

РОЛЯТА НА КОМПЮТЪР-ТОМОГРАФСКАТА МОЗЪЧНА ПЕРФУЗИЯ ЗА ОЦЕНКА НА ВИТАЛНОСТТА НА МОЗЪЧНИЯ ПАРЕНХИМ ПРИ ПАЦИЕНТИ С ОСТЪР ИСХЕМИЧЕН МОЗЪЧЕН ИНСУЛТ

Ирина Петкова^{1,2}, Съмър Ел Шемери^{1,2}, И.Балчиклиев¹

¹МБАЛ “Сърце и мозък”, гр. Бургас

²Бургаски държавен университет “Проф. д-р Асен Златаров”

e-mail: summer_90@abv.bg

Резюме: *Острият исхемичен мозъчен инсулт (ИМИ) представлява едно от най-честите и тежки неврологични състояния, характеризиращо се с внезапно прекъсване на мозъчния кръвоток и бързо настъпваща невронална увреда. Ранното разграничаване между инфарктното ядро и пенумбрата е от ключово значение за избора на подходяща терапевтична стратегия. КТ мозъчната перфузия се утвърждава като високочувствителен метод за оценка на мозъчната виталност и за идентифициране на потенциално спасяема тъкан при пациенти с остър ИМИ. Целта на настоящото изследване е да се оцени значението на КТ перфузията за вземане на решение за тромболитична терапия при пациенти с остри неврологични симптоми и доказано исхемично огнище. Методологията включва анализ на пациенти, изследвани с КТ мозъчна перфузия в МБАЛ „Сърце и мозък“ – Бургас през 2025 г., които впоследствие са получили интравенозно тромболитично лечение. Оценени са контролни образни резултати с цел определяне на терапевтичния ефект и наличието на усложнения. Получените резултати показват значително по-ниска честота на усложнения, редуцирана смъртност и по-добри функционални резултати при пациенти с ранно начало на симптомите и своевременна образна диагностика. Заключението подкрепя ключовата роля на КТ перфузията при селекцията на пациенти за тромболиза, позволявайки индивидуализиран подход и по-висока вероятност за запазване на виталната мозъчна тъкан.*

Ключови думи: ИМИ, КТ перфузия, образна диагностика, виталност на мозъка, тромболиза.

THE ROLE OF CT BRAIN PERFUSION IN ASSESSING BRAIN PARENCHYMA VIABILITY IN PATIENTS WITH ACUTE ISCHEMIC STROKE

Irina Petkova^{1,2}, Samar El Shemeri^{1,2}, I. Balchikliev¹

¹MHAT “Heart and Brain”, Burgas

²Burgas State University “Prof. Dr. Asen Zlatarov”

Abstract: *Acute ischemic stroke (AIS) is one of the most common and severe neurological emergencies, characterized by the sudden interruption of cerebral blood flow and rapidly ensuing neuronal damage. Early differentiation between the infarct core and the penumbra is crucial for selecting an appropriate therapeutic strategy. CT brain perfusion has emerged as a highly sensitive method for evaluating tissue viability and identifying potentially salvageable brain parenchyma in patients with acute AIS. The aim of the present study is to assess the significance of CT perfusion in decision-making for thrombolytic therapy in patients with acute neurological symptoms and a confirmed ischemic lesion. The methodology includes an analysis of patients who underwent CT brain perfusion at MHAT “Heart and Brain” – Burgas in 2025 and subsequently received intravenous thrombolytic treatment. Follow-up imaging results were evaluated to determine therapeutic effectiveness and the presence of complications. The obtained results demonstrate significantly lower complication rates, reduced mortality, and improved functional outcomes in*

patients with early symptom onset and timely imaging assessment. The conclusion supports the pivotal role of CT perfusion in selecting patients for thrombolysis, enabling an individualized approach and increasing the likelihood of preserving viable brain tissue.

Keywords: AIS, CT perfusion, imaging diagnostics, brain viability, thrombolysis.

1. Въведение

ИМИ възниква поради инсуфициентно снабдяване на мозъчната тъкан с кислород и нутриенти, предизвикано най-често от тромботична или емболична артериална оклузия. [5].

Исхемичният мозъчен инсулт е водеща причина за инвалидизация и смърт на пациентите в развитите страни. През последните години са регистрирани почти 12 милиона [2] случая на инсулт в световен мащаб. В България статистиката следва световната тенденция – установяват се над 13 хиляди случая [1] на остра мозъчносъдова болест за година. Персистират и високата смъртност, и тежките усложнения, свързани с остатъчни двигателни, когнитивни, говорни нарушения [2].



Фиг. 1 – заболяемост, смъртност и преживяемост със симптомите на инсулт в световен мащаб (pubmed – World Stroke Organization: Global Stroke Fact Sheet 2025 – PMC (nih.gov))

2. Цел, задачи и методи

Целта на настоящото изследване е да се оцени значението на КТ перфузията при вземане на решение за тромболитична терапия при пациенти с остри неврологични симптоми и доказано исхемично огнище.

Методологията включва анализ на пациенти, изследвани с КТ мозъчна перфузия в МБАЛ „Сърце и мозък“ – Бургас през 2025г., които впоследствие са получили интравенозно тромболитично лечение. Оценени са контролни образни резултати с цел определяне на терапевтичния ефект и наличието на усложнения.

Ключов момент в поставянето на диагнозата ИМИ, има образната диагностика. Като златен стандарт за диагноза при пациенти с клинични симптоми на инсулт, е приета нативната КТ на главен мозък [3]. Преди назначаването ѝ се провеждат клиничен преглед и снемане на обстоен неврологичен статус, след което с проведената КТ се отговаря на следните въпросите: исхемичен или хеморагичен е инсултът; какъв е размерът и локацията му; каква е причината; възможно ли е да се проведе интравенозно ревакуларизиращо лечение; има ли оклузия на голям съд; налага ли се провеждането на ендоваскуларно лечение; има ли исхемична пенумбра[3];

60% от исхемичните мозъчни инфаркти са “видими” между 3-тия и 6-тия час от началото на симптоматиката на пациентите. [4]. КТ белезите за исхемия на нативното скениране обаче, не могат да отговорят на всички въпроси. Това, което е редно на уточним е т.нар. ASPECTS (Alberta stroke programme early CT score), с който оценяваме загубата на кортико-медуларна доференциация в басейна на СМА или ЗМА. След това, задачата на КТ перфузията на главен мозък е да отговори на най-важния въпрос при пациенти с клинични и образни данни за

ИМИ - има ли зона от мозъчния паренхим, която все още е витална и може да бъде спасена (т.нар. пенумбра).Тъй като “времето е мозък” [3], веднъж диагностициран, ИМИ подлежи на своевременно терапевтично разрешаване - ревакуларизация и спасяване на рисковата зона от територията на оклудирания артериален съд.

КТ перфузията “мониторира” начина на преминаване на приложената интравенозно йодна контрастна материя през мозъчния паренхим. Чрез интерпретацията на определени параметри се отчита процентът от засегнатата територия на съответния мозъчен съд, която е с КТ характеристики на некроза (инфарктното ядро) и процентът на зоната в риск (пенумбра).

Споменатите параметри се отчитат софтуерно, параметри и са следните:

- МТТ - mean transit time [6] - средното време, в секунди, което червените кръвни клетки прекарват в дадена част от капилярната циркулация - параметърът е лекостепенно повишен в пенумбра и сигнификантно в ядрото.

- ТТР - средното време, до максимална плътност на к.м., в скенирания обем - измерва пристигнето на к.м.

- Tmax (time to maximum) - времето до максималната функция на тъканта - лекостепенно повишен в пенумбра и сигнификантно в ядрото - отразява закъснението на тока и следователно е по-надежден параметър за дефинирането на исхемичната тъкан. >6 сек = клинично сигнификантна исхемия, >10 сек - висок риск от инфаркт.

- CBV – cerebral blood volume - количеството кръв в даден обем тъкан (мл/100 гр тъкан) - параметърът е лекостепенно повишен (при колатерална циркулация) или нормален в пенумбра и понижен при некроза.

- CBF – cerebral blood flow - количеството кръв, което преминава през даден мозъчен обем за единица време (мл кръв/100 гр мозъчна тъкан/минута) - параметърът е дискретно понижен в пенумбра и драстично понижен в зоната на некроза.

- $CBF = CBV / MTT$ - уравнението представя връзката между горните параметри.

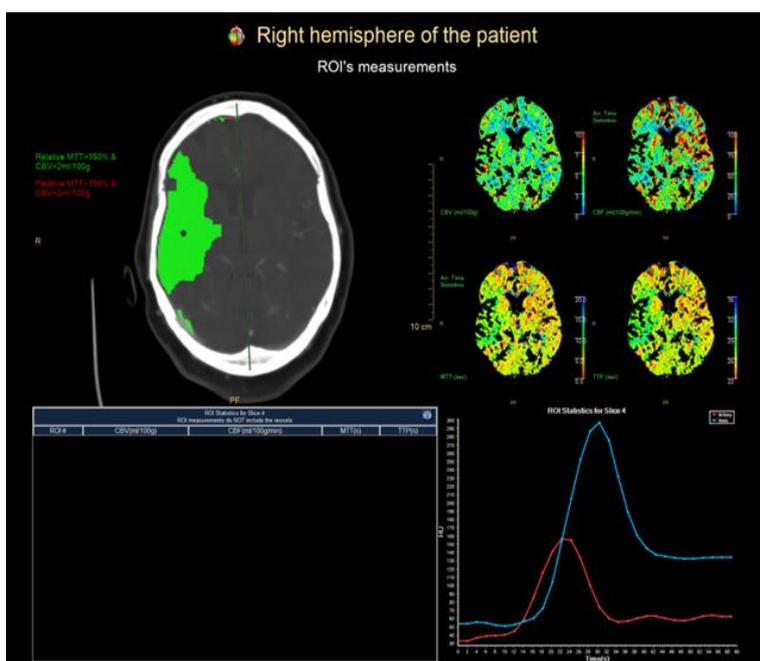
Описаните величини се извличат софтуерно, при прилагането на КТ протокол за мозъчна перфузия и се демонстрират чрез графики, таблици и перфузионни карти.

Използваният протокол в клиниката по образна диагностика на МБАЛ „Сърце и мозък“, гр. Бургас се осъществява с компютърен томограф Philips Incisive (или Philips Incisive pro) 64 slices и представлява динамично скениране на неврокраниума, след прилагането на болусна доза (около 50 мл) йодна контрастна материя, със скорост около 4-6 мл/сек, последвана от физиологичен серум (около 20 мл). Скенирането стартира с минимално закъснение след инжектирането на контраста, продължава около 45-60 секунди и за това време се придобиват изображения за навлизането, преминаването и отмиването на контрастната материя през мозъчната тъкан - този процес е еквивалент на кръвоснабдяването ѝ. Скенираният обем не покрива целия мозъчен паренхим – минималното изискване е 8-10 сантиметра, отчетени по z-оста, като целта е да се покриват базалните ганглии и супраганглионарните региони, като в зависимост от клиничните данни е възможно допълнително уточняване на зоната на интерес. Първоначално се анализират параметрите МТТ, ТТР и Tmax. Последните са удължени при исхемия и означават регионално смущение в кръвотока. Нормални параметри означават малка вероятност за оклузия за голям съд или оклузия на фона на добре развити колатерали. [7].

Настоящото проучване демонстрира осем на брой примера на пациенти, преминали през 2025 година в клиниката по Образна диагностика на МБАЛ „Сърце и мозък“, гр. Бургас, с клинични данни (част от тях с образни - нативна КТ), за исхемичен инцидент, при които е проведена и КТ мозъчна перфузия, ревакуларизационна терапия с интравенозен тромболитичен агент и контролна нативна КТ изследване.

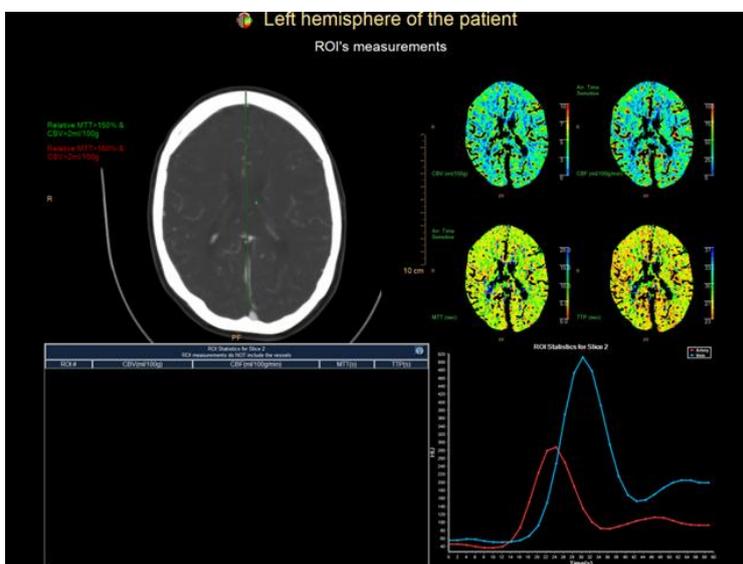
Случай 1 – Пациентка на 69 години с клинична картина слабост в леви крайници. От нативната КТ – ASPECTS =10, липсват КТ данни за оформен съдов инцидент. От КТ перфузията – голяма зона в риск (пенумбра) в територията на цялата дясна средна мозъчна артерия и граничните зони между средна и предна и средна и задна мозъчна артерии. Липсва

зона на некроза. Хипоперфузия в цялата територия на ДСМА. Еволюция – не се установяват зони със загуба на кортико-медуларна диференциация.



Фиг. 2. Перфузионната карта на пациентката от случай 1

Случай 2- Пациент на 75 години с клинична картина слабост в лява ръка, която е преминала след 1 час, след това усетил слабост в ляв крак, която също преминала; От нативен скенер – без КТ данни за остри съдови инциденти. При направената КТ перфузия не се установяват КТ данни за хипоперфузия. Еволюция – без ново появили се оплаквания, без необходимост от контролна КТ.

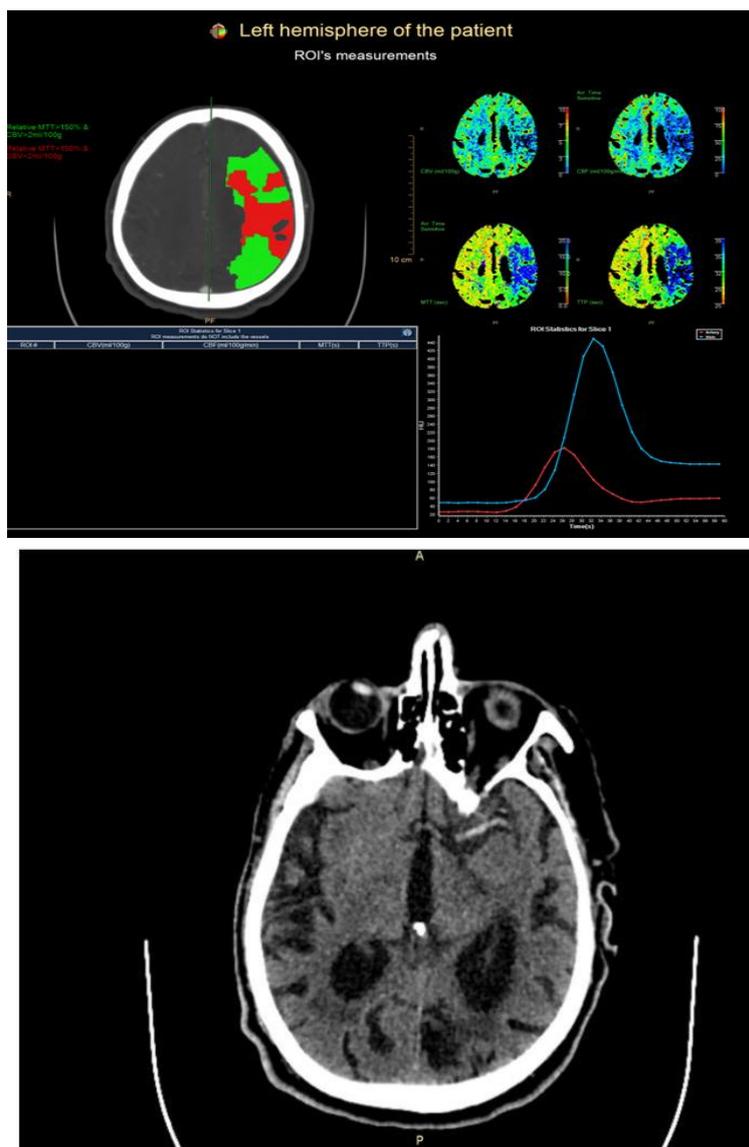


Фиг. 3. Перфузионната карта на пациента от случай 2.

Аналогична находка се отчита и при още един пациент – на 57 години, с клинични данни за ИМИ в БДСМА, нормален нативен скенер и нормална мозъчна перфузия.

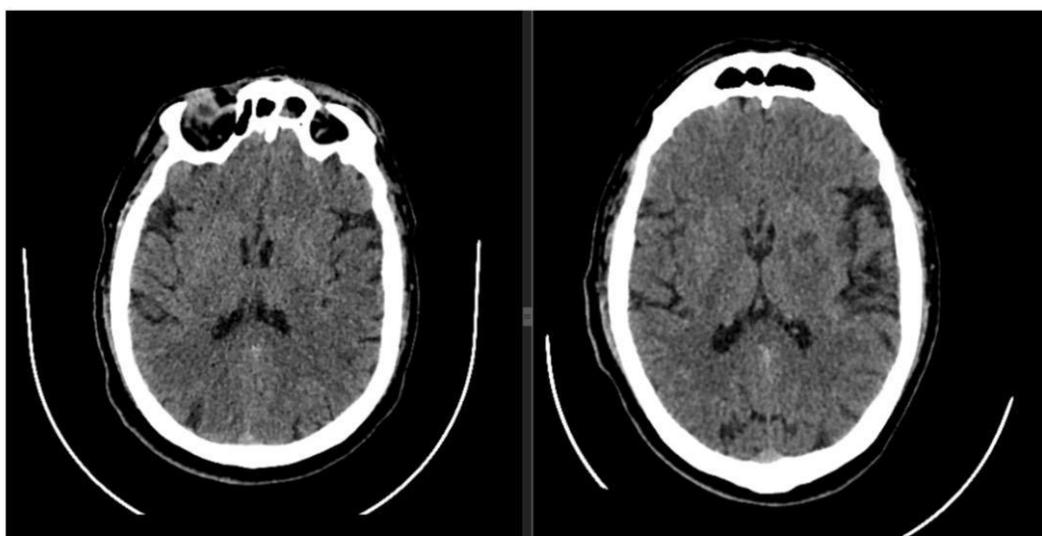
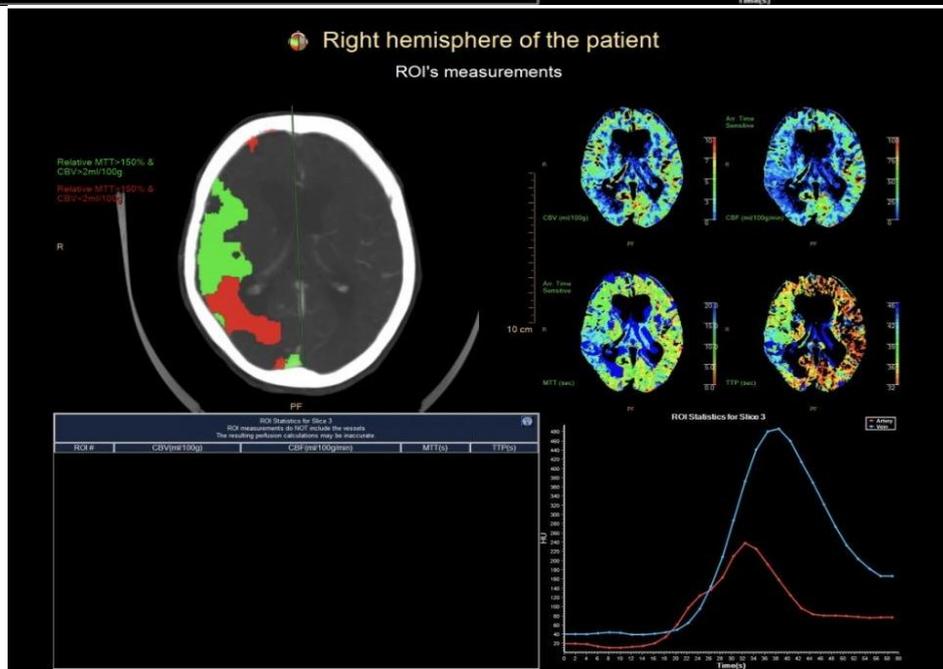
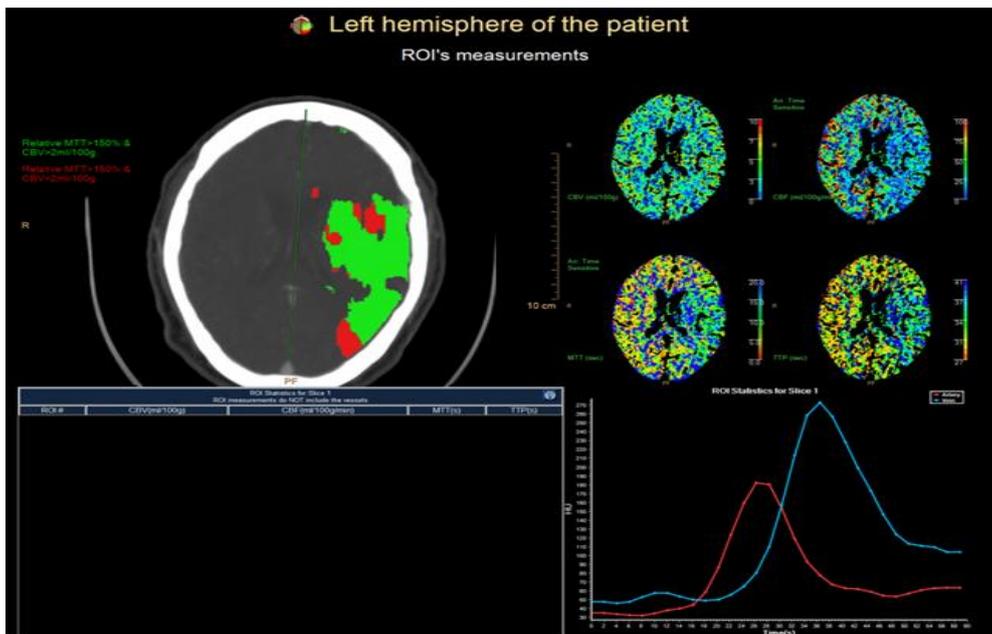
Случай 4 – Пациент на 84 години. Клинична картина – неконтактен, слабост в десни крайници. От нативната КТ – ASPECTS 7 – КТ данни за обширен остър ИМИ в басейна на ЛСМА. От КТ перфузията – хипоперфузия на по-голяма част от съдовия басейн на ЛСМА; пенумба – приблизително 59%, зоната на некроза – около 41%. Поради преценка за висок

риск от кървене, обширен остър ИМИ, не се е провела тромболиза. Еволюция – без новопоявили се оплаквания.



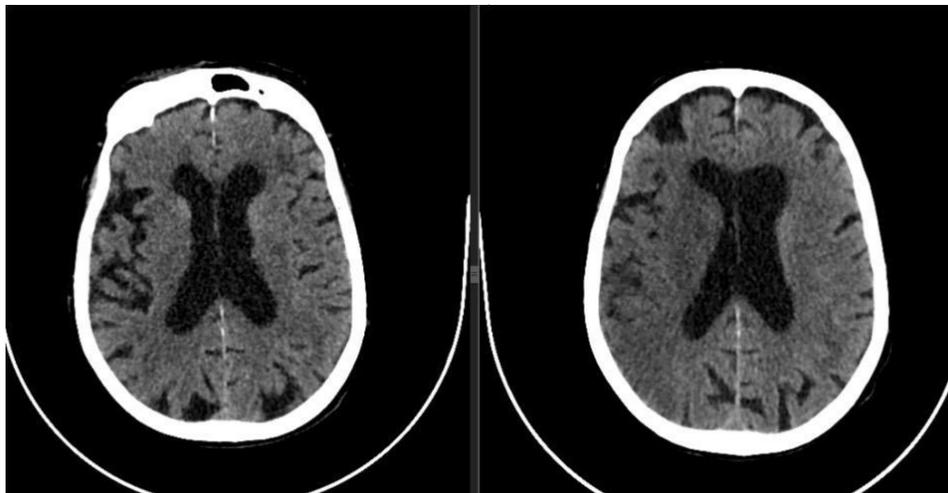
Фиг. 4. Перфузионната карта и нативният скенер на пациента от случай 4.

Случай 5 – Пациент на 67 години. С клиника за слабост в десни крайници. От нативната КТ – без данни за огнищни промени в мозъчното вещество, ASPECTS = 10. От КТ мозъчната перфузия – зона на пенумбра 80% и зона на некроза 20% от БЛСМА. Еволюция – оформена исхемична зона в левите базални ганглии.



Фиг. 5. Перфузионната карта, нативният и контролният скенер на пациента от случай 5.

Случай 6 – Пациент на 92 години с клиника за слабост в леви крайници. От нативната КТ – данни за остър ИМИ в басейна на ДСМА, ASPECTS=8. От КТ мозъчната перфузия – данни за хипоперфузия на част от съдовия басейн, като зоната в риск (пенумбра) е приблизително 62% от засегнатия участък, а зоната на некроза (ядро) – около 38%. Еволюция - обширна хиподенсна и добре демаркирана зона вдясно, ангажираща малка част от темпорален дял и около 1/3 от париетален дял и с характеристика на късен остър ИМИ в БДСМА.



Фиг. 6. Перфузионната карта, нативният и контролният скенер на пациента.

3. Резултати

Отчитат се по-малък брой усложнения, по-кратък възстановителен период, липса или минимално задълбочаване на исхемията при пациенти с по-голяма зона на пенумбра. От показаните случаи става ясно, че при КТ перфузионни данни за по-голяма зона на пенумбра спрямо исхемичното ядро и по-малко засегнати зони от територията на съответната мозъчна артерия, на 24-тия час от приключването на тромболизата, се отчитат образни данни за липса или минимално разширяване на исхемията, както и изключително рядко усложнение в лицето на хеморагична трансформация на исхемичния инсулт.

4. Заключение

В заключение следва да се отбележи положителната роля на КТ мозъчната перфузия като част от диагностиката на ИМИ, с цел бързо инициране на ревакуларизация, проведена дори извън стандартните часове за прилагането ѝ, при достатъчно образни данни, и резултат липса или по-малка исхемия, редукция в инвалидизацията и респективно смъртността на пациентите.

Библиография

1. Национален институт за обществено здраве и анализи. <https://www.nczd.bg>
2. Feigin, V. L., Brainin, M., Norrving, B., Martins, S. O., Pandian, J. D., Lindsay, P., Grupper, M. F., & Rautalin, I. (2025). *World Stroke Organization global stroke fact sheet 2025*. International Journal of Stroke. <https://doi.org/10.1177/17474930241234567>
3. Lin, M. P., & Liebeskind, D. S. (2016). *Imaging of ischemic stroke*. Continuum (Minneapolis, Minn.), 22(5), 1399–1423. <https://doi.org/10.1212/CON.0000000000000370>
4. The Radiology Assistant. (n.d.). *Imaging in acute stroke*. <https://radiologyassistant.nl/neuroradiology/brain-imaging/imaging-in-acute-stroke>
5. RadiologyInfo.org. (n.d.). *CT perfusion imaging of the head*. <https://www.radiologyinfo.org/en/info/ct-perfusion-head>
6. Goldemund, D. (n.d.). *CT perfusion*. In Stroke Manual. <https://www.stroke-manual.com/ct-perfusion/>

7. *MTT heterogeneity in perfusion CT imaging as a predictor of outcome after aneurysmal subarachnoid hemorrhage.* (n.d.). *Neuroradiology*, PMC article
8. American Association of Physicists in Medicine. (n.d.). *Adult brain perfusion CT protocols.* <https://www.aapm.org/pubs/CTProtocols/documents/AdultBrainPerfusionCT.pdf>
9. Radiopaedia. (n.d.). *Stroke learning pathway.* <https://radiopaedia.org/articles/stroke-learning-pathway>