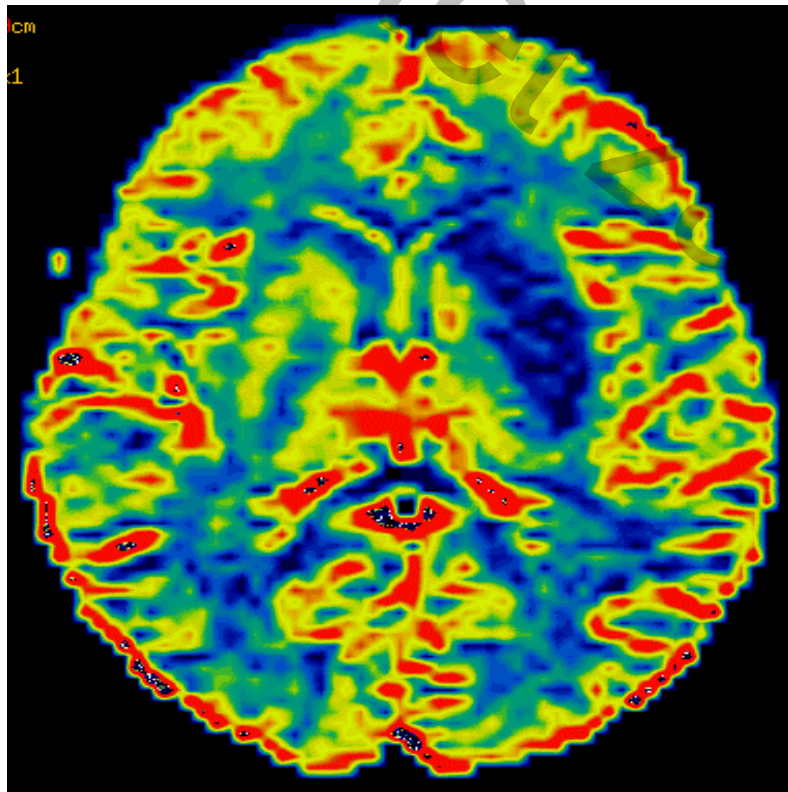
□ Контраст динамичке суспектибилности

Издавање кривих зависности + Деконволуција сигнала у функцији времена = Генерисање функционалних мапа

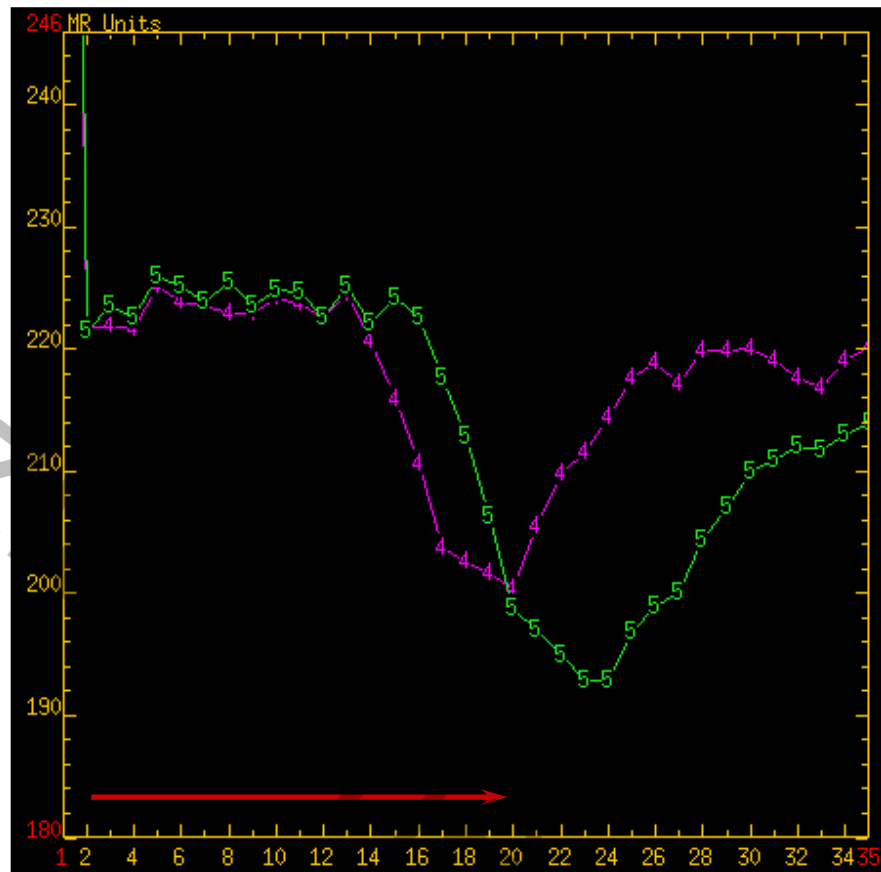
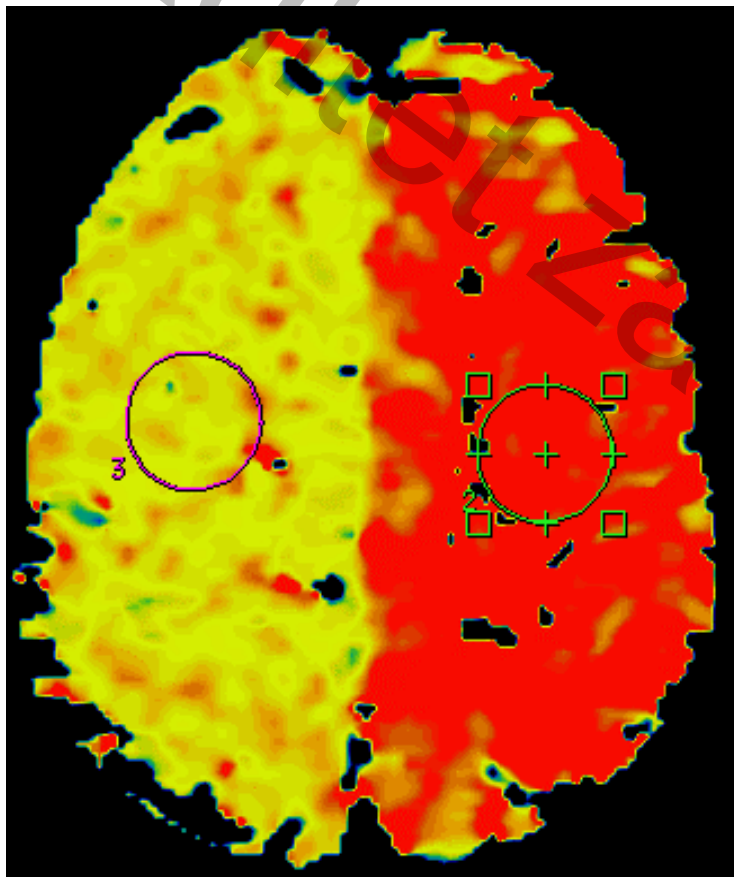


rCBV

rCBV je NEI



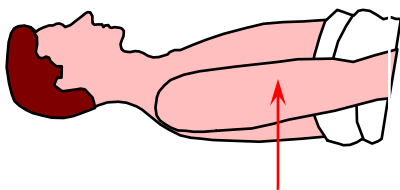
MTT



Мерење перфузије церебралне крви методом болус трекинг-а

Захтева брз имиџинг

Аутоматски ињектор- Gadolinium хелат
5ml/s



Процедура :

- 1 – Почетак снимања
- 2 – Администрација Gd*
- 3 – Наставак снимања

10 пресека - 50 слика сваког пресека - укупно време акв. 1:34 min

* Одмах после администраирања Gd даје се 20 cm³ физиолошког раствора

Избор секвенције за DSC имиџинг

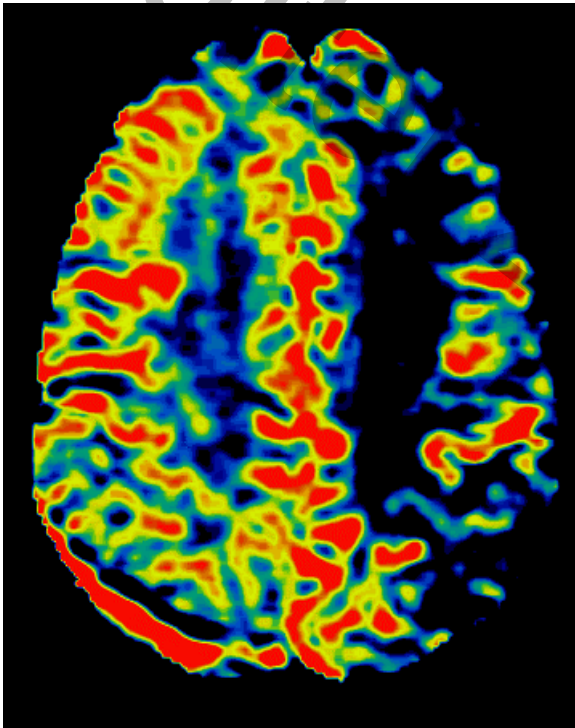
- брзе секвенције:
 - FGRE
 - GRE-EPI
 - SE-EPI
 - FSE

T_2 или T_2^* секвенција?

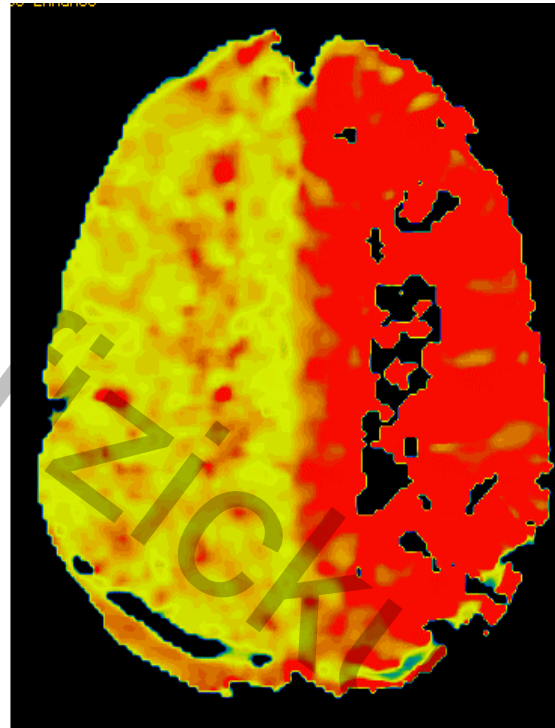
-GRE секвенције су генерално осетљивије на DSC ефекат, али само од контрастаног средства које се назали у крвним судовима већим од 50 микрометара. Због тога су вредности rCBV прецењене

SE I FSE секвенције су способне да рефокусирају сигнал и крвних судова већих од 20 микрона тако да су оне осетљивије на контраст у микроскопским капиларама

Мождани инфаркт

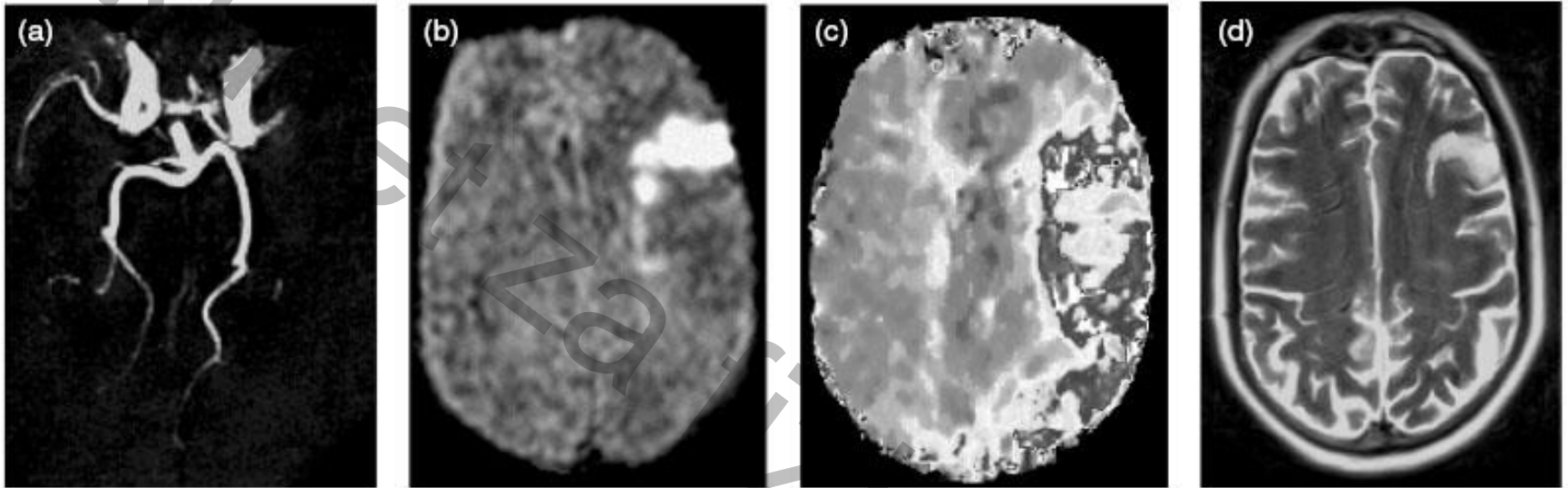


rCBV

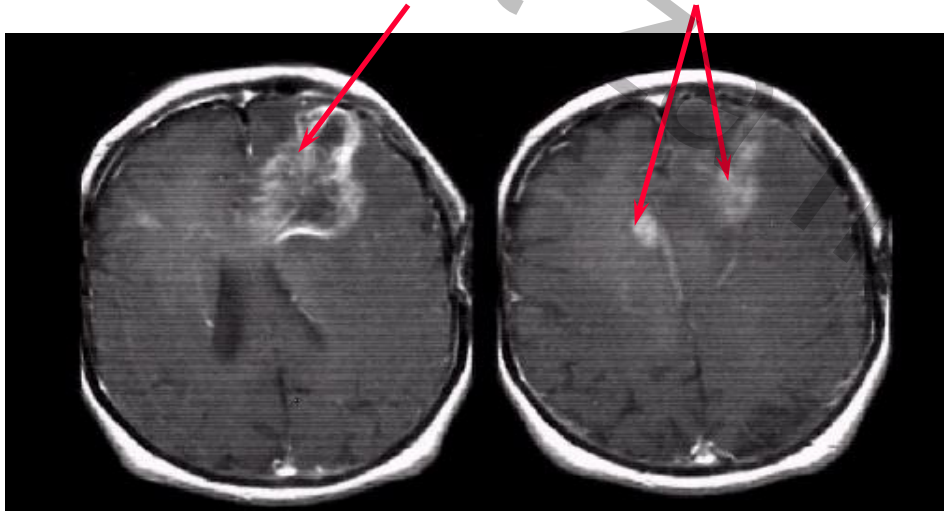


MTT

Акутни мождани инфаркт

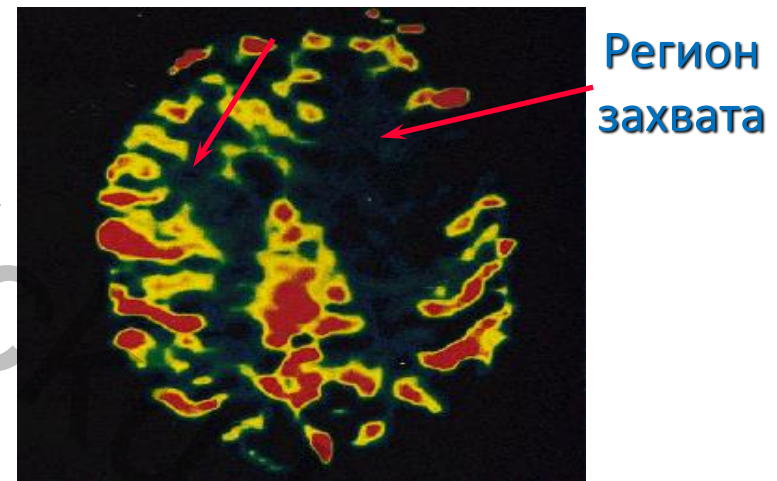


Глиобластом мултиформе



Пре операције T1 постконтраст

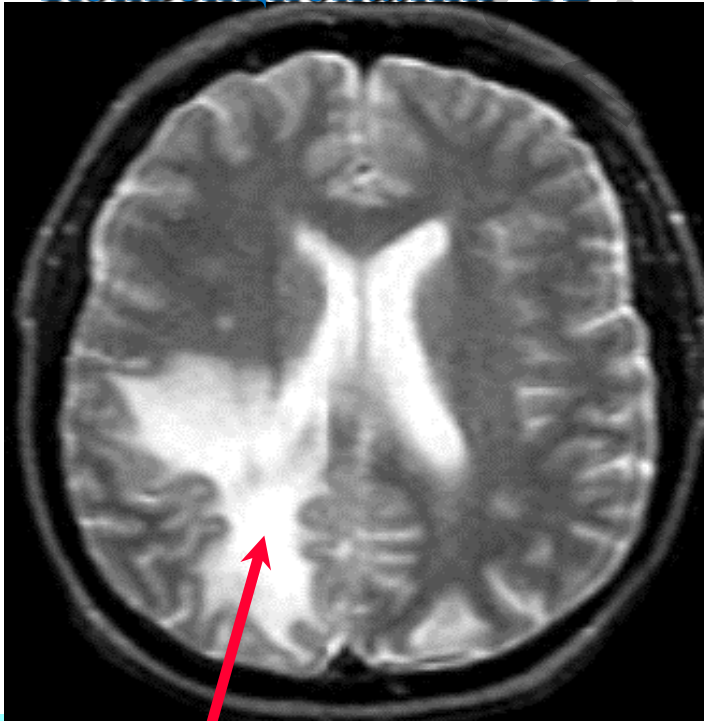
Хиперперфузија



После операције rCBV мапа показује дифузну лезију десној хемисфери

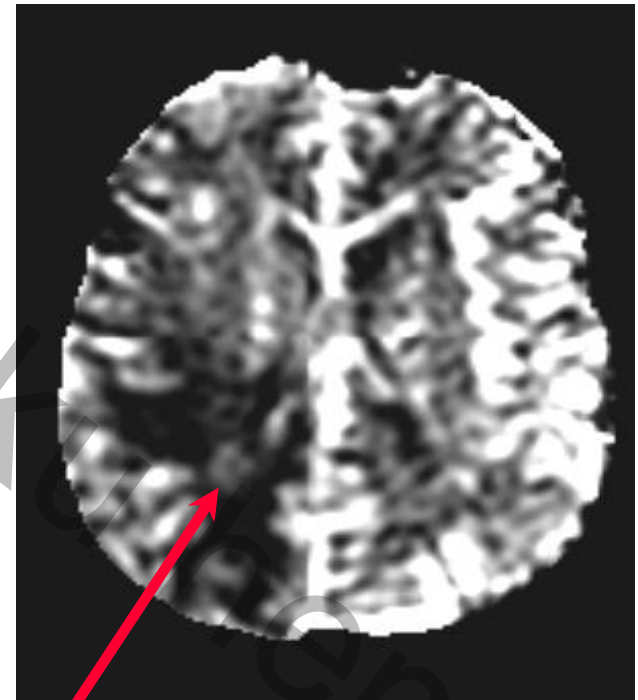
Рекурентни тумор vs радијациона некроза

Конвенционални T2

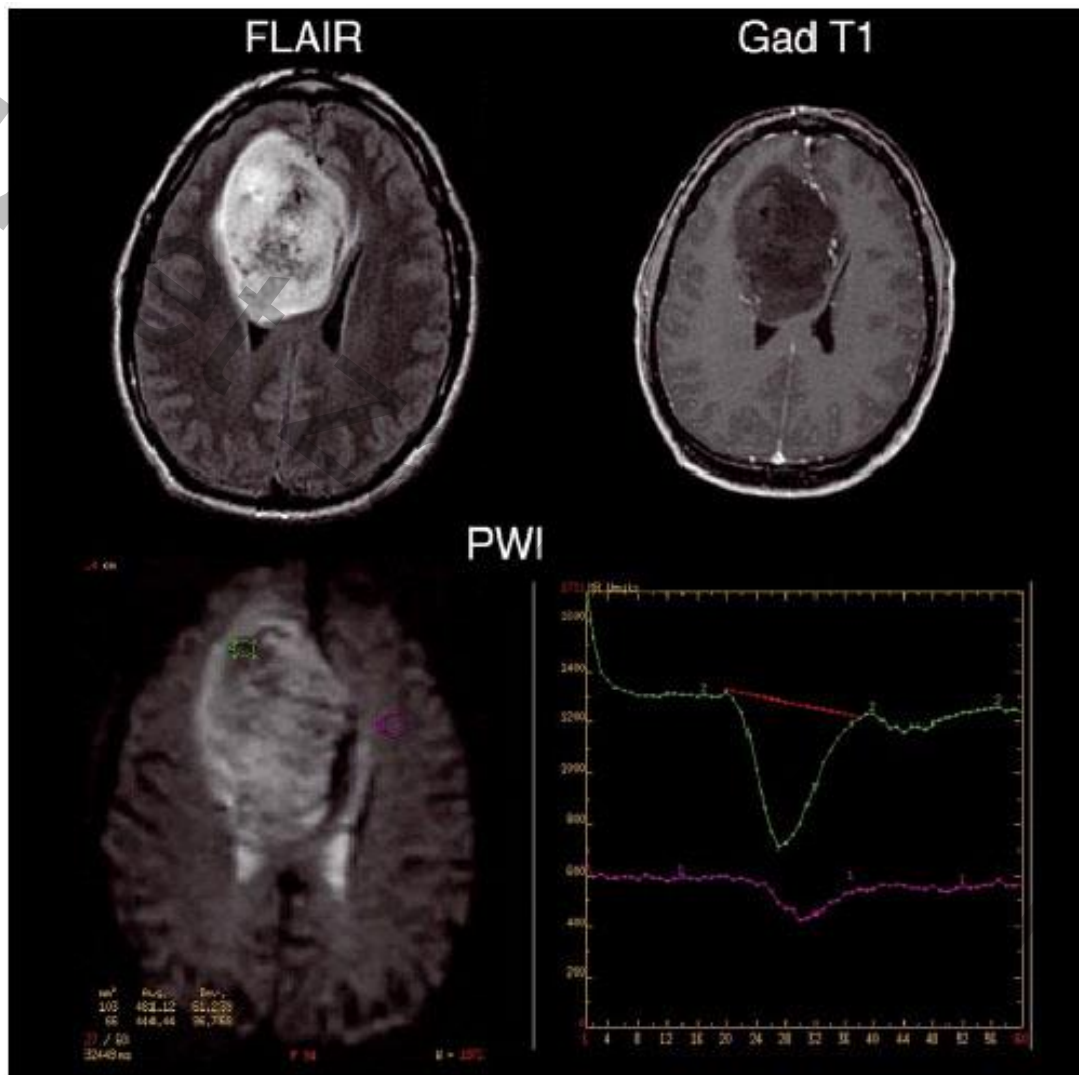


Неспецифична промена

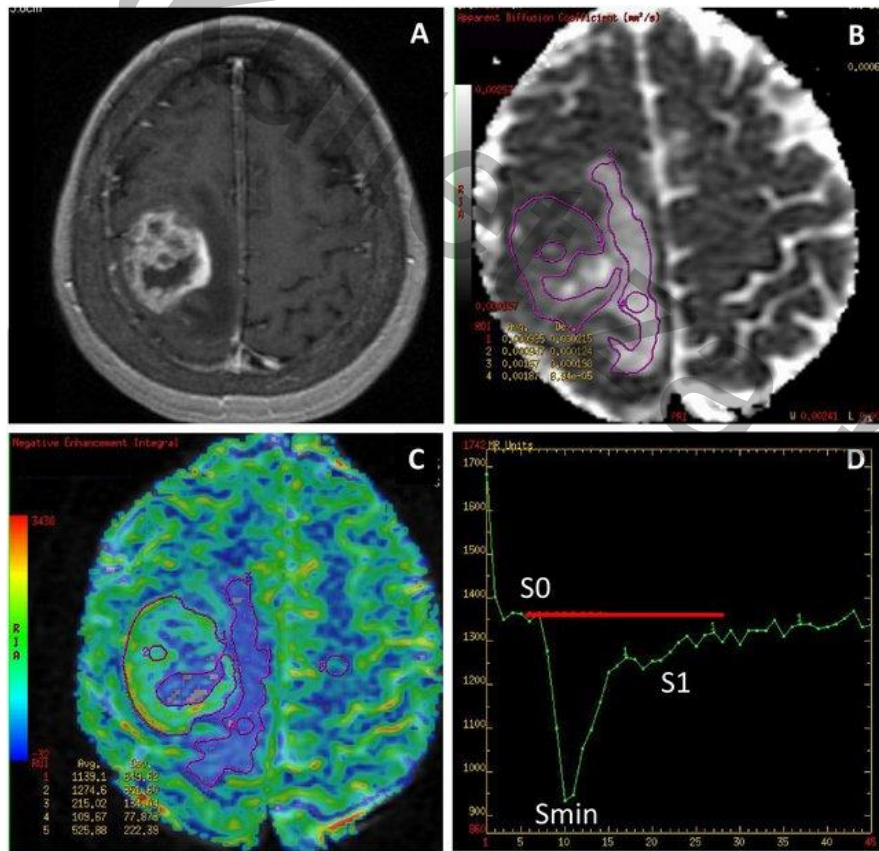
CBV



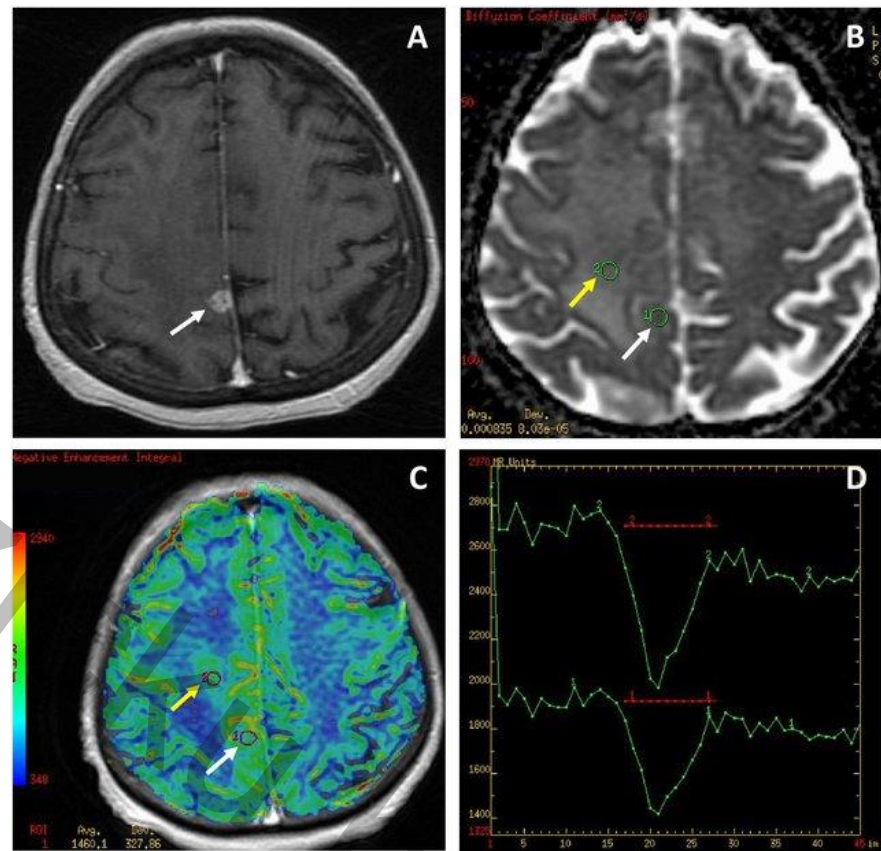
Рекурентни тумор



Глиобластом перфузија

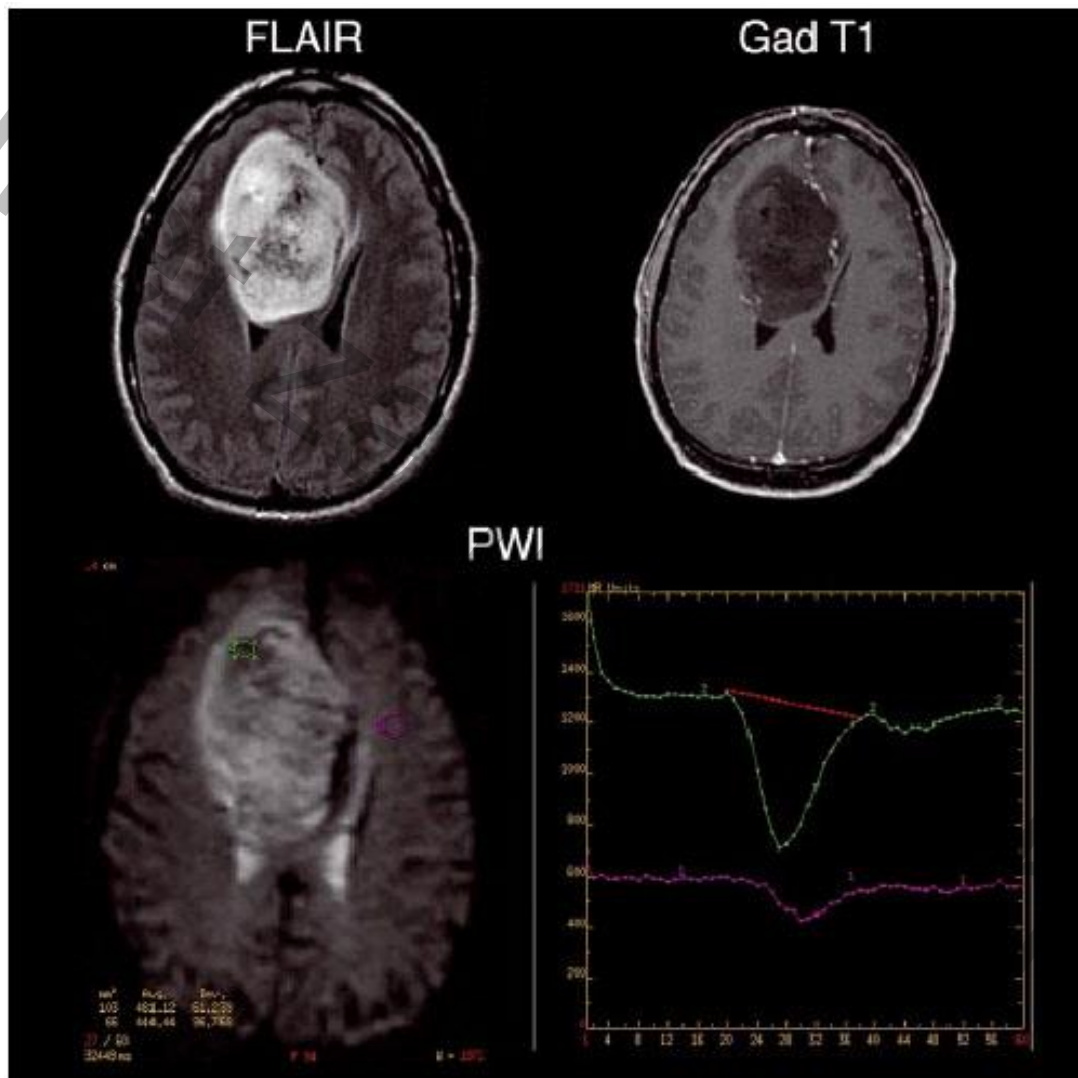


NEI



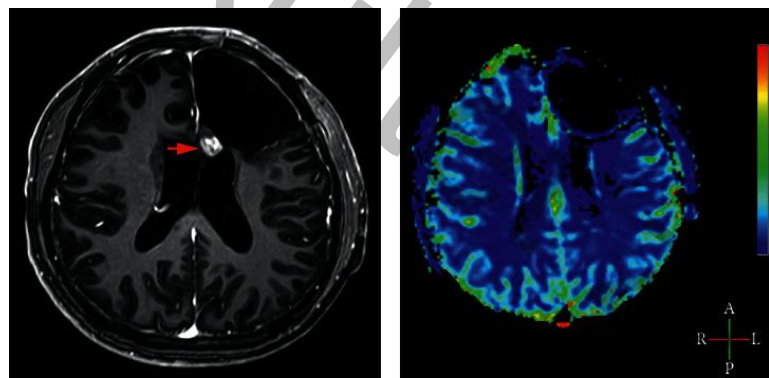
NEI

HG vs LG тумор



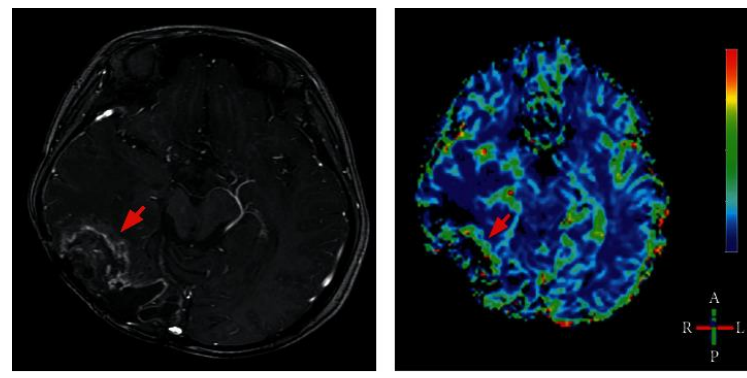
Олигодендроглиом (LG)

Рекурентни тумор vs радијациона некроза



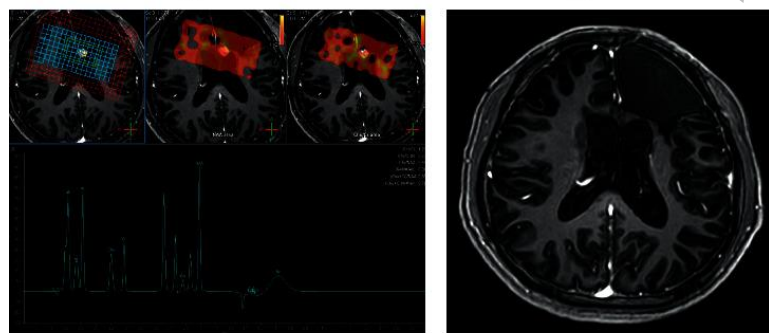
(a)

(b)



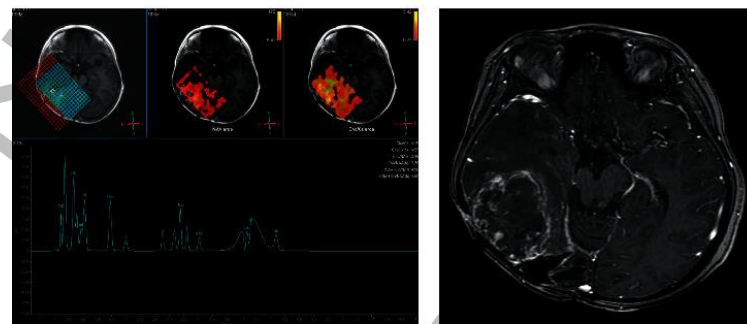
(a)

(b)



(c)

(d)

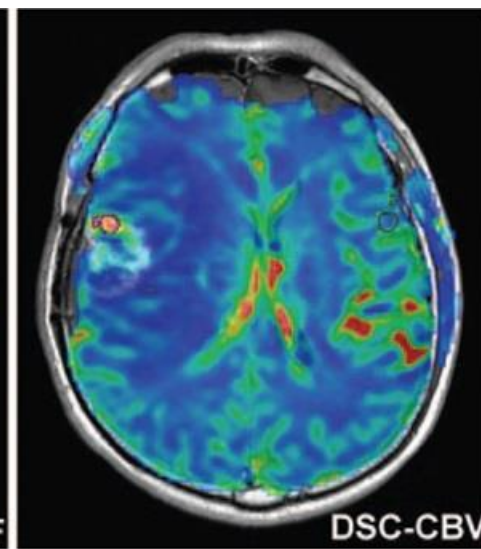
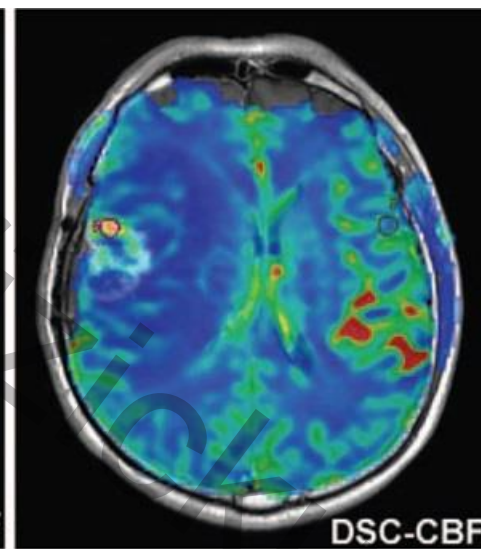
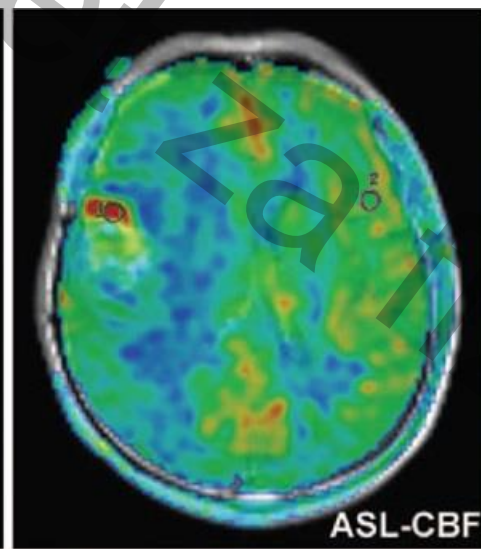
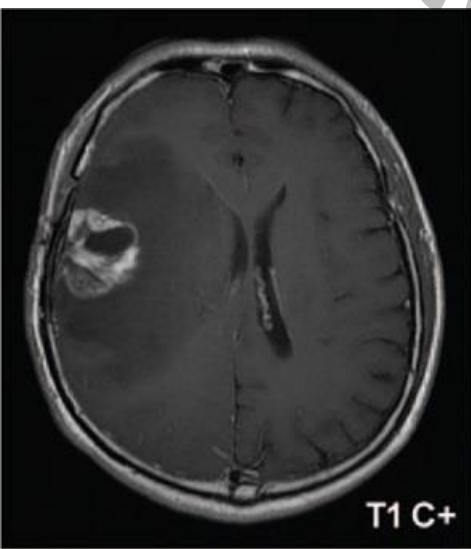


(c)

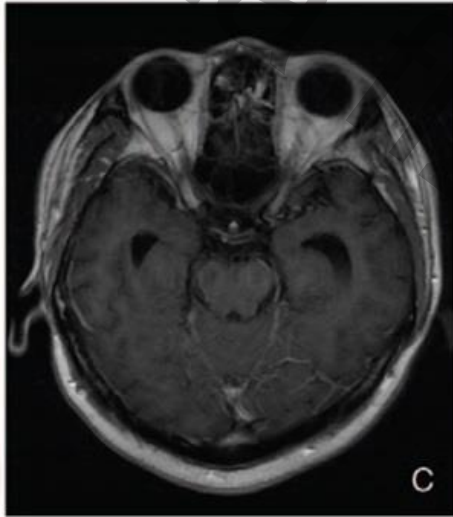
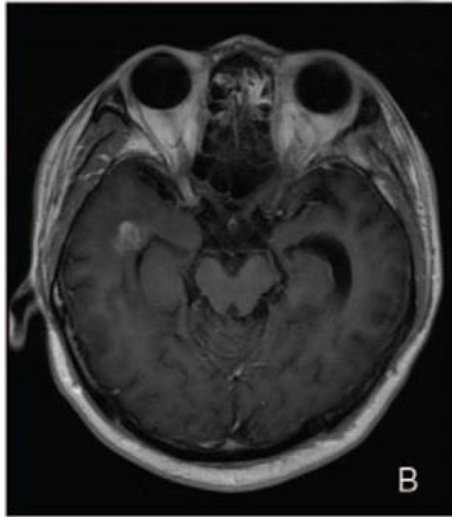
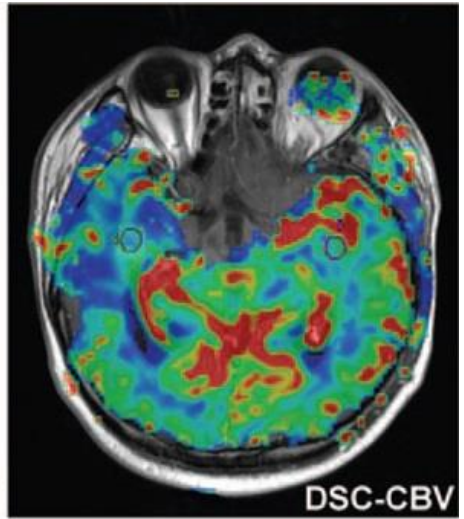
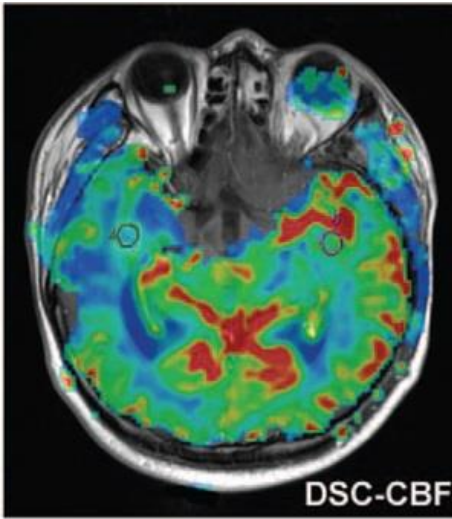
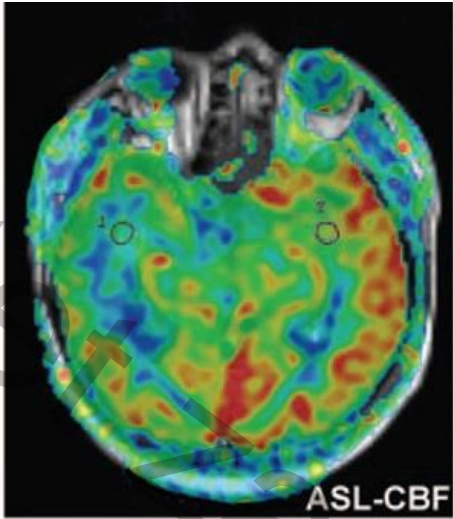
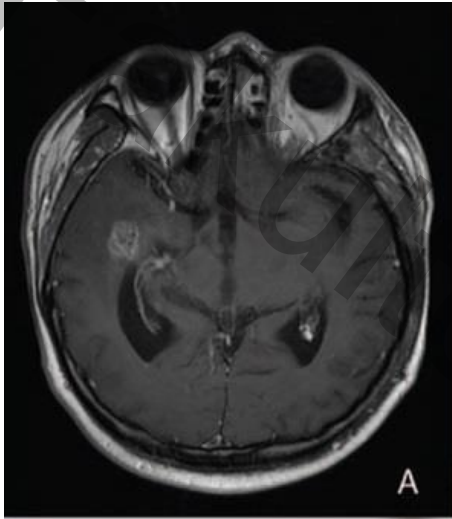
(d)

Quan G, Zhang K, Liu Y, et al. Role of Dynamic Susceptibility Contrast Perfusion MRI in Glioma Progression Evaluation. *J Oncol.* 2021;2021:1696387. Published 2021 Feb 9. doi:10.1155/2021/1696387

Рекурентни тумор vs радијациона некроза

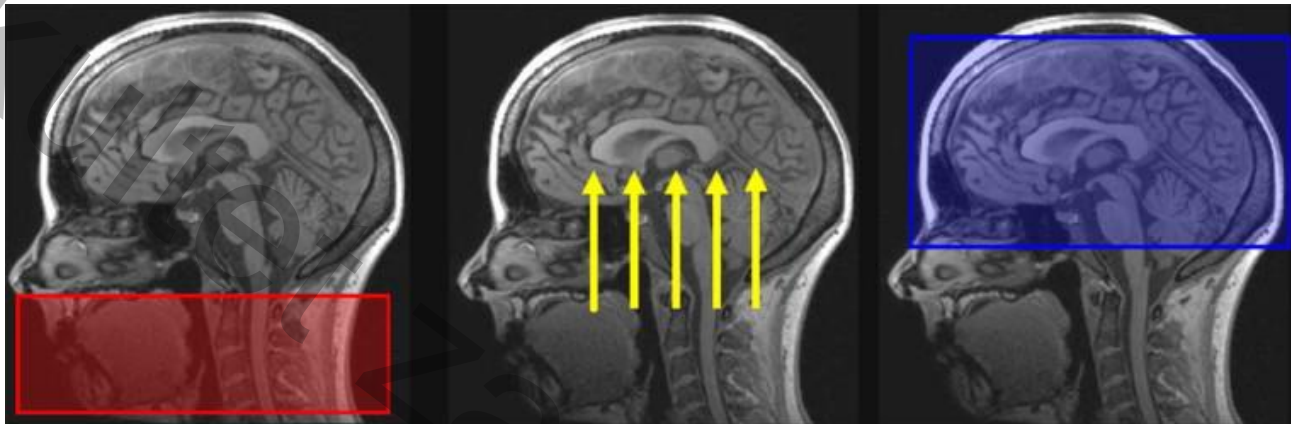


hemijiu



Žičku hemiju

Принцип ASL технике



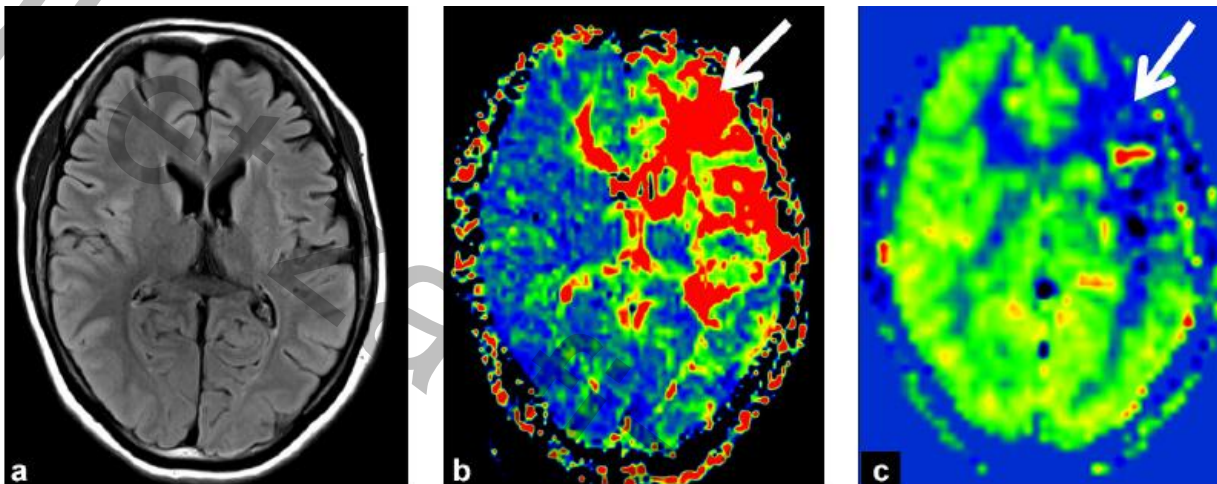
Врсте АСЛ техника

- Процентуална разлика само неколико процената, потребна вишеструка понављања
- Добијају се квантитативне CBF мапе
- CASL – примена РФ пулса у нивоу врата и примена градијента дуж правца обележавања
добра осетљивост, проблем са ефектима трансфера магнетизације и SAR

PCL – псеудоконтитунално обележавање, више кратких пулсева у кратком временском растојању.

PASL – пулно обележавање

Хронична тромбоза леве интерне каротиде



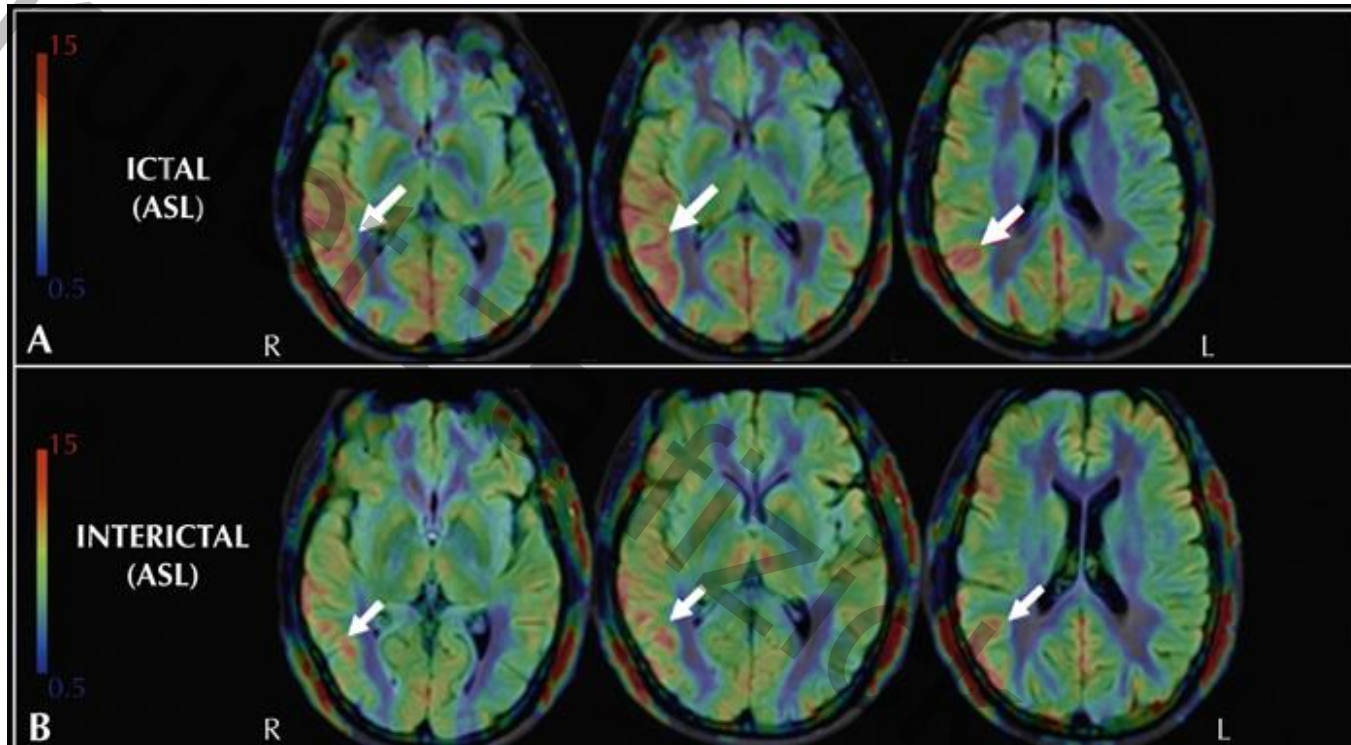
FLAIR

MTT

ASL CBF

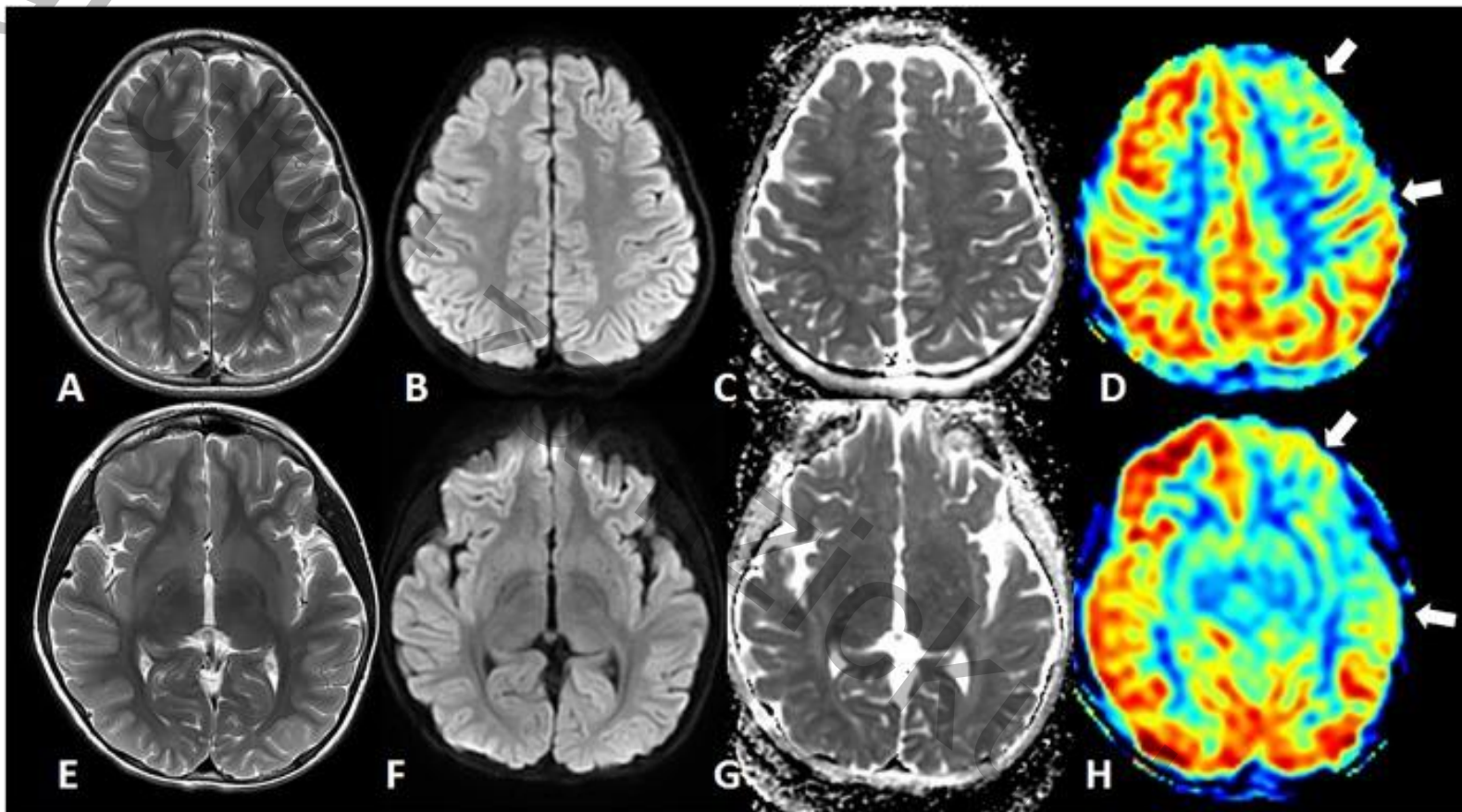
J.-C. Ferré, E. Bannier, H. Raoult, G. Mineur, B. Carsin-Nicol, J.-Y. Gauvrit,
Arterial spin labeling (ASL) perfusion: Techniques and clinical use,
Diagnostic and Interventional Imaging,
Volume 94, Issue 12,
2013

ASL код епилепсије



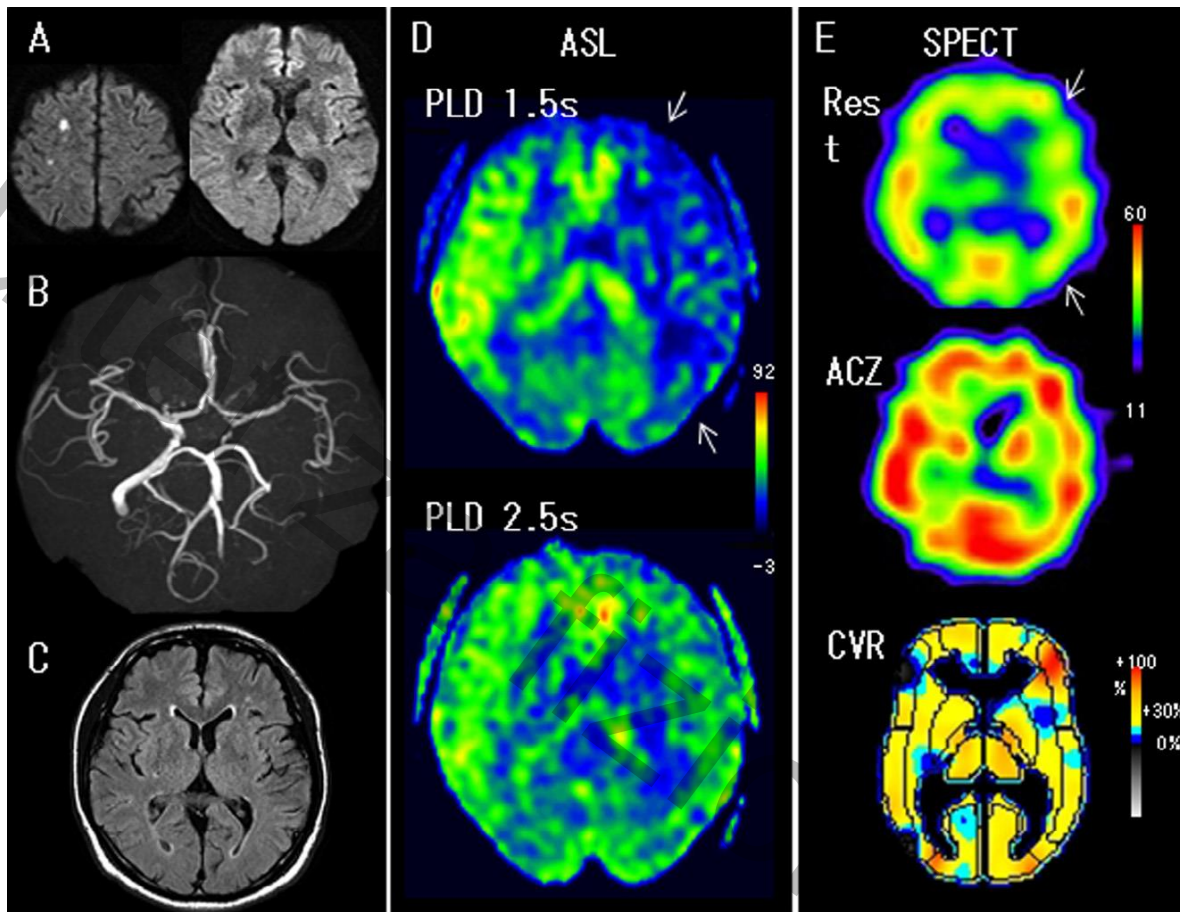
Manuel Toledo, Josep Munuera, Xavier Salas-Puig, Estevo Santamarina, Nuria Lacuey, Alex Rovira. Localisation value of ictal arterial spin-labelled sequences in partial seizures. *Epileptic Disorders*. 2011

ASL код епилепсије



Девојчица, 7 година, епи напади

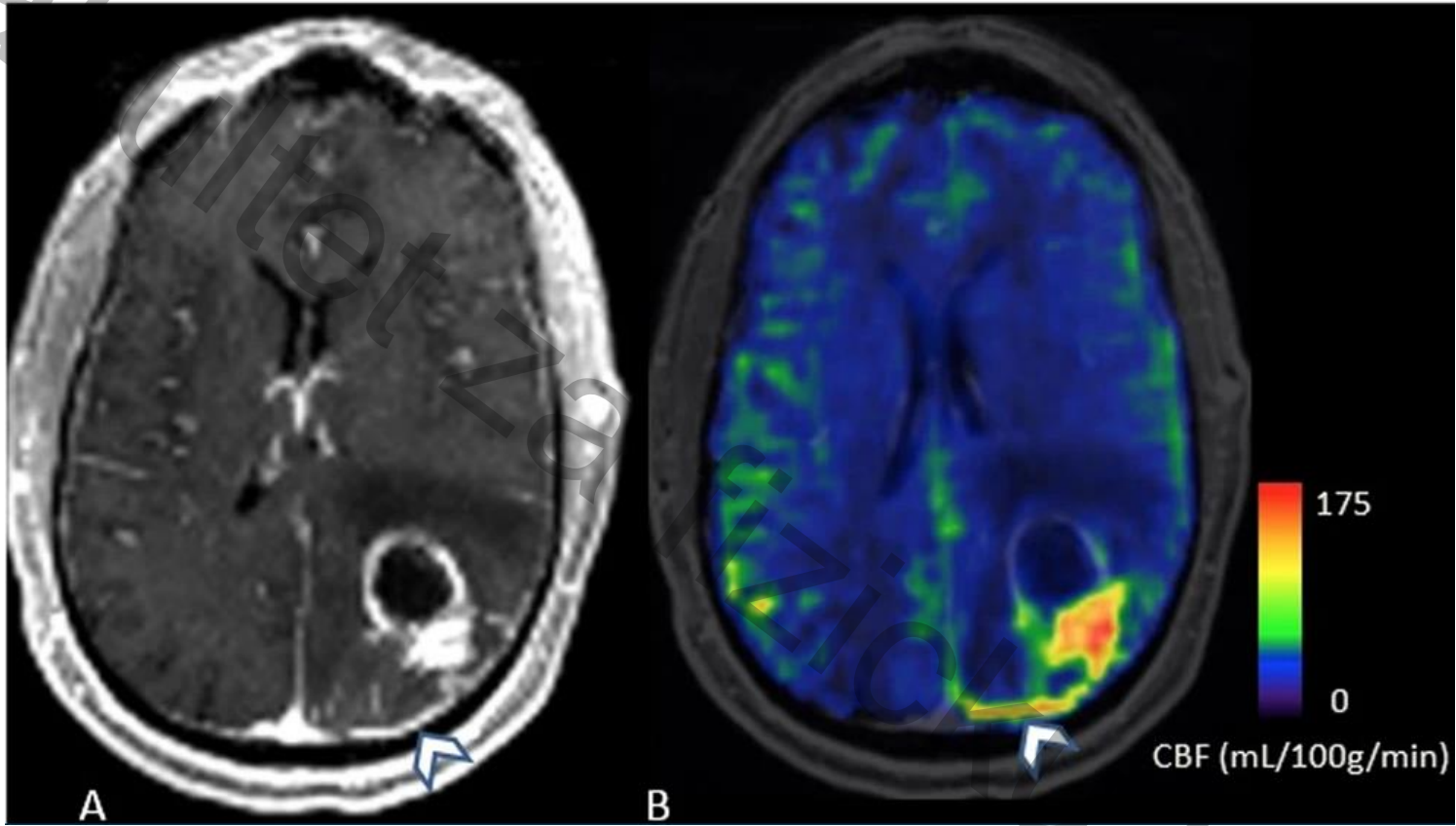
Lee et al, Seizure, 2019.



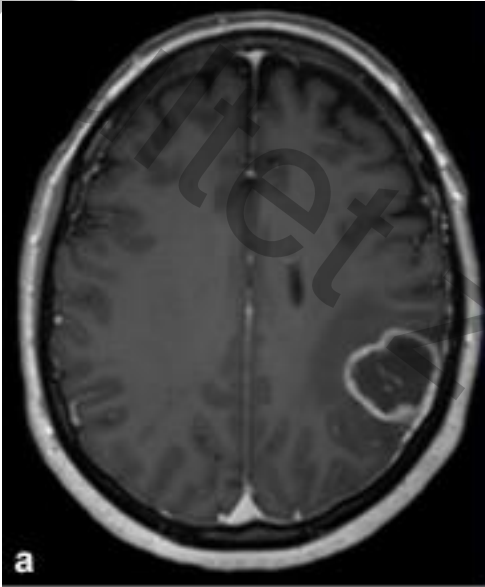
Акутни инфаркти десно и делимична оклузија ICA

Haga et al, Joruran of Stroke, 2016.

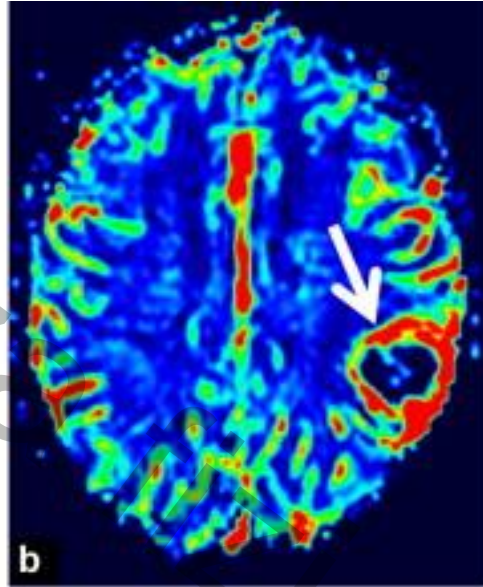
ASL GBM



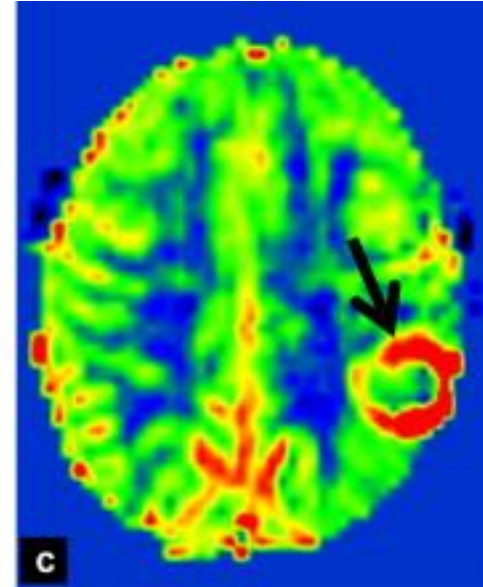
ASL GBM



T1c



rCBV



ASL-CBF

J.-C. Ferré, E. Bannier, H. Raoult, G. Mineur, B. Carsin-Nicol, J.-Y. Gauthier,
Arterial spin labeling (ASL) perfusion: Techniques and clinical use,
Diagnostic and Interventional Imaging,
Volume 94, Issue 12,
2013

Техника IVIM

PLOS ONE

RESEARCH ARTICLE

The role of quantitative diffusion-weighted imaging in characterization of hypovascular liver lesions: A prospective comparison of intravoxel incoherent motion derived parameters and apparent diffusion coefficient

Jelena Djokić Kovač^{1,2*}, Marko Daković³, Aleksandra Janković¹, Milica Mitrović¹, Vladimir Dugalić^{2,4}, Daniel Galun^{2,4}, Aleksandra urić-Stefanović^{1,2†}, Dragan Mašulović^{1,2‡}



1 Center for Radiology and Magnetic Resonance Imaging, Clinical Center of Serbia, Belgrade, Serbia, **2** School of Medicine, University of Belgrade, Belgrade, Serbia, **3** Faculty of Physical Chemistry, University of Belgrade, Belgrade, Serbia, **4** First Surgical Clinic, Clinical Center of Serbia, Belgrade, Serbia

* These authors contributed equally to this work.
† These authors also contributed equally to this work.
* jelenadjokickovac@gmail.com

OPEN ACCESS

