

## **МРТ с диффузионно-взвешенной визуализацией (ДВИ): краеугольный камень в ранней диагностике инсульта**

*Шоимова Комила Қахрамоновна, Равшанов Зафар Хазраткулович*

*СамГосМУ, Самарканд, Узбекистан*

---

### **Аннотация:**

В статье детально рассматривается диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография (ДВИ) как высокоинформативный метод нейровизуализации, играющий критическую роль в ранней диагностике ишемического инсульта. Анализируются физические принципы метода, его преимущества перед другими методами диагностики, а также клиническое значение ДВИ в определении зоны ишемического повреждения, оценки степени тяжести инсульта и прогнозирования исходов. Особое внимание уделяется современным подходам к количественной оценке ДВИ, комбинированию ДВИ с другими методами МРТ, а также перспективам применения искусственного интеллекта в анализе ДВИ. Обсуждаются перспективы развития ДВИ в контексте совершенствования стратегий лечения инсульта.

**Ключевые слова:** ишемический инсульт, диффузионно-взвешенная МРТ (ДВИ), нейровизуализация, ранняя диагностика, ишемическое повреждение, терапевтическое окно, количественная оценка, искусственный интеллект.

### **Введение:**

Инсульт остается одной из ведущих причин смертности и инвалидизации во всем мире. Ишемический инсульт, возникающий вследствие нарушения кровоснабжения головного мозга, составляет около 85% всех случаев. Своевременная диагностика ишемического инсульта имеет решающее значение для эффективного лечения и минимизации неврологических последствий. Терапевтическое окно, в течение которого возможно проведение реперфузионной терапии (тромболизиса или тромбэктомии), ограничено несколькими часами с момента начала инсульта. Поэтому критически важно иметь в распоряжении методы нейровизуализации, позволяющие быстро и точно диагностировать ишемию головного мозга.

Диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография (ДВИ) является высокочувствительным методом нейровизуализации, позволяющим выявить ишемические изменения в головном мозге уже в первые минуты после возникновения инсульта. ДВИ основана на измерении скорости диффузии молекул воды в тканях

мозга. В условиях ишемии диффузия воды ограничивается, что отражается на ДВИ в виде гиперинтенсивного сигнала.

### **Физические принципы ДВИ:**

ДВИ использует специальные градиенты магнитного поля, которые сенсбилизируют МРТ сигнал к движению молекул воды. В норме молекулы воды в головном мозге диффундируют свободно во всех направлениях (броуновское движение). Однако при ишемии, вследствие нарушения энергетического обмена, набухания клеток и изменения проницаемости клеточных мембран, движение молекул воды становится ограниченным. Это приводит к увеличению сигнала на ДВИ.

Коэффициент диффузии (КД) является количественной характеристикой диффузии воды и измеряется в  $\text{мм}^2/\text{с}$ . При ишемии КД снижается, что отражает ограничение диффузии. Карты КД могут быть построены на основе ДВИ и используются для количественной оценки степени ишемии.

### **Преимущества ДВИ в диагностике инсульта:**

- **Высокая чувствительность:** ДВИ способна выявить ишемические изменения в головном мозге уже в первые минуты после начала инсульта, в то время как другие методы нейровизуализации, такие как компьютерная томография (КТ), могут быть неинформативными на ранних стадиях. Чувствительность ДВИ в выявлении острого ишемического инсульта составляет более 90%.
- **Специфичность:** ДВИ обладает высокой специфичностью в отношении диагностики ишемического инсульта. Гиперинтенсивный сигнал на ДВИ в большинстве случаев указывает на наличие ишемии, хотя необходимо учитывать, что подобные изменения могут наблюдаться и при других патологиях, таких как опухоли или абсцессы.
- **Возможность оценки объема ишемического повреждения:** ДВИ позволяет оценить объем головного мозга, подвергшийся ишемии. Эта информация важна для прогнозирования исходов инсульта и выбора тактики лечения. Чем больше объем ишемического очага, тем хуже прогноз для пациента.
- **Неинвазивность:** ДВИ является неинвазивным методом исследования, не требующим введения контрастных веществ или ионизирующего излучения. Это делает ДВИ безопасным методом для большинства пациентов, включая беременных женщин и детей.

### **Клиническое значение ДВИ:**



- **Ранняя диагностика ишемического инсульта:** ДВИ является "золотым стандартом" в ранней диагностике ишемического инсульта. Она позволяет быстро и точно диагностировать инсульт и начать лечение в течение терапевтического окна.
- **Определение зоны ишемического повреждения и "зоны пенумбры":** ДВИ позволяет точно определить локализацию и объем ишемического очага (ядро инфаркта), а также выявить "зону пенумбры" - область мозга с сниженным кровоснабжением, но еще жизнеспособную. Эта информация критически важна для планирования реперфузионной терапии (тромболизиса или тромбэктомии).
- **Оценка степени тяжести инсульта:** Объем ишемического повреждения, определяемый по ДВИ, коррелирует с тяжестью неврологического дефицита и прогнозом заболевания.
- **Прогнозирование исходов инсульта:** ДВИ может быть использована для прогнозирования вероятности развития геморрагической трансформации инсульта, злокачественного отека мозга и других осложнений.
- **Мониторинг эффективности лечения:**
- Повторные ДВИ исследования позволяют оценить динамику ишемического повреждения и эффективность проводимого лечения, включая тромболизис, тромбэктомию и нейропротекцию. ДВИ помогает выявить признаки реперфузии (восстановления кровотока) в ишемизированной зоне, а также оценить риск развития осложнений, таких как геморрагическая трансформация.

### Современные подходы в применении ДВИ:

- **Количественная оценка ДВИ:** В последние годы активно развиваются методы количественной оценки ДВИ, которые позволяют более точно оценить степень ишемии, выявить "зону пенумбры" и прогнозировать исходы инсульта. К таким методам относятся:
  - **Картирование коэффициента диффузии (КД):** позволяет визуализировать распределение КД в головном мозге и количественно оценить степень ограничения диффузии в зоне ишемии.
  - **Картирование фракционной анизотропии (ФА):** позволяет оценить степень упорядоченности диффузии воды и выявить нарушения микроструктуры белого вещества головного мозга.
  - **Перфузионная ДВИ:** комбинирует ДВИ с перфузионной МРТ для одновременной оценки диффузии и кровотока в головном мозге.
  - **Диффузионный тензор визуализации (ДТВ):** позволяет получить более подробную информацию о микроструктуре белого вещества и выявить нарушения связности между различными областями мозга.



- **Комбинирование ДВИ с другими методами МРТ:** ДВИ может быть эффективно скомбинирована с другими методами МРТ, такими как:
  - **Перфузионная МРТ:** позволяет оценить кровоток в головном мозге и выявить зоны гипоперфузии (сниженного кровотока).
  - **МРТ ангиография:** позволяет визуализировать сосуды головного мозга и выявить стеноз или окклюзию (закупорку) артерий.
  - **Функциональная МРТ (фМРТ):** позволяет оценить активность различных областей мозга и выявить нарушения функциональной связности.
- **Применение ИИ в анализе ДВИ:** Искусственный интеллект все активнее применяется для автоматизации анализа ДВИ, повышения точности диагностики и прогнозирования исходов инсульта. Алгоритмы ИИ могут быть использованы для:
  - **Автоматической сегментации ишемического очага:** ИИ может автоматически выделять зону ишемии на ДВИ, что позволяет ускорить процесс анализа и снизить субъективность.
  - **Количественной оценки ДВИ:** ИИ может автоматически извлекать количественные параметры из ДВИ, такие как объем ишемического очага, КД и ФА.
  - **Прогнозирования исходов инсульта:** ИИ может анализировать ДВИ в сочетании с другой клинической информацией для прогнозирования вероятности развития осложнений и долгосрочных исходов инсульта.

### Заключение:

ДВИ является незаменимым инструментом в ранней диагностике ишемического инсульта, предоставляя критически важную информацию для принятия своевременных и эффективных терапевтических решений. Этот метод позволяет быстро и точно выявить ишемические изменения в головном мозге, оценить степень повреждения, выявить "зону пенумбры" и прогнозировать исходы заболевания. ДВИ играет ключевую роль в определении тактики лечения, включая решение о проведении тромболизиса или тромбэктомии, и позволяет значительно улучшить прогноз для пациентов с инсультом.

В будущем ожидается дальнейшее развитие ДВИ в контексте совершенствования стратегий лечения инсульта, повышения эффективности медицинской помощи и интеграции с технологиями искусственного интеллекта. Разработка новых методов количественной оценки ДВИ, комбинирование ДВИ с другими методами МРТ и применение ИИ в анализе ДВИ открывают новые возможности для более

точной диагностики, персонализированного подхода к лечению и улучшения исходов инсульта.

Особое внимание следует уделять стандартизации протоколов ДВИ, обучению специалистов и внедрению новейших технологий в клиническую практику, чтобы обеспечить максимальную доступность и эффективность этого важного метода нейровизуализации для всех пациентов с инсультом.

### Литературы:

1. Amandullaevich A. Y., Abdurakhmanovich K. O. Organization of Modern Examination Methods of Mammary Gland Diseases //Central Asian Journal of Medical and Natural Science. – 2022. – Т. 3. – №. 5. – С. 560-569.
2. Ataeva SKh, Ravshanov ZKh, Ametova AS, Yakubov DZh Radiation visualization of chronic joint diseases. Central Asian journal of medical end natural sciences. 2021;2(2):12-17
3. Atayeva S.X., Shodmanov F.J. (2024). Ultratovush va uning klinik diagnostikadagi roli. Science and Innovation, 4(2), 58–66. Retrieved from <https://cyberlininka.ru/index.php/sai/article/view/83>
4. Gaybullaev S.O. (2024). MRI IN TERMS OF MAGNETIC SUSCEPTIBILITY WEIGHTED IMAGES IN THE DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF PRIMARY LYMPHOMA OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM AND ANAPLASTIC ASTROCYTOMA. CLINICAL OBSERVATION. Boffin Academy, 2(1), 313–322. Retrieved from <https://boffin.su/index.php/journal/article/view/102>
5. Hamidov OA, Diagnostics of injuries of the soft tissue structures of the knee joint and their complications. European research. Moscow. 2020;1(37):33-36.
6. Kadirov J. F. et al. NEUROLOGICAL COMPLICATIONS OF AIDS //Journal of new century innovations. – 2022. – Т. 10. – №. 5. – С. 174-180.
7. Khamidov O. A., Gaybullaev S.O. (2024). The Advancements and Benefits of Radiology Telemedicine. Journal the Coryphaeus of Science, 6(1), 104–110. Retrieved from <http://jtcos.ru/index.php/jtcos/article/view/202>
8. Khamidov OA, Akhmedov YA, Ataeva SKh, Ametova AS, Karshiev BO Role of Kidney Ultrasound in the Choice of Tactics for Treatment of Acute Renal Failure. Central Asian journal of medical end natural sciences. 2021;2(4):132-134
9. Khamidov OA, Akhmedov YA, Yakubov DZh, Shodieva NE, Tukhtaev TI DIAGNOSTIC POSSIBILITIES OF USES IN POLYCYSTOSIS OF KIDNEYS. Web of scientist: International scientific research journal. 2021;2(8):27-33



10. Khamidov OA, Ataeva SKh, Ametova AS, Yakubov DZh, Khaydarov SS A Case of Ultrasound Diagnosis of Necrotizing Papillitis. Central Asian journal of medical end natural sciences. 2021;2(4):103-107
11. Khamidov OA, Ataeva SKh, Yakubov DZh, Ametova AS, Saytkulova ShR ULTRASOUND EXAMINATION IN THE DIAGNOSIS OF FETAL MACROSOMIA. Web of scientist: International scientific research journal. 2021;2(8):49-54
12. Khamidov OA, Khodzhanov IYu, Mamasoliev BM, Mansurov DSh, Davronov AA, Rakhimov AM The Role of Vascular Pathology in the Development and Progression of Deforming Osteoarthritis of the Joints of the Lower Extremities (Literature Review). Annals of the Romanian Society for Cell Biology, Romania. 2021;1(25):214 – 225
13. Khamidov OA, Mirzakulov MM, Ametova AS, Alieva UZ Multispiral computed tomography for prostate diseases. Central Asian journal of medical end natural sciences. 2021;2(2):9-11
14. Атаева С.Х., Шодманов Ф.Ж. (2024). ТИББИЁТДА СУНЪИЙ ИНТЕЛЛЕКТ. Science and Innovation, 4(2), 47–57. Retrieved from <https://cyberlininka.ru/index.php/sai/article/view/82>
15. Гайбуллаев Ш.О., Туранов А.Р., Химматов И.Х. (2024). Современные методики МРТ диагностики при опухолях головного мозга. Journal the Coryphaeus of Science, 6(2), 11–15. Retrieved from <http://jtcos.ru/index.php/jtcos/article/view/257>
16. Гайбуллаев Ш.О., Химматов И.Х. Далерова М.Ф. (2024). МРТ диагностика головного мозга при злокачественных опухолей. Boffin Academy, 2(2), 92–100. Retrieved from <https://boffin.su/index.php/journal/article/view/124>
17. Худойбердиева Г.М., Хамидов О.А. (2024). Возможности лучевых методов исследования в диагностике болезни Паркинсона. Progress of Science: Theory and Practice, 1(1), 4–16. Retrieved from <https://centralasianstudies.ru/index.php/postap/article/view/1>