



От приглашенного редактора

Перфузионная компьютерная томография в диагностике интракраниальных образований

Цыбульская Ю.А.

Кафедра лучевой диагностики ИПО ГБОУ ВПО "Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова" Министерства здравоохранения России, Москва, Россия

Perfusion Computer Tomography in the Diagnosis of Intraaxial Brain Tumors

Tsybul'skaja Yu.A.

The First I.M. Sechenov Moscow State Medical University, Moscow, Russia

Цель исследования: оценка возможностей перфузионной КТ (КТ-перфузия) в диагностике церебральных метастазов и менингиом на основании степени кровоснабжения опухолей.

Материал и методы. Обследовано 50 пациентов в возрасте от 26 до 75 лет. С помощью КТ-перфузии оценивали основные гемодинамические показатели в солидной части интракраниальных образований. Все пациенты были оперированы, образования морфологически верифицированы: у 35 (70%) больных были церебральные метастазы: рака легкого ($n = 14$; 40%), рака молочной железы ($n = 6$; 17,1%), карциномы почек ($n = 5$; 14,3%), меланомы ($n = 5$; 14,3%), рака кишки ($n = 3$; 8,5%) и желудка ($n = 2$; 5,7%); у 15 (30%) пациентов были менингиомы, из них у 5 был онкологический анамнез, в связи с чем проводили дифференциальный диагноз между солитарным метастазом и менингиомой.

Результаты. Наиболее высокий кровоток отмечали в церебральных метастазах рака почки и меланомы, что, наиболее вероятно, связано с развитой сосудистой сетью при данных гистологических вариантах опухолей. В солидной части менингиом и при метастазах рака легкого и молочной железы были выявлены средние значения перфузии. При этом существенной разницы в перфузии не было отмечено при метастазах рака легкого и молочной железы и при менингиомах. Наиболее низкий кровоток выявляли при метастазах кишки и желудка, что может быть обусловлено преимущественно кистозным строением с небольшим солидным компонентом по периферии.

Выводы. Полученные данные о степени кровоснабжения интракраниальных новообразований позволяют

предположить риск интраоперационной кровопотери и спланировать оперативный доступ и объем оперативного вмешательства. Кроме того, данные о степени кровоснабжения в солидной части церебральных опухолей, полученные при КТ-перфузии, помогают провести в некоторых случаях дифференциальный диагноз.

Ключевые слова: церебральные метастазы, менингиома, перфузионная компьютерная томография, гемодинамические показатели, васкуляризация, дифференциальная диагностика.

Purpose. The study has covered perfusion computer tomography (CT-perfusion) potential for diagnosis of cerebral metastases and meningiomas based on the capabilities of perfusion computed tomography (CT perfusion) to measure the degree of blood supply to tumors.

Materials and methods. 50 patients aged 26 to 75 years were examined. CT perfusion assessed main hemodynamic parameters in the solid portion of the data groups of intracranial tumors. There were 35 (70%) patients with cerebral metastasis of lung cancer ($n = 14$; 40%) of breast cancer ($n = 6$; 17.1%), renal carcinomas ($n = 5$; 14.3%), melanoma ($n = 5$; 14.3%), colon ($n = 3$; 8.5%), and stomach cancer ($n = 2$; 5.7%). In 15 cases, patients had meningiomas, 5 of them had a cancer history, and in these cases the differential diagnosis was between a solitary metastasis and meningioma.

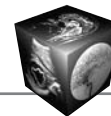
Results. The highest blood flow was observed in cerebral metastases of kidney cancer and melanoma, which was most likely due to the development of a vascular network. The mean parameters of perfusion have been identified in

Для корреспонденции: Цыбульская Юлия Александровна – 127473 Москва, ул. Достоевского, д. 4, НИИ фтизиопульмонологии ГБОУ ВПО "Первый МГМУ им. И.М. Сеченова" МЗ РФ. Тел.: 8-968-590-08-37. E-mail: zena2004@yandex.ru

Цыбульская Юлия Александровна – аспирант кафедры лучевой диагностики ИПО ГБОУ ВПО "Первый МГМУ им. И.М. Сеченова" МЗ РФ.

Contact: Tsybul'skaja Yulia Alexandrovna – 127473 Moscow, Dostoevskogo str., building 4, The Scientific Research Institute of Phthysiopulmonology Sechenov First Moscow State Medical University. Phone: 8-968-590-08-37. E-mail: zena2004@yandex.ru

Tsybul'skaja Yulia Alexandrovna – a resident of Radiology chair of Professional Education Institute of The State Education Institution of Higher Professional Training The First Sechenov Moscow State Medical University under Ministry of Health.



the solid part of meningiomas and metastasis of lung cancer and breast cancer. No significant difference in perfusion were observed for metastases of lung cancer and breast cancer and meningiomas. The lowest blood flow was detected by the colon and stomach cancer metastasis which could be mainly due to cystic structure with small solid component around the periphery

Conclusion. The data on the extent of blood supply intracranial tumors suggested the risk of intraoperative hemorrhage and to plan an operative approach and the volume of surgery. Furthermore, data of CT perfusion about the degree of blood supply in solid cerebral tumors allowed to differentiate some brain tumors.

Key words: cerebral metastases, meningioma, perfusion computer tomography, hemodynamic parameters, vascularity, differential diagnosis.

Введение

За последние 30–40 лет отмечается возрастание онкологической заболеваемости в мире. Рост числа больных раком и несомненные успехи в лечении данной группы пациентов, позволившие значительно увеличить выживаемость, одновременно обусловили и увеличение частоты выявляемости метастатических опухолей. При средней онкологической заболеваемости в мире, варьирующей от 300 до 500 случаев на 100 000 населения, получаемые в сумме значения имеют глобальный характер [1].

Метастатическое поражение головного мозга отмечается у 12–20% онкологических больных, наиболее часто при раке легкого и молочной железы, меланоме, почечно-клеточном и колоректальном раке [2, 3]. Частота церебральных метастазов составляет от 10 до 20 случаев на 100 000 населения [4, 5]. Считается, что метастазы в головной мозг составляют не менее 20–30% всех интракраниальных новообразований [6, 7].

При четко отграниченном солитарном образовании в конвекситальных отделах головного мозга (особенно при остром возникновении и выраженности клинической симптоматики) дифференциальная диагностика (тем более у онкологических пациентов) может проводиться между метастатическим поражением и менингиомой [8–10].

Менингиомы – наиболее часто встречающиеся интракраниальные образования неглиального происхождения, составляют от 13–20% среди всех первичных опухолей головного мозга [10]. При конвекситальной локализации менингиомы проявляются клинически в виде эпилептических припадков, нарушения движения или чувствительности [10].

По мнению В.Н. Корниенко и В.Н. Пронина [10], при планировании тактики лечения, операционного доступа и объема резекции важным аспектом является определение вне- или внутримозгового происхождения опухоли.

Стандартные методики рентгеновской КТ и МРТ с внутривенным контрастированием считаются наиболее информативными для выявления фактов интракраниального опухолевого поражения и оценки распространенности опухолевого процесса и вовлечения мозговых оболочек [1, 11, 12]. Существует несколько критериев, помогающих диагностировать немозговое расположение опухоли. К данным критериям относят широкое основание опухоли, прилежащее к твердой мозговой оболочке, что является частым, но не обязательным для менингиомы признаком. Также характерным признаком для менингиом является наличие анатомических образований, расположенных между опухолью и деформированными мозговыми структурами. Это могут быть сосуды, щелевидные ликворные пространства, фрагменты твердой мозговой оболочки. Метастатические опухоли также могут расти экзофитно и вызывать инфильтрацию твердой мозговой оболочки, но при этом между опухолью и мозгом не наблюдается вышеперечисленных признаков, которые встречаются при менингиомах [10].

Нейрохирургическое лечение показано при наличии “анатомически доступных” новообразований головного мозга, вызывающих “масс-эффект” и нарастающую неврологическую симптоматику [1, 13–15].

Важной проблемой при нейрохирургическом вмешательстве является возможность обильного кровотечения при удалении гипervasкулярных интракраниальных опухолей, что вынуждает хирургов несколько расширять зону перифокальной аспирации во избежание непосредственного контакта с питающими опухоль сосудами [3, 13].

Стандартные методы (КТ- и МР-исследования головного мозга с внутривенным контрастированием) не позволяют оценить степень кровотока в опухолевых узлах. Появление новых диагностических методик, в том числе перфузионной КТ (КТ-перфузии), дает возможность ответить на вопрос о кровоснабжении интракраниальных новообразований.

КТ-перфузия – это методика динамического исследования параметров кровотока в опухолевой ткани [16]. В.Н. Корниенко и В.Н. Пронин считают, что использование количественного анализа перфузионных характеристик опухоли на дооперационном этапе дает возможность с высокой степенью вероятности определить выраженность кровоснабжения в опухолях. Так, например, менингиомы, которые гомогенно накапливают контрастный препарат при стандартном КТ-исследовании, на перфузионных картах отличаются по характеру распределения кровотока внутри опухоли [10].



Исследования перфузионных параметров в солидной части новообразований позволяют количественно определить особенности гемодинамических изменений, патогномоничные для определенных гистологических форм опухолей [16, 17]. Полученные данные о степени кровоснабжения интракраниальных новообразований дают возможность оценить риск интраоперационной кровопотери и спланировать оперативный доступ и объем оперативного вмешательства. Кроме того, с учетом данных о степени кровоснабжения в солидной части церебральных опухолей, полученных при КТ-перфузии, можно провести в некоторых случаях дифференциальный диагноз [17].

Цель исследования

Определить возможности КТ-перфузии в оценке предоперационного риска кровопотери и дифференциальной диагностики менингиом и солитарных церебральных метастазов.

Материал и методы

Предоперационное КТ-исследование было выполнено 50 больным с гистологически подтвержденными интракраниальными новообразованиями (метастазы и менингиомы). Все пациенты были оперированы, образования морфологически верифицированы: у 35 (70%) больных были церебральные метастазы рака легкого ($n = 14$; 40%), рака молочной железы ($n = 6$; 17,1%), карциномы почек ($n = 5$; 14,3%), меланомы ($n = 5$; 14,3%), рака кишки ($n = 3$; 8,5%) и желудка ($n = 2$; 5,7%); у 15 (30%) пациентов были менингиомы, из них у 5 был онкологический анамнез, в связи с чем проводили дифференциальный диагноз между солитарным метастазом и менингиомой.

Показанием к проведению оперативного вмешательства явилось наличие у больных неврологической симптоматики (табл. 1) и объемное воздействие ("масс"-эффект) на прилежащее к опухолевому узлам мозговое вещество.

Перед операцией всем больным в группе исследования была выполнена КТ головного мозга в ре-

жиме перфузии. Обследование включало в себя нативную КТ головного мозга, перфузионный протокол с внутривенным контрастированием и стандартное постконтрастное исследование всего головного мозга. Данные виды исследований проводили на компьютерном томографе Somatom Emotion 6 (Siemens).

Перфузионный протокол начинали через 3 с после болюсного введения йодсодержащего контрастного препарата (Омнипак) с концентрацией 350 мг/мл в объеме 40 мл со скоростью 4 мл/с. Толщина среза составила 4 мм, было получено 40 изображений.

Постпроцессинговую обработку проводили на рабочей станции Leonardo (Siemens) с помощью специальной программы NeuroVPCT. В солидной части опухолей количественно оценивали следующие параметры: объем кровотока (CBV) – общий объем крови в выбранном участке мозговой ткани (в мл/100 г), скорость кровотока (CBF) – скорость прохождения определенного объема крови через заданный объем ткани мозга за единицу времени (в мл/100 г/мин), среднее время транзита крови (MTT) – среднее время, за которое кровь проходит по сосудистому руслу выбранного участка мозговой ткани (в с), проницаемость мембранного барьера (PMB) (в мл/100 г/мин) – отражает степень нарушения гематоэнцефалического барьера.

Основные гемодинамические показатели сравнивали с кровотоком в интактном веществе мозга на контралатеральной стороне. За норму были приняты значения, приведенные НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко в белом веществе головного мозга (CBV $0,81 \pm 0,19$ мл/100 г, CBF $10,32 \pm 1,59$ мл/100 г/мин, MTT $5,2 \pm 0,5$ с) [10].

Результаты и их обсуждение

В солидной части исследуемых церебральных новообразований было отмечено повышение скорости, объема кровотока, среднего времени транзита крови и проницаемости мембранного барьера. Повышение перфузии в опухолевых очагах относительно васкуляризации в интактном белом веществе головного мозга свидетельствует об активности процесса.

Полученные количественные результаты перфузии в солидной части изученных опухолей приведены в табл. 2.

Для метастазов рака почки и меланомы характерным было повышение всех показателей кровотока, что, наиболее вероятно, связано с развитой сосудистой сетью при данных гистологических вариантах опухолей (рис. 1, 2). Полученные нами данные по показателям объема кровотока в метастазах меланомы (CBV $12,92 \pm 2,5$ мл/100 г)

Таблица 1. Неврологическая симптоматика у исследуемой группы больных

Неврологическая симптоматика	n (%)
Головная боль	21 (42)
Головокружение	11 (22)
Слабость	8 (16)
Речевые нарушения	5 (10)
Нарушение походки	4 (8)
Потеря сознания	2 (4)
Судороги	2 (4)

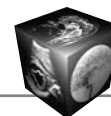


Таблица 2. Количественные результаты перфузии в солидной части церебральных метастазов и менингиом

Гистология	CBV, мл/100 г	CBF, мл/100 г/мин	MTT, с	PMB, мл/100 мл/мин)
Менингиома	6,27 ± 0,94	40,78 ± 5,54	6,95 ± 1,02	15,76 ± 1,40
Метастазы				
Рака почки	24,35 ± 1,36	125,03 ± 7,85	7,23 ± 2,93	15,68 ± 4,75
Меланомы	12,92 ± 2,5	66,21 ± 8,78	7,84 ± 0,82	19,87 ± 6,82
Рака легкого	7,15 ± 2,08	43,34 ± 13,47	5,58 ± 1,11	19,74 ± 5,77
Рака молочной железы	7,41 ± 2,23	39,78 ± 14,88	6,03 ± 1,65	13,54 ± 5,21
Рака кишки	4,86 ± 0,18	24,58 ± 1,25	6,47 ± 0,19	10,08 ± 0,66
Рака желудка	4,18 ± 0,29	18,75 ± 1,09	5,68 ± 1,18	11,53 ± 1,01

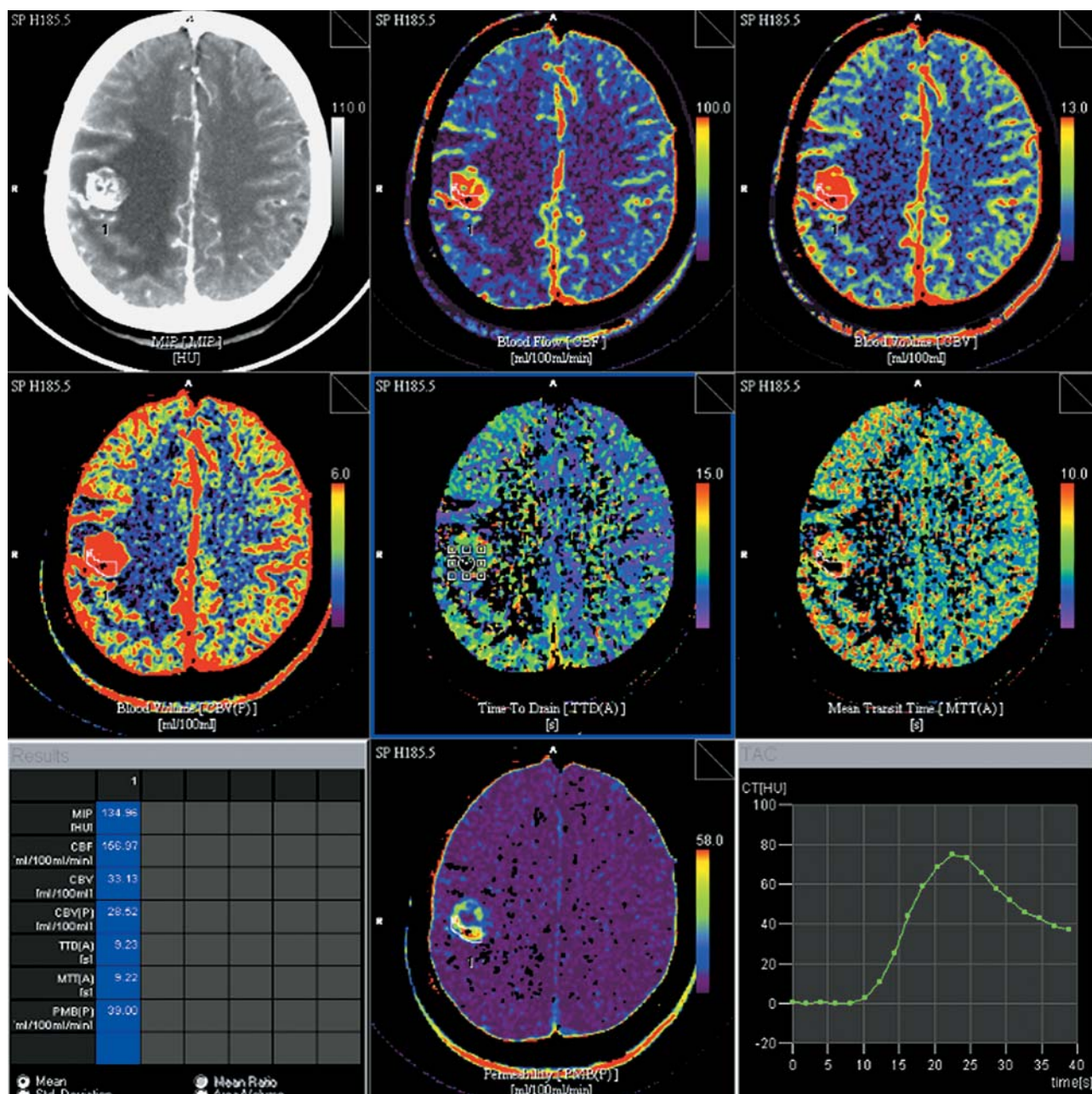


Рис. 1. Пациент 67 лет. Диагноз: метастаз почечно-клеточного рака. КТ-перфузия: высокие значения перфузии в солидной части образования в правой теменной области – CBF 156,97 мл/100 мл/мин, CBV 33,13 мл/100 мл, MTT 9,22 с, PMB 39,0 мл/100 мл/мин.

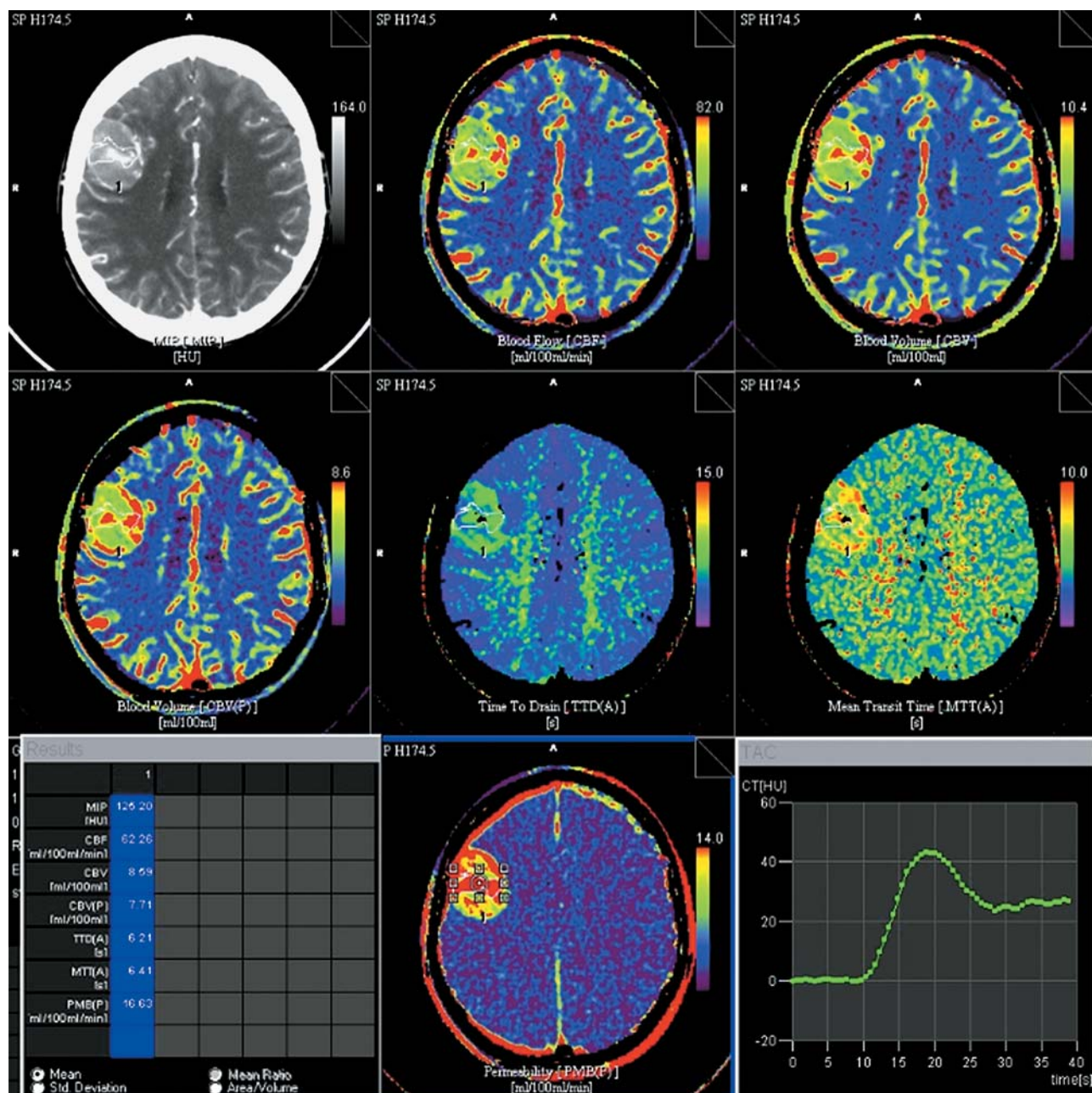


Рис. 2. Пациент 55 лет. Диагноз: метастаз меланомы. КТ-перфузия: образование в конвексительных отделах правой лобной области с высокими значениями перфузии – CBF 62,26 мл/100 мл/мин, CBV 8,59 мл/100 мл, MTT 6,41 с, PMB 6,63 мл/100 мл/мин.

и рака почки ($CBV 21,01 \pm 6,21$ мл/100 г) практически совпадают со значениями перфузии в солидной части данных видов опухолей по данным М.Б. Долгушина и соавт. (в метастазах меланомы $CBV 15,03 \pm 9,7$ мл/100 г, в метастазах рака почки $CBV 24,35 \pm 1,36$ мл/100 г) [17].

Самые низкие значения всех показателей перфузии выявлены в метастазах рака кишки ($CBV 4,86 \pm 0,18$ мл/100 г, $CBF 24,58 \pm 1,25$ мл/100 г/мин) и желудка ($CBV 4,18 \pm 0,29$ мл/100 г, $CBF 18,75 \pm$

$\pm 1,09$ мл/100 г/мин), что может быть обусловлено преимущественно кистозным строением с небольшим солидным компонентом по периферии (рис. 3, 4).

Существенной разницы в перфузии в солидной части метастазов рака легкого, молочной железы и менингиомах не было отмечено (рис. 5–7). В метастазах рака легкого $CBV 7,15 \pm 2,08$ мл/100 г, $CBF 43,34 \pm 13,47$ мл/100 г/мин, в метастазах молочной железы $CBV 7,41 \pm 2,23$ мл/100 г, CBF

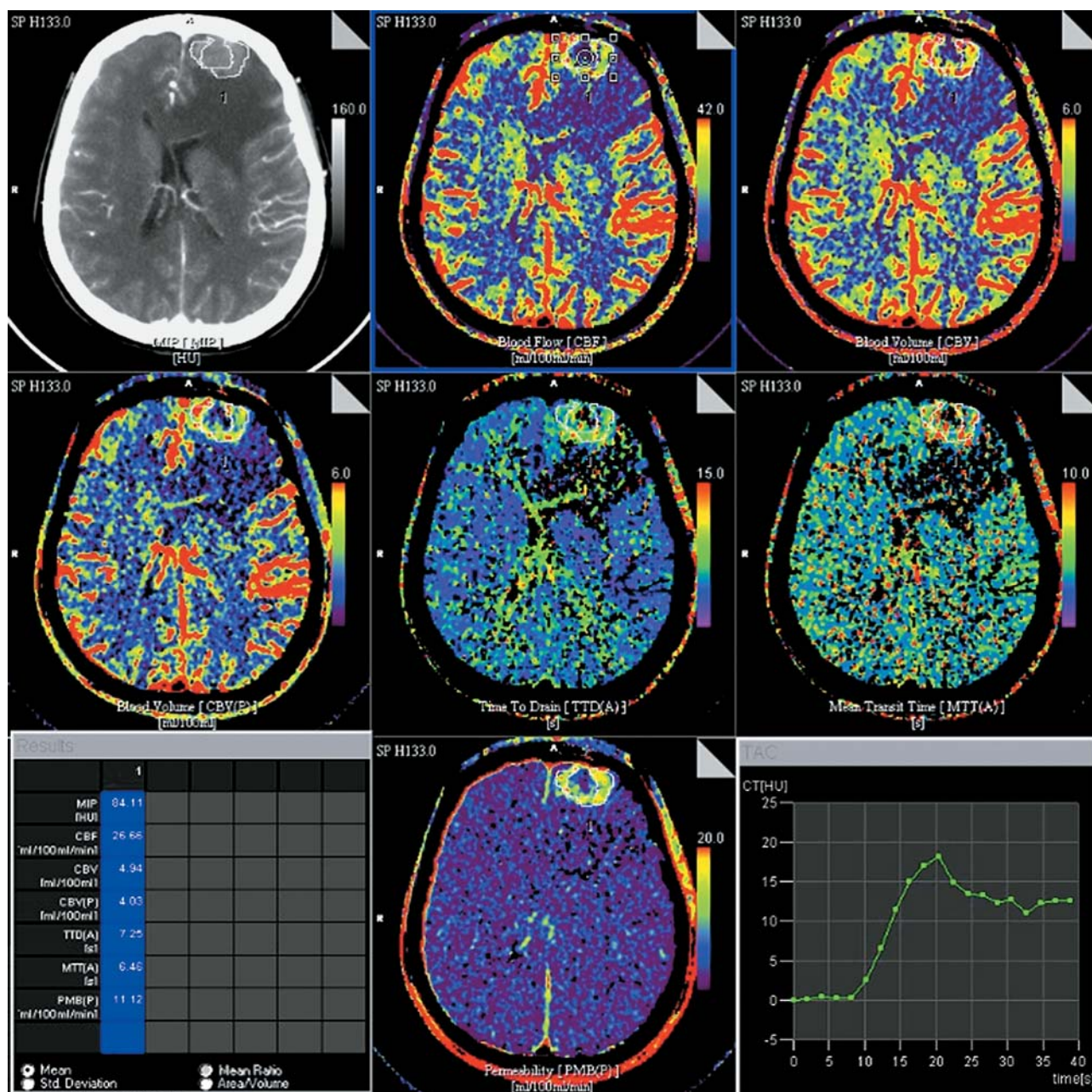
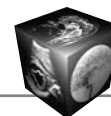


Рис. 3. Пациентка 47 лет. Диагноз: метастаз аденокарциномы кишечного типа. КТ-перфузия: в конвекситальных отделах левой лобной доли определяется опухоль со средними значениями перфузии – CBF 26,65 мл/100 мл/мин, CBV 4,94 мл/100 мл, MTT 6,48 с, PMB 11,12 мл/100 мл/мин.

39,78 ± 14,88 мл/100 г/мин, в менингиомах CBV 6,27 ± 0,94 мл/100 г, CBF 40,78 ± 5,54 мл/100 г/мин. При этом хотелось бы отметить довольно большой разброс в значениях CBV в метастазах рака легкого и молочной железы, что, вероятно, было обусловлено различным строением опухолей (преобладание кистозного или солидного компонента).

Среднее время транзита крови в метастазах меланомы и рака почки повышено, что связано с высокой васкуляризацией и соответственно

увеличением времени прохождения крови по выраженному микроциркуляторному руслу. При менингиоме, метастазах молочной железы, рака легкого, желудка и кишечника значение MTT незначительно превышало норму без существенных различий среди данных новообразований.

Проницаемость мембранного барьера (PMB) нарушается при любом опухолевом процессе в головном мозге. Известно, что процесс неоангиогенеза в опухолях связан с наличием фактора роста

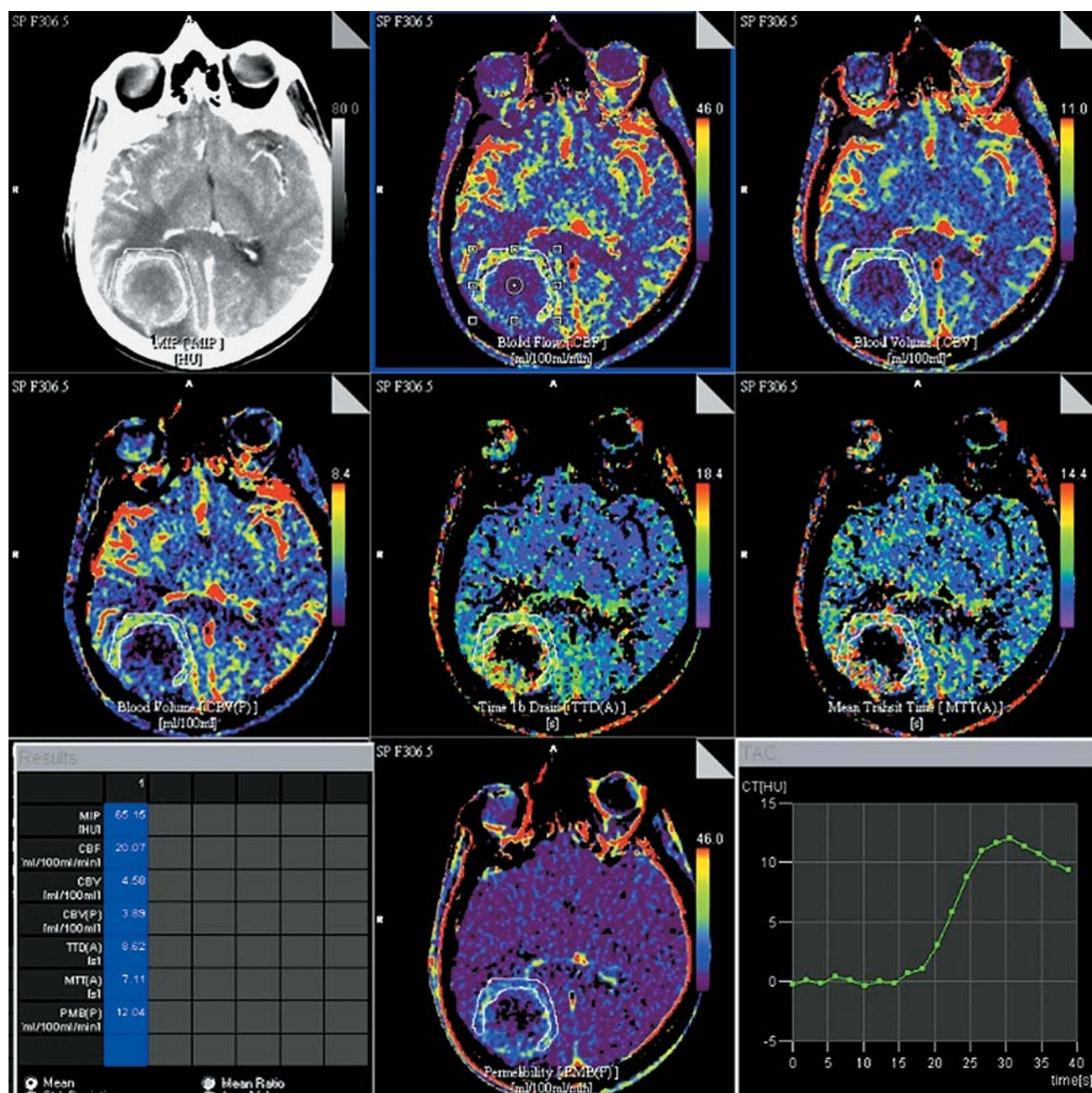


Рис. 4. Пациент 48 лет. Диагноз: метастаз рака желудка. КТ-перфузия: средние параметры перфузии в солидной части опухоли в правой затылочной доле – CBF 20,07 мл/100 мл/мин, CBV 4,58 мл/100 мл, MTT 7,11 с, PMB 12,04 мл/100 мл/мин.

эндотелия сосудов, который стимулирует рост незрелых кровеносных капилляров, что увеличивает их проницаемость [18]. Концентрация фактора роста эндотелия сосудов в опухоли служит диагностическим показателем скорости ее роста (злокачественности) [18, 19]. Таким образом, анализ перфузионных показателей позволяет спрогнозировать уровень экспрессии фактора роста эндотелия сосудов и в дальнейшем провести оценку

результатов лечения [19]. Значения этого показателя существенно не отличались среди всех групп пациентов в нашем исследовании. Проницаемость мембранного барьера была несколько повышена при метастазах меланомы ($19,87 \pm 6,82$) и рака легкого ($19,74 \pm 5,77$).

По сравнению с данными НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко [17] нами было выявлено значительное увеличение скорости кровотока в метаста-

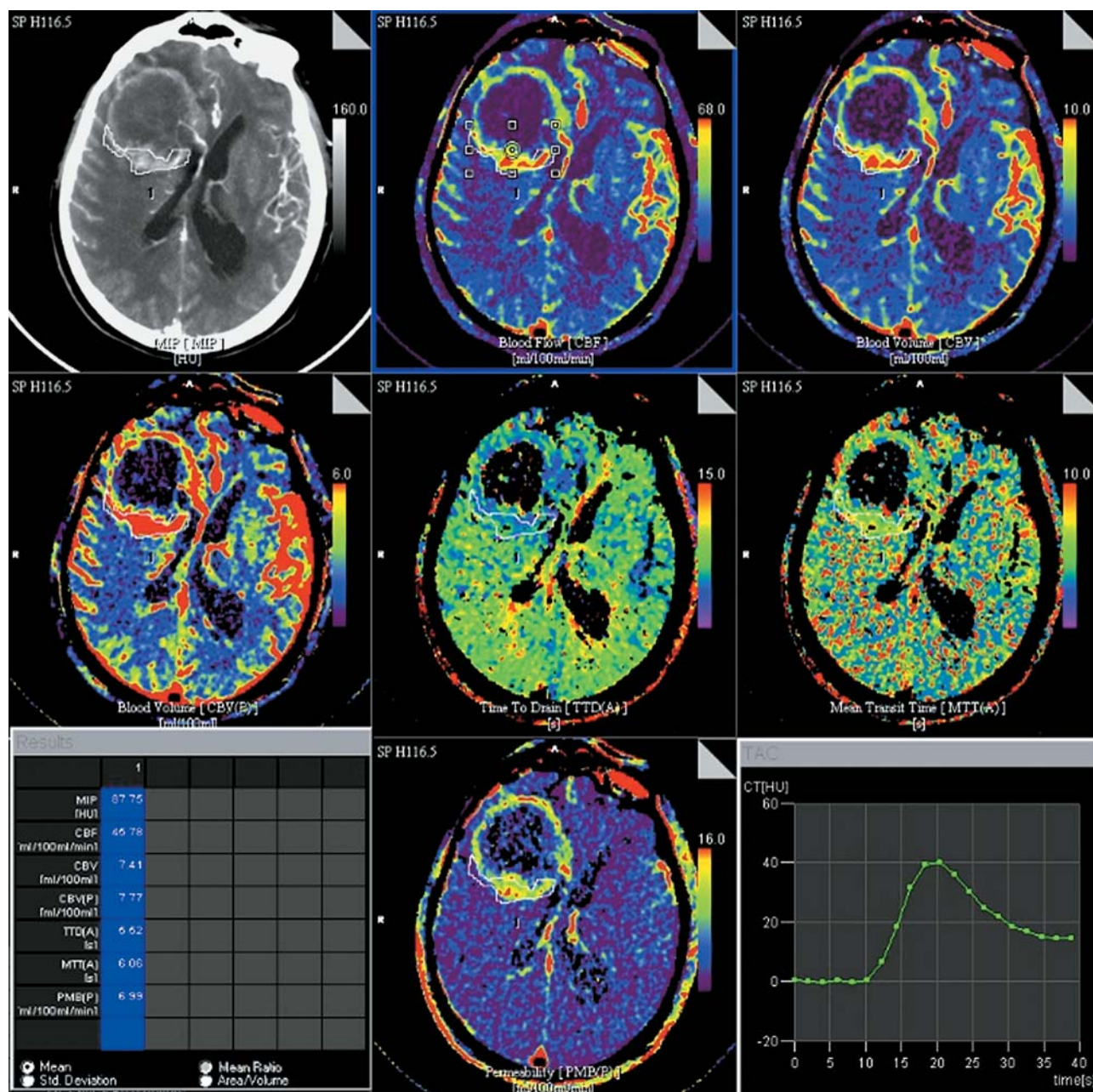
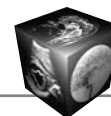


Рис. 5. Пациент 61 года. Диагноз: метастаз мелкоклеточного рака легкого. КТ-перфузия: опухолевый узел в правой лобной области имеет средние значения перфузии в солидной части – CBF 45,78 мл/100 мл/мин, CBV 7,41 мл/100 мл, MTT 6,06 с, PMB 6,99 мл/100 мл/мин.

зах рака почки и более низкие при меланоме. Возможно, это связано с тем, что в нашем исследовании в метастазах меланомы, как правило, был выражен геморрагический компонент, который максимально исключался из зоны измерения перфузии, но мог оказать влияние на снижение показателей. В нашем исследовании среднее время транзита крови значительно не отличалось в метастазах рака почки и, например, в метастазах меланомы или ме-

нингиоме. В остальном перфузионные показатели имели схожие значения [17].

Таким образом, КТ-перфузия позволяет дифференцировать метастазы меланомы и рака почки от метастазов других локализаций. Явных перфузионных различий в солидной части вторичных церебральных опухолей другого генеза не выявлено. В менингиомах определялись средние значения кровотока, схожие с метастазами рака легкого,

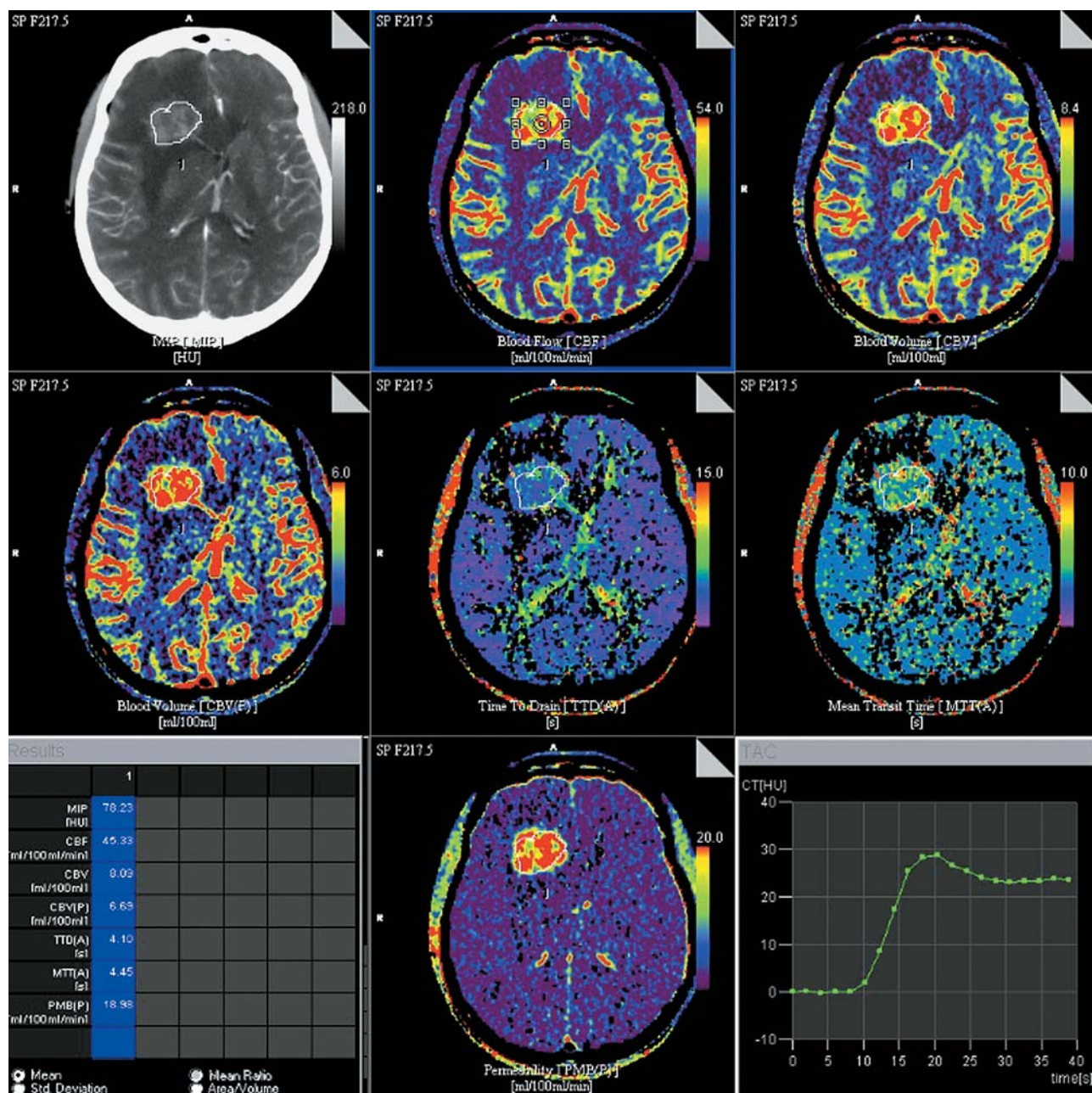


Рис. 6. Пациентка 44 лет. Диагноз: метастаз рака молочной железы. КТ-перфузия: средние значения перфузии опухоли в глубоких отделах правой лобной доли – CBF 45,33 мл/100 мл/мин, CBV 8,09 мл/100 мл, MTT 4,45 с, PMB 18,98 мл/100 мл/мин.

молочной железы, желудка и кишки. Кроме дифференциальной диагностики полученные данные следует учитывать при планировании доступа оперативного вмешательства, так как перфузионные параметры отражают степень кровоснабжения и это позволяет нейрохирургам обойти наиболее гипervasкулярные участки и снизить объем интраоперационной кровопотери.

Выводы

1. Неинвазивная количественная оценка кровотока в головном мозге (в том числе и в опухолях) возможна только с помощью КТ-перфузии.
2. Данные о васкуляризации церебральных новообразований позволяют предположить степень выраженности интраоперационной кровопотери.

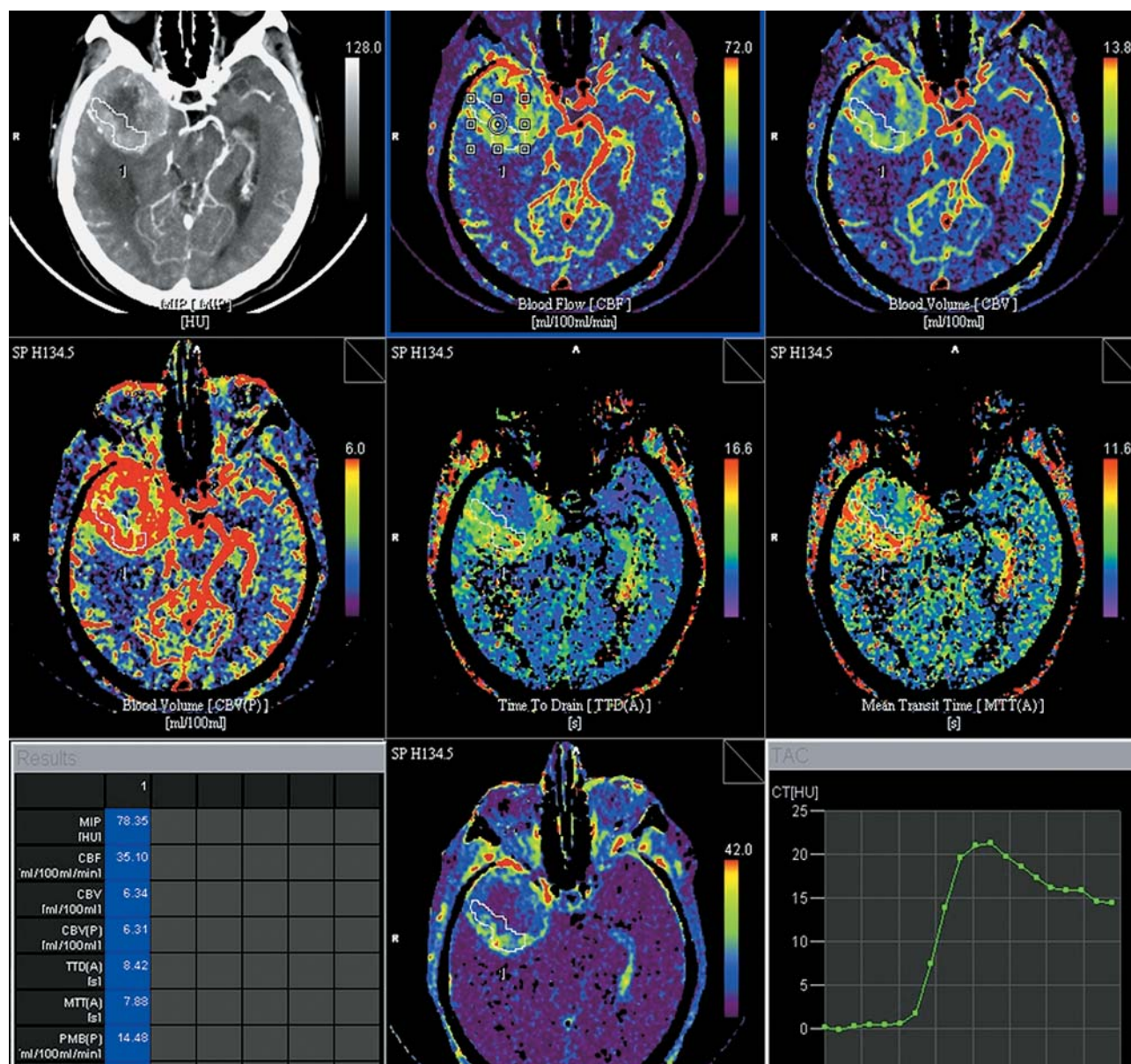
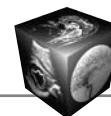


Рис. 7. Пациентка 77 лет. Диагноз: менигиома правой височной доли головного мозга. КТ-перфузия: средние значения кровотока в солитарном образовании в правой лобной доле – CBF 35,10 мл/100 мл/мин, CBV 6,34 мл/100 мл, MTT 7,88 с, PMB 14,48 мл/100 мл/мин.

3. Комплексная диагностика (нативного изображения, КТ-исследования с контрастным препаратом и перфузионного протокола) позволяет предположить диагноз, приближенный к гистологии, что является важным при дифференциальной диагностике солитарных интракраниальных новообразований.

Список литературы

1. Улитин А.Ю., Олюшкин В.Е., Сафаров Б.И., Мацко Д.Е. Метастатические опухоли головного мозга. СПб.: РНХИ им. проф. А.Л. Поленова Росмедтехнологий, 2010. 381 с.
2. Сидоренко В.В. Магнитно-резонансная томография в диагностике и моделировании нейрохирургических вмешательств при метастазах опухолей в головной мозг: Дис.... канд. мед. наук. М., 2009. 110 с.
3. Белов Д.М. Онкологические принципы хирургии церебральных метастазов рака: Автореф. дис.... канд. мед. наук. М., 2011. 27 с.
4. Wronski M., Arbit E., Bilsky M. et al. Resection of brain metastases (BMET) from breast cancer (BRC): retrospective review of 70 patients (Meeting abstract). Proc. Ann. Meet. ASCO. 1996; 15: 165.
5. Gavrilovic I.T., Posner J.B. Brain metastases: epidemiology and pathophysiology. J. Neurooncol. 2005; 75: 5–14.



6. Sawaya R., Bindal R., Lang F. et al. Metastatic brain tumors. In: Kaye A.H., Laws E.R., eds. Brain tumors: An encyclopedic approach. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2001. 999–1026.
7. Lassman A., Deangelis L. Brain metastases. *Neurol. Clin.* 2003; 21: 1–23.
8. Tagle P., Villanueva P., Torrealba G. et al. Intracranial metastasis or meningioma? An uncommon clinical diagnostic dilemma. *Surg. Neurol.* 2002; 58 (3–4): 241–245.
9. Schmidt G.W., Miller N.R. Metastatic breast carcinoma mimicking basal skull meningioma. *Clin. Ophthalmol.* 2007; 1 (3): 343–346.
10. Корниенко В.В., Пронин В.Н. Диагностическая нейрорадиология. В 3-х томах. Т. II. Опухоли головного мозга. М.: Т.М. Андреева, 2009. 462 с.
11. Modha A., Shepard S., Gutin P. Surgery of brain metastases there still a place for it? *J. Neurooncol.* 2005; 75 (1): 21–29.
12. Карахан В.Б., Фу Р.Г., Алешин В.А. и др. Роль хирургии в комбинированном и комплексном лечении метастазов в головном мозге: Материалы X Российского онкологического конгресса. М., 2006. 129–131.
13. Коновалов А.Н. Магнитно-резонансная томография в нейрохирургии. М.: Видар, 1997. 472 с.
14. Карахан В.Б. Новые хирургические технологии удаления метастазов рака в головном мозге в зависимости от топографии, количества и макроструктуры опухолевых узлов. Современные проблемы нейроонкологии: сборник статей научной конференции, посвященной созданию нейрохирургического (онкологического) отделения. М.: Издательская группа РОНЦ, 2007. 6–12.
15. Китаев В.М., Бардаков В.Г., Китаев С.В., Круглина Р.В. Лучевая диагностика патологии головного мозга. М.: Издание Рос. акад. естественных наук, 2008. 93–104.
16. Долгушин М.Б., Пронин И.Н., Корниенко В.Н. и др. Перфузионная компьютерная томография в динамической оценке эффективности лучевой терапии при вторичном опухолевом поражении головного мозга. *Вестн. РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН.* 2008; 19: 4; 36–46.
17. Долгушин М.Б., Пронин И.Н., Фадеева Л.М., Корниенко В.Н. Метод КТ-перфузии в дифференциальной диагностике вторичного опухолевого поражения головного мозга. *Мед. виз.* 2007; 4; 100–106.
18. Jain R. Perfusion CT Imaging of Brain Tumors: An Overview. *Am. J. Neuroradiol.* 2011; 32:1570–1577.
19. Zhang J., Wang M., Pan H. et al. Correlation of CT Perfusion Images with VEGF Expression in Solitary Brain Metastases. *Asian Pacific. J. Cancer.* 2012; 13: 1575–1578.
3. Belov D.M. Oncological principles of surgery of cerebral metastases: *Avto-ref. dis.... kand. med. nauk. M.*, 2011. 27 p. (In Russian)
4. Wronski M., Arbit E., Bilsky M. et al. Resection of brain metastases (BMET) from breast cancer (BRC): retrospective review of 70 patients (Meeting abstract). *Proc. Ann. Meet. ASCO.* 1996; 15: 165.
5. Gavrilovic I.T., Posner J.B. Brain metastases: epidemiology and pathophysiology. *J. Neurooncol.* 2005; 75: 5–14.
6. Sawaya R., Bindal R., Lang F. et al. Metastatic brain tumors. In: Kaye A.H., Laws E.R., eds. Brain tumors: An encyclopedic approach. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2001. 999–1026.
7. Lassman A., Deangelis L. Brain metastases. *Neurol. Clin.* 2003; 21: 1–23.
8. Tagle P., Villanueva P., Torrealba G. et al. Intracranial metastasis or meningioma? An uncommon clinical diagnostic dilemma. *Surg. Neurol.* 2002; 58 (3–4): 241–245.
9. Schmidt G.W., Miller N.R. Metastatic breast carcinoma mimicking basal skull meningioma. *Clin. Ophthalmol.* 2007; 1 (3): 343–346.
10. Kornienko V.V., Pronin V.N. Diagnostic Neuroradiology. In 3 volumes. Vol. II. Brain Tumor. М.: Т.М. Андреева, 2009. 462 p. (In Russian)
11. Modha A., Shepard S., Gutin P. Surgery of brain metastases there still a place for it? *J. Neurooncol.* 2005; 75 (1): 21–29.
12. Karahan V.B., Fu R.G., Aleshin V.A. et al. The role of surgery in the combined and complex treatment of metastases in the brain: Materials of the X Russian oncologic Congress. М., 2006. 129–131. (In Russian)
13. Konovalov A.N. Magnetic resonance imaging in neurosurgery. М.: Vidar, 1997. 472 p. (In Russian)
14. Karahan V.B. New surgical removal technologies of cancer metastasis in the brain, depending on the topography, the number and macrostructure of tumour sites. *Modern problems of neuro-Oncology: materials of scientific conference dedicated to the establishment of neurosurgery (cancer) Department.* М.: Publishing group research center, 2007. 6–12. (In Russian)
15. Kitaev V.M., Bardakov V.G., Kitaev S.V., Krupina R.V. Radiology diagnostics of brain pathology. М.: Publication of the Russian Academy of natural Sciences, 2008. 93–104. (In Russian)
16. Dolgushin M.B., Pronin I.N., Kornienko V.N. et al. Perfusion CT dynamic evaluation of the effectiveness of radiation therapy in secondary brain tumors. *Vestnik RONC im. N.N. Blokhina RAMN.* 2008; 19: 4; 36–46. (In Russian)
17. Dolgushin M.B., Pronin I.N., Fadeeva L.M., Kornienko V.N. Method CT perfusion in the differential diagnosis of secondary brain tumors. *Meditinskaya vizualizatsiya.* 2007; 4; 100–106.
18. Jain R. Perfusion CT Imaging of Brain Tumors: An Overview. *Am. J. Neuroradiol.* 2011; 32:1570–1577.
19. Zhang J., Wang M., Pan H. et al. Correlation of CT Perfusion Images with VEGF Expression in Solitary Brain Metastases. *Asian Pacific. J. Cancer.* 2012; 13: 1575–1578.

References

1. Ulitin A.Yu., Olyushkin V.E., Safarov B.I., Matsko D.E. Brain metastasis. Spb.: RNKHI Im. Prof. A.L. Polenova Rosmedtexnologiy, 2010. 381 p. (In Russian)
2. Sidorenko V.V. Magnetic resonance imaging in the diagnosis and simulation of neurosurgery of brain metastasis: *Dis.... kand. med. nauk. M.*, 2009. 110 p. (In Russian)