



## АКТУАЛЬНОСТЬ ДИАГНОСТИКИ СОСУДИСТЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИ МЕТАСТАЗАХ В ГОЛОВНОЙ МОЗГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ И МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

Насриддинов Бехруз Зайни угли

behruz\_nasriddinov@bsmi.uz

Кафедра ядерной медицины и медицинской радиологии,  
Бухарский государственный медицинский институт  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.15707241>

### ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 10-Iyun 2025 yil

Ma'qullandi: 14-Iyun 2025 yil

Nashr qilindi: 20-Iyun 2025 yil

### KEY WORDS

Опухоли головного мозга, метастазы, контрастное вещество, МРТ, МСКТ.

### ABSTRACT

*При опухолях и метастазах головного мозга атипичные клетки нарушают работу мозга и вызывают серьезные повреждения его кровеносных сосудов. В результате состояние больных ухудшается не только из-за опухоли или метастаза и ее осложнений. Поэтому ранняя диагностика и точный прогноз сосудистых изменений, возникающих вследствие метастазов в головной мозг, очень важны для улучшения качества жизни и клинических результатов этой категории больных. МРТ и МСКТ эффективны в диагностике опухолей головного мозга благодаря своей высокой чувствительности, точности и доступности. Полную информацию о кровеносных сосудах головного мозга можно получить с помощью методов исследования с контрастным усилением. С помощью этой информации не только оценивается текущее состояние больных, но и планируется тактика их лечения. В свою очередь точная диагностика и правильная тактика лечения на ее основе способствуют снижению смертности у больных с опухолями и метастазами головного мозга. Это одна из актуальных проблем.*

**Введение.** Рак возникает, когда приобретенные или унаследованные мутации в клетках организма приводят к неконтролируемой пролиферации клеток. В случае солидных опухолей наиболее разрушительным свойством рака является способность опухолевых клеток выходить из первичной опухоли и метастазировать в отдаленные органы через кровеносные и лимфатические сосуды. Оценка количества и расположения метастатических поражений у пациента является важной частью стадирования заболевания и определяет прогноз и варианты лечения. Метастатические поражения мозга, которые возникают из отдаленных первичных солидных опухолей, таких как легкие, молочная железа и меланома, имеют особенно плохой прогноз. Считается, что частота

диагностики метастазов мозга неуклонно растет с течением времени из-за постоянных улучшений в технологиях визуализации и обнаружения, которые позволяют лучше обнаруживать метастазы мозга у бессимптомных пациентов, а также улучшений в лечении системных заболеваний, которые продлевают выживаемость и дают больше времени для развития поражений мозга. Популяционное исследование показало, что у 15% пациентов с метастатическим заболеванием из более чем 29 различных первичных типов рака были метастазы в мозг на момент постановки диагноза первичного рака, при этом медианное время выживания составляло приблизительно пять месяцев. Исследование также показало повышенную частоту метастазов в мозг у пациентов с меланомой (26%) и раком легких (17–28%) по сравнению с другими исследованными типами опухолей. Рост частоты метастазов в мозг и связанный с ними неблагоприятный прогноз подчеркивают важность разработки более детального понимания их этиологии и биологии, что может помочь определить новые цели для терапии.

Ранняя пролиферация опухолевых клеток, а также внеклеточные везикулы, полученные из опухоли, или циркулирующие факторы из отдаленных первичных опухолей часто формируют микросреду во вторичных участках, таких как мозг, до колонизации опухолевыми клетками, создавая благоприятную среду для образования вторичной опухоли, так называемого преметастатического участка. Клетки NVU, наряду с иммунными клетками как миелоидного, так и лимфоидного происхождения, могут захватывать опухолевые клетки, инфильтрируя их, что приводит к разрушению ГЭБ и созданию метастатического участка, который поддерживает первоначальное установление и выживание опухоли, а также продолжающийся рост и пролиферацию опухоли. Примечательно, что уникальная сосудистая микроархитектура мозга влияет на механизмы и закономерности метастатической колонизации. Эти процессы играют ключевую роль в метастатическом каскаде от первичной к вторичной опухоли, но плохо охарактеризованы.

Мозг анатомически сложен и состоит из нескольких отдельных отделов, включая паренхиму, желудочки, ствол мозга и менингеальные слои на поверхности коры. Каждый из этих отделов содержит фенотипически уникальную сосудистую среду, и все они зависят от непрерывного кровоснабжения из высокоинтегрированной сети входящих кровеносных сосудов, берущих начало в области шеи. Передний круг кровообращения мозга снабжается внутренними сонными артериями, в то время как задний круг кровообращения соединяется позвоночными артериями, образуя базилярную артерию, которая также снабжает ствол мозга и мозжечок (вертебробазилярное кровообращение). Задняя и передняя кровеносные системы соединены общающимися артериями, которые образуют Виллизиев круг, который существует как компенсаторный механизм в случае снижения кровотока в данной системе. Передние и средние мозговые артерии, которые ответвляются от внутренних сонных артерий, вместе со спинномозговой артерией (которая снабжает заднюю циркуляцию) снабжают глубокие отделы мозга через свои ветви, проникающие в кору.

После остановки опухолевых клеток и успешной экстравазации опухолевые клетки, пытающиеся колонизировать мозг, требуют тесного физического контакта с аблюминальной поверхностью стенок кровеносных сосудов в перицитоподобном

состоянии в периваскулярном пространстве. Как только клетки меланомы установили периваскулярное состояние, они образуют микрометастазы, тесно контактируя с существующими сосудами, пролиферируя вдоль микрососудов. Эти клетки продолжают вызывать обширные сосудистые изменения и ангиогенез только при формировании крупных макрометастазов. Напротив, клетки карциномы легких, захваченные в капиллярах мозга, показали значительный ранний ангиогенез и сосудистое ремоделирование, в конечном итоге быстро распространяясь, образуя макрометастазы. Эти результаты были аналогичным образом сообщены у людей, причем одно исследование показало, что из восьми случаев аутопсии метастазов меланомы в мозг, во всех случаях были обнаружены обширные доказательства кооперативного роста вдоль аблюминальной поверхности кровеносных сосудов, демонстрируя свойства, имитирующие перicytes. Исследование также обнаружило расширение сосудов и кровоизлияние в очагах поражения мозга, что согласуется с тем, что наблюдалось в моделях животных. Исследователи выдвинули гипотезу, что мелкие сосуды разрушаются из-за чрезмерной пролиферации опухолевых клеток вдоль поверхности сосудов, что нарушает целостность сосудов и приводит к значительному повреждению сосудов — явлению, которое обычно не наблюдается в экстрацеребральных участках метастазов.

**Цель исследования:** Ранняя и эффективная диагностика метастазов опухолей головного мозга с использованием магнитно-резонансной томографии и мультиспиральной компьютерной томографии.

**Методы исследования и его предмет.** Цель исследования. – оценка эффективности диагностики с помощью КТ и магнитно-резонансной томографии в выявлении изменений сосудов головного мозга у больных с опухолями и метастазами головного мозга. Обследовано 27 больных с опухолями и метастазами головного мозга. Научное исследование проводилось на базе Бухарского филиала Республиканского специализированного научно-практического центра онкологии и радиологии совместно с кафедрой ядерной медицины и медицинской радиологии Бухарского государственного медицинского института. Методы исследования: МРТ (Ge Signa 1,5T) и МСКТ (SIEMENS 64) сосудов головного мозга; МРТ и МСКТ сосудов головного мозга с контрастным веществом (MR - VISION. BIEMEXOL); Клинические анализы и результаты лабораторных исследований, определяющие состояние больных; Статистические методы.

**Результаты.** Обследовано 27 больных с опухолями и метастазами головного мозга, из них 18 мужчин и 9 женщин. У 12 мужчин и 5 женщин метастазы в головной мозг прорастали в головной мозг, сдавливая нижнюю мозжечковую и переднюю спинномозговую артерии снаружи, а у 6 мужчин и 4 женщин — прорастали через эндотелий сосудов. Причиной были названы нарушения кровообращения.

Общее количество пациентов 27			
Мужчины 18		Женщины 9	
Метастаз в мозг пророс в мозг и сдавил нижнюю мозжечковую артерию и переднюю спинномозговую артерию снаружи 12		Метастаз в мозг пророс в мозг, сдавливая нижнюю мозжечковую артерию и переднюю спинномозговую артерию снаружи 5	
	Метастазы в мозг выросли из эндотелия сосудов 6		Метастазы в мозг выросли из эндотелия сосудов 4

**Заключение:** При метастазах в головной мозг с помощью МРТ и МСКТ выявлены изменения сосудов головного мозга.

#### Литература:

1. Abecassis IJ, Cordy B, Durfy S, Andre JB, Levitt MR, Ellenbogen RG, Silbergeld DL, Ko AL. Оценка ангиоархитектонических особенностей глиальных и метастатических опухолей головного мозга с помощью традиционной магнитно-резонансной томографии. J Clin Neurosci. 2020 июнь;76:46–52. doi: 10.1016/j.jocn.2020.04.051. Epub 2020 апр. 17. PMID: 32312627; PMCID: PMC10947781.
2. Barbone GE, Bravin A, Romanelli P, Mittone A, Bucci D, Gaab T, Le Duc G, Auweter S, Reiser MF, Kraiger MJ, Hrabě de Angelis M, Battaglia G, Coan P. Микровизуализация радиотерапии рака мозга с использованием фазового контраста. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 15 июля 2018 г.;101(4):965-984. doi: 10.1016/j.ijrobp.2018.03.063. Epub 7 апреля 2018 г. PMID: 29976510.
3. Barrick TR, Spilling CA, Ingo C, Madigan J, Isaacs JD, Rich P, Jones TL, Magin RL, Hall MG, Howe FA. Квазидиффузионная магнитно-резонансная томография (QDI): быстрый метод диффузионной визуализации с высоким значением  $\beta$ . Neuroimaging. 1 мая 2020 г.; 211:116606. doi: 10.1016/j.neuroimage.2020.116606. Epub 4 февраля 2020 г. PMID: 32032739.
4. Berk BA, Nagel S, Hering K, Paschke S, Hoffmann KT, Kortmann RD, Gaudino C, Seidel C. Повреждение белого вещества снижает количество метастазов в мозг при различных видах рака: исследование с помощью МРТ высокого разрешения. J Neurooncol. 2016 октябрь;130(1):203-209. doi: 10.1007/s11060-016-2235-5. Epub 2016 авг. 17. PMID: 27535745.
5. Catanese A, Malacario F, Cirillo L, Toni F, Zenesini C, Casolino D, Vacci A, Agati R. Применение магнитно-резонансной томографии с интравоксельным некогерентным движением (IVIM) при оценке примитивных опухолей мозга. Neuroradiol J. 2018 февр.;31(1):4-9. doi: 10.1177/1971400917693025. Epub 2017 июн. 23. PMID: 28643545;

PMCID: PMC5789988.

6. Chakhoyan A, Yao J, Leu K, Papa WB, Salamon N, Yong W, Lai A, Nghiemphu PL, Everson RG, Prins RM, Liau LM, Nathanson DA, Cloughesy TF, Ellingson BM. Оценка визуализации размера сосудов (VSI) в глиомах человека высокой степени злокачественности с использованием магнитно-резонансной томографии, биопсии под контролем изображения и количественной иммуногистохимии. *Sci Rep.* 2019 26 февраля;9(1):2846. doi: 10.1038/s41598-018-37564-w. PMID: 30808879; PMCID: PMC6391482.

7. Фредриксон Дж., Серкова Н.Дж., Вятт С.К., Карано Р.А., Пирцкалл А., Ри И., Розен Л.С., Бессудо А., Уикс С., де Креспиньи А. Клинический перевод визуализации размера сосудов на основе ферумокситола (VSI): осуществимость в клинической популяции онкологических больных фазы I. *Магн Резон Мед.* 2017 февраль;77(2):814-825. doi: 10.1002/мрм.26167. Epub, 26 февраля 2016 г. PMID: 26918893; PMCID: PMC5677523.

8. Jia ZZ, Shi W, Shi JL, Shen DD, Gu HM, Zhou XJ. Сравнение перфузионной компьютерной томографии и динамической контрастной магнитно-резонансной томографии при оценке микрососудистого русла глиобластомы. *Eur J Radiol.* 2017 февр.;87:120-124. doi: 10.1016/j.ejrad.2016.12.016. Epub 2016 19 дек. PMID: 28034567.

9. Керкхоф М., Ганефф И., Виггенраад Р.Дж., Ликлама А. Ниджехолт Г.Дж., Хаммер С., Тафорн М.Дж.Б., Дирвен Л., Вос М.Дж. Клиническое применение и изменения перфузионной магнитно-резонансной томографии при метастазах в головной мозг после стереотаксической лучевой терапии. *Дж. Нейроонкол.* Май 2018 г.;138(1):133-139. doi: 10.1007/s11060-018-2779-7. Epub, 1 февраля 2018 г. PMID: 29392588; PMCID: PMC5928168.

10. Кесари А., Ядав В.К., Гупта РК., Сингх А. Автоматизированное удаление крупных кровеносных сосудов для объективной оценки опухолей головного мозга с использованием количественной динамической контрастной магнитно-резонансной томографии. *NMR Biomed.* 2024 ноябрь;37(11):e5218. doi: 10.1002/nbm.5218. Epub 2024 июл 25. PMID: 39051137.