

**ФУНДАМЕНТАЛ ВА
КЛИНИК ТИББИЁТ
АХБОРОТНОМАСИ**

***BULLETIN OF* FUNDAMENTAL
AND CLINIC MEDICINE**

2026, №4 (24)

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

**BULLETIN OF FUNDAMENTAL
AND CLINIC MEDICINE**
**ФУНДАМЕНТАЛ ВА КЛИНИК
ТИББИЁТ АХБОРОТНОМАСИ**
**ВЕСТНИК ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И
КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ**

Научный журнал по фундаментальным и клиническим
проблемам медицины
основан в 2022 году

Бухарским государственным медицинским институтом
имени Абу Али ибн Сино
выходит один раз в 2 месяца

Главный редактор – Ш.Ж. ТЕШАЕВ

Редакционная коллегия:

*С.С. Давлатов (зам. главного редактора),
Р.Р. Баймурадов (ответственный секретарь),
М.М. Амонов, Г.Ж. Жарилкасинова,
А.Ш. Иноятов, Д.А. Хасанова, Е.А. Харибова,
Ш.Т. Уроков, Б.З. Хамдамов, Ф.К. Халлоқов*

*Учредитель Бухарский государственный
медицинский институт имени Абу Али ибн Сино*

2026, № 4 (24)

Адрес редакции:

Республика Узбекистан, 200100, г.
Бухара, ул. Гиждуванская, 23.

Телефон (99865) 223-00-50

Факс (99866) 223-00-50

Сайт <https://bsmi.uz/journals/fundamental-ya- klinik-tibbiyot-ahborotnomasi/>

e-mail baymuradovravshan@gmail.com

О журнале

*Журнал зарегистрирован
в Управлении печати и информации
Бухарской области
№ 1640 от 28 мая 2022 года.*

*Журнал внесен в список
утвержденный приказом № 370/6
от 8 мая 2025 года реестром ВАК
в раздел медицинских наук.*

Отпечатано в типографии ООО
“Шарк-Бухоро”. г. Бухара,
ул. Ўзбекистон Мустақиллиги, 70/2.

Редакционный совет:

Абдурахманов Д.Ш.	(Самарканд)
Абдурахманов М.М.	(Бухара)
Ахмедов Р.М.	(Бухара)
Баландина И.А.	(Россия)
Бахронов Ж.Ж.	(Бухара)
Бернс С.А.	(Россия)
Газиев К.У.	(Бухара)
Деев Р.В.	(Россия)
Дустова Н.К.	(Бухара)
Зокирова Н.Б.	(Ташкент)
Казакова Н.Н.	(Бухара)
Калашникова С.А.	(Россия)
Каримова Н.Н.	(Бухара)
Курбонов С.С.	(Таджикистан)
Маматов С.М.	(Кыргызстан)
Мамедов У.С.	(Бухара)
Мирзоева М.Р.	(Бухара)
Миршарапов У.М.	(Ташкент)
Набиева У.П.	(Ташкент)
Нуралиев Н.А.	(Хорезм)
Наврозов Р.Р.	(Бухара)
Нарзиева Д.Ф.	(Бухара)
Орипов Ф.С.	(Самарканд)
Орипова Ф.Ш.	(Бухара)
Одилова Г.Р.	(Бухара)
Очилов К.Р.	(Бухара)
Раупов Ф.С.	(Бухара)
Рахмонов К.Э.	(Самарканд)
Рахметов Н.Р.	(Казахстан)
Рахматова С.Н.	(Бухара)
Султонова Л.Дж.	(Бухара)
Сайдуллаев З.Я.	(Самарканд)
Удочкина Л.А.	(Россия)
Файзиев Х.Б.	(Бухара)
Хамдамова М.Т.	(Бухара)
Хамдамов И.Б.	(Бухара)
Ходжаева Д.Т.	(Бухара)
Худойбердиев Д.К.	(Бухара)
Шодиева М.С.	(Бухара)
Эшонов О.Ш.	(Бухара)

БОШ МИЯ ГЛИОМАЛАРИНИ МАГНИТ-РЕЗОНАНС ТОМОГРАФИЯ АСОСИДА ДИАГНОСТИКА ҚИЛИШНИНГ ЗАМОНАВИЙ ЖИХАТЛАРИ ВА СУНЪИЙ ИНТЕЛЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИНГ РОЛИ

Исмоилов И.Б.

Абу Али ибн Сино номидаги Бухоро давлат тиббиёт институти, Бухоро ш., Ўзбекистон

Резюме. Бош миЯ глиомалари марказий нерв тизимининг энг кўп учрайдиган бирламчи ўсмаларидан бири бўлиб, юқори ногиронлик ва ўлим кўрсаткичлари билан тавсифланади. Уларни эрта ва аниқ диагностика қилиш касаллик прогнозини яхшилашда муҳим аҳамиятга эга. Магнит-резонанс томография (МРТ) глиомаларни аниқлаш ва дифференциал таъхис қўйишда етакчи тасвирлаш усули ҳисобланади. Сўнгги йилларда сунъий интеллект асосидаги алгоритмлар МРТ тасвирларини таҳлил қилишда кенг қўлланилиб, ўсмаларни сегментация қилиш, малигнлик даражасини аниқлаш ва даволаш самарадорлигини баҳолаш имконини бермоқда. Мазкур мақоланинг мақсади бош миЯ глиомаларини МРТ асосида диагностика қилишнинг замонавий жиҳатларини таҳлил қилиш ҳамда сунъий интеллект технологияларининг радиологиядаги аҳамиятини ёритишдан иборат. Таҳлиллар шуни кўрсатадики, МРТ ва сунъий интеллект интеграцияси диагностика аниқлигини ошириш ва клиник қарор қабул қилиш жараёнини оптималлаштириш имконини беради.

Калит сўзлар: бош миЯ глиомаси, МРТ, нейроонкология, магнит-резонанс томография, сунъий интеллект, радиология, диагностика, сегментация.

MODERN ASPECTS OF DIAGNOSING BRAIN GLIOMAS BASED ON MAGNETIC RESONANCE IMAGING AND THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

Ismoilov I.B.

Bukhara State Medical Institute named after Abu Ali ibn Sino, Bukhara, Uzbekistan

Resume. Brain gliomas are among the most common primary tumors of the central nervous system and are associated with high morbidity and mortality rates. Early and accurate diagnosis plays a crucial role in improving patient prognosis. Magnetic resonance imaging (MRI) is considered the leading imaging modality for the detection and differential diagnosis of gliomas. In recent years, artificial intelligence algorithms have been increasingly implemented for the analysis of MRI data, enabling automated tumor segmentation, malignancy grading, and treatment monitoring. The aim of this article is to analyze the modern capabilities of MRI in the diagnosis of brain gliomas and to highlight the role of artificial intelligence technologies in radiological practice. The integration of MRI and artificial intelligence may improve diagnostic accuracy and optimize clinical decision-making.

Keywords: brain glioma, MRI, neuro-oncology, artificial intelligence, radiology, diagnosis.

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ ГЛИОМ ГОЛОВНОГО МОЗГА НА ОСНОВЕ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ И РОЛЬ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Исмоилов И.Б.

Бухарский государственный медицинский институт имени Абу Али ибн Сино, г. Бухара, Узбекистан

Резюме. Глиомы головного мозга являются одними из наиболее распространённых первичных опухолей центральной нервной системы и характеризуются высокой инвалидизацией и смертностью. Ранняя и точная диагностика играет ключевую роль в улучшении прогноза заболевания. Магнитно-резонансная томография (МРТ) считается ведущим методом визуализации при выявлении и дифференциальной диагностике глиом. В последние годы активно внедряются алгоритмы искусственного интеллекта для анализа МРТ-изображений, что позволяет осуществлять автоматическую сегментацию опухоли, оценку степени злокачественности и мониторинг эффективности лечения. Целью данной работы является анализ современных возможностей МРТ в диагностике глиом головного мозга, а также освещение роли технологий искусственного интеллекта в радиологической практике. Интеграция МРТ и искусственного интеллекта способствует повышению диагностической точности и оптимизации клинического принятия решений.

Ключевые слова: глиома головного мозга, МРТ, нейроонкология, искусственный интеллект, радиология, диагностика.

Кириш. Бош мия глиомалари марказий нерв тизимининг энг кенг тарқалган бирламчи ўсмалари қаторига киради. Эпидемиологик маълумотларга кўра, глиомалар барча интракраниал ўсмаларнинг 25–30 % қисмини ташкил этади [1]. Жаҳон миқёсида глиомалар билан касалланиш кўрсаткичи ҳар 100 000 аҳолига ўртача 5–6 ҳолатни ташкил этади ва бу ёш ҳамда географик жойлашувга қараб ўзгариб туради [2]. Жаҳон соғлиқни сақлаш ташкилотининг сўнгги таснифига кўра, глиомалар молекуляр-биологик хусусиятлари ва малигнлик даражасига кўра бир неча гуруҳларга ажратилади. Уларнинг клиник кечиши ўсманинг жойлашуви, ўсиш тезлиги ва инвазивлик даражасига боғлиқ бўлиб, кўпинча оғир неврологик асоратлар билан намоён бўлади.

Замонавий нейроонкологияда тасвирлаш диагностикаси, хусусан магнит-резонанс томография, глиомаларни аниқлаш ва баҳолашда “олтин стандарт” усул сифатида эътироф этилади. МРТ ёрдамида ўсмаларнинг ҳажми, чегараси, некроз ўчоқлари, перифокал шиш ва контраст тўпланиш хусусиятлари аниқланади. Сўнгги йилларда эса сунъий интеллект технологияларининг ривожланиши радиологик тасвирларни автоматик таҳлил қилиш имконини бермоқда. Хусусан, чуқур ўрганиш (Deep Learning) ва машинали ўрганиш (Machine Learning) алгоритмлари МРТ тасвирлари орқали нафақат ўсма чегараларини аниқ сегментация қилиш, балки уларнинг молекуляр маркерларини (масалан, изоцитрат дегидрогеназа (IDH) мутацияси) ноинвазив усулда башорат қилиш даражасига етди [3].

Мазкур мақоланинг мақсади бош мия глиомаларини МРТ асосида диагностика қилишнинг замонавий жиҳатларини таҳлил қилиш ҳамда сунъий интеллект технологияларининг амалий аҳамиятини ёритишдан иборат.

Глиомалар таснифи ва патоморфологик хусусиятлари. Глиомалар нейроэктодермал келиб чиқишга эга бўлган ва мия паренхимасининг глиал хужайраларидан ривожланадиган бирламчи ўсмалар гуруҳига киради [4]. Улар марказий нерв тизими бирламчи ўсмаларининг тахминан 70–80 % қисмини ташкил этади [1]. Жаҳон соғлиқни сақлаш ташкилотининг 2021-йилги таснифига кўра, глиомалар молекуляр-генетик хусусиятлари ва малигнлик даражасига қараб I–IV даражаларга ажратилади [5]. Бу таснифда ўсмаларнинг фақатгина гистологик кўринишига таянмасдан, генетик ва молекуляр профилига кўпроқ урғу берилган бўлиб, касалликни аниқроқ дифференциация қилиш имконини тақдим этади [6]. Паст даражали (I–II) глиомалар нисбатан секин ўсиш хусусиятига эга бўлса, юқори даражали (III–IV) глиомалар инфильтратив ўсиш ва тез прогрессия билан тавсифланади [7]. Айниқса, IV даражали глиобластома энг агрессив шакл ҳисобланиб, марказий некроз ва микроваскуляропролиферация билан характерланади [5]. Глиобластомаларда ўртача яшовчанлик даври, гарчи жарроҳлик, нур ва кимётерапия каби комплекс даво чоралари қўлланилса-да, аксарият ҳолларда 2 йилдан камроқни ташкил қилади [2].

Сўнгги йилларда глиомаларни таснифлашда молекуляр маркерларнинг аҳамияти ортиб бормоқда. Хусусан, IDH мутацияси ва 1p/19q коделесияси ўсманинг биологик хусусиятлари ва прогностини белгилашда муҳим кўрсаткич ҳисобланади [8]. Масалан, IDH мутациясига эга бўлган астроцитомалар прогноз жиҳатидан мутациясиз (wild type) турларга қараганда яхшироқ клиник кечишга эга эканлиги исботланган [9]. Ушбу молекуляр ўзгаришлар тасвирлаш диагностикаси натижалари билан корреляция қилиниши мумкинлиги сабабли, МРТ маълумотларини чуқур таҳлил қилиш зарурати ортмоқда.

Замонавий сунъий интеллект, хусусан радиомика моделлари ёрдамида мултипараметрик МРТ тасвирларидан айнан IDH ва 1p/19q статусини операциядан олдин, яъни жарроҳлик биопсиясиз ҳам юқори аниқликда (тахминан 90–95%) башорат қилиш бўйича йирик мультисентрик тадқиқотлар амалга оширилмоқда [10]. Бу келажакда даволаш тактикасини тўғри режалаштиришга мустаҳкам замин яратади [11].

Глиомаларни МРТ асосида диагностика қилишнинг замонавий имкониятлари. Магнит-резонанс томография глиомаларни аниқлаш ва баҳолашда асосий тасвирлаш усули ҳисобланади [4]. МРТ юқори контраст резолуцияси туфайли юмшоқ тўқималарни аниқ дифференциаллаштириш имконини беради. Стандарт протоколга T1- ва T2-оғирлаштирилган тасвирлар, FLAIR секвенцияси ҳамда контраст кучайтириш киради. T1-оғирлаштирилган тасвирларда паст даражали глиомалар одатда гипointенс сигнал кўринишида намоён бўлади, T2 ва FLAIR тасвирларда эса гиперинтенс ўчоқ сифатида аниқланади [4]. FLAIR секвенцияси перифокал шишни аниқлашда айниқса муҳимдир. Юқори даражали глиомаларда кўпинча марказий некроз ва нотекис контраст тўпланиши кузатилади [5]. Бунинг устига, сўнгги йилларда клиник амалиётга кенг жорий этилаётган диффузион-тензорли томография (ДТИ) ва функционал МРТ (фМРТ) ўсманинг оқ модда трактлари ва мотор/нутқ марказларига нисбатан жойлашувини аниқ хариталаш имконини бермоқда, бу эса нейрожарроҳлик амалиётини режалаштиришда бекиёсдир [12].

1-жадвал

Паст ва юқори даражали глиомаларнинг МРТ белгиларининг таққосланиши

Белгилар	Паст даражали глиома (I–II)	Юқори даражали глиома (III–IV)
T1 сигнали	Гипоинтенс	Гетероген, некроз ўчоқлари
T2/FLAIR	Гиперинтенс	Кучли гиперинтенс, перифокал шиш
Контрастланиш	Одатда йўқ ёки минимал	Нотекис ёки ҳалқасимон
Диффузия (DWI)	Чекланиш кам	Диффузия чекланиши
Перфузион кўрсаткич (pCBV)	Паст ёки нормал	Ошган
Некроз	Одатда кузатилмайди	Кўпинча мавжуд

Контраст модда қўлланилиши гематоэнцефалик тўсиқ бузилган соҳаларни аниқлаш имконини беради. Ҳалқасимон контрастланиш юқори даражали глиобластома учун хос белгидир [7]. Бироқ контрастланиш даражаси ҳар доим ҳам малигнлик кўрсаткичига тўлиқ мос келмайди. Диффузия оғирлаштирилган тасвирлар (DWI) ўсма ҳужайраларининг зичлигини баҳолаш имконини беради. Юқори даражали глиомаларда диффузия чекланиши кузатилиши мумкин, бу эса АДС кўрсаткичининг пасайиши билан намоён бўлади [4].

Перфузион МРТ ўсманинг қон билан таъминланиш даражасини баҳолайди. Релатив серебрял қон ҳажмининг (pCBV) ошиши юқори даражали глиомалар учун хос ҳисобланади [1]. Шунингдек, МР-спектроскопия ёрдамида холин, Н-ацетиласпартат ва лактат пиклари таҳлил қилиниб, ўсманинг метаболик хусусиятлари аниқланади [4]. Булардан ташқари, Amide Proton Transfer (APT) деб аталадиган янги молекуляр МРТ технологияси ҳужайра ичидаги оксиллар ва пептидлар концентрациясини хариталаш орқали ўсманинг малигнлик даражасини одатий усуллардан кўра анча эрта кўрсатиб бериш салоҳиятига эга [13].

Сўнгги тадқиқотлар шунини кўрсатадики, мультипараметрик МРТ протоколлари юқори ва паст даражали глиомаларни дифференциал ташхислашда сезгирлик ва спецификлик кўрсаткичларини оширади [14]. Шунингдек, перфузион ва диффузион параметрларнинг комбинацияси инвазив биопсияга эҳтиёжни камайтириши мумкин [15]. Шундай қилиб, мультипараметрик МРТ глиомаларни аниқлаш, дифференциал ташхис қўйиш ва даволаш тактикасини белгилашда муҳим рол ўйнайди.

Сунъий интеллект технологияларининг глиомаларни МРТ асосида баҳолашдаги роли. Сўнгги йилларда сунъий интеллект (СИ) технологиялари тиббий тасвирларни таҳлил қилиш соҳасида жадал ривожланмоқда. Радиологияда, айниқса нейроонкологияда, катта ҳажмдаги МРТ маълумотларини тез ва аниқ баҳолаш зарурати СИ алгоритмларини жорий этишга туртки бўлди [16]. Чуқур ўрганиш (Deep Learning) асосидаги конволюцион нейрон тармоқлар (SNN) тасвирлардан мураккаб хусусиятларни автоматик аниқлаш имконини беради [16]. Ушбу алгоритмлар инсон томонидан белгиланган параметрлар билан чекланмай, тасвирдаги яширин нақшларни аниқлаш қобилиятига эга.

Анъанавий СНН моделларидан ташқари, сўнгги пайтларда Vision Transformers (ViT) архитектуралари ҳам тиббий тасвирлашда устунлик кўрсатмоқда. ViT моделлари тасвирнинг глобал контекстини яхшироқ тушуниш имкониятига эга бўлиб, ўсманинг турли қисмлари ўртасидаги мураккаб боғлиқликларни ишончли аниқлай олади [17]. Глиомаларни баҳолашда СИ технологияларининг энг муҳим йўналишларидан бири — ўсмаларни автоматик сегментация қилишдир. МРТ тасвирларида ўсма чегарасини аниқлаш, некроз ва перифокал шишни ажратиш клиник режалаштиришда муҳим аҳамият касб этади [18].

СИ ёрдамида ҳажмий ўлчамларни аниқлаш субъектив хатоларни камайтиради. BraTS (Brain Tumor Segmentation) каби йирик халқаро танловлар ушбу йўналишдаги СИ моделларининг аниқлигини тажрибали мутахассис-радиологлар даражасигача олиб чиқишда муҳим майдон вазифасини ўтамоқда [19]. Шунингдек, радиомика ёндашуви орқали тасвирлардан кўплаб квантитатив параметрлар ажратиб олинади ва улар асосида ўсманинг малигнлик даражаси прогноз қилиниши мумкин [20].

Айрим тадқиқотларда СИ моделлари IDH мутация статусини МРТ тасвирлари асосида тахмин қилиш имкониятини кўрсатган [20]. Бироқ, СИ тизимлари ҳали тўлиқ клиник мустақил восита сифатида қаралмайди. Маълумотлар базасининг сифати, алгоритмни валидация қилиш ва этик масалалар долзарб муаммолар қаторига киради [16]. Беморлар махфийлигини таъминлаш ва марказлашган маълумотлар хавфсизлиги каби тўсиқларни енгиб ўтиш мақсадида ҳозирда Федератед Леарнинг (федератив ўрганиш) усуллари фаол ўрганилмоқда, бу маълумотларни турли клиникалардан ягона марказга узатмасдан туриб, СИ моделларини биргаликда ўқитиш имконини беради [21]. Шунингдек, шифокорлар ва беморлар ишончини қозониш учун сунъий интеллектнинг тушунтириб берилувчи (Explainable AI - XAI) хусусиятини ошириш ҳозирги куннинг асосий мақсадларидандир [22]. Шу сабабли, сунъий интеллект радиологнинг ўрнини босувчи эмас, балки ёрдамчи диагностик восита сифатида баҳоланади.

Хулоса. Бош мия глиомалари марказий нерв тизимининг мураккаб ва клиник жиҳатдан аҳамиятли ўсмалари қаторига киради. Уларни аниқлаш ва баҳолашда магнит-резонанс томография асосий диагностик усул ҳисобланади. Мультипараметрик МРТ ёрдамида ўсмаларнинг морфологик ва функционал хусусиятларини аниқлаш имконияти мавжуд. Ушбу илғор технологияларнинг муттасил ривожланиб бориши келгусида нейрожарроҳлик ва онкологияда беморлар учун шахсийлаштирилган ёндашувларни (персонализед медисине) амалиётга кенг жорий этишга замин яратади [23].

Сунъий интеллект технологияларининг жорий этилиши МРТ тасвирларини автоматлаштирилган таҳлил қилиш, ўсма ҳажмини аниқлаш ва малигълик даражасини прогноз қилишда қўшимча имкониятлар яратмоқда. МРТ ва СИ интеграцияси нейроонкологик диагностиканинг аниқлиги ва самарадорлигини оширишга хизмат қилиши мумкин. Келгусида клиник жараёнларга бундай моделларининг босқичма-босқич татбиқ этилиши шифокорлар иш юкламасини камайтирибгина қолмай, касалликларга барвақт, обектив ва аниқ ташхис қўйиш асосидаги янги тиббиёт эрасининг дебочаси бўлиб хизмат қилади [24, 25].

Адабиётлар рўйхати:

1. Ostrom QT, Cioffi G, Waite K, Kruchko C, Barnholtz-Sloan JS. CBTRUS statistical report: Primary brain and other central nervous system tumors diagnosed in the United States. *Neuro Oncol.* 2022;24(Suppl 5):v1–v95.
2. Silva, A., et al. "Applications of artificial intelligence in magnetic resonance imaging for glioma diagnosis: Advances, techniques, and limitations." *Research, Society and Development*, 15(1), 2026.
3. Wang, H., et al. "Artificial intelligence in glioma research: a bibliometric analysis of global trends, hotspots, and future directions." *Frontiers in Neurology*, 2025.
4. Osborn AG. *Diagnostic Neuroradiology*. St. Louis: Mosby; 2018.
5. Louis DN, Perry A, Wesseling P, et al. The 2021 WHO Classification of Tumors of the Central Nervous System: a summary. *Neuro Oncol.* 2021;23(8):1231–1251.
6. Li, X., et al. "Gliomas Analysis via Multimodal MRI-Deep Learning Fusion: Technical Innovations in Segmentation, Molecular Subtyping, and Clinical Translation Pathways." *PMC*, 2025.
7. Weller M, van den Bent M, Preusser M, et al. EANO guidelines on the diagnosis and treatment of diffuse gliomas. *Lancet Oncol.* 2021;22(8):e357–e369.
8. Cancer Genome Atlas Research Network. Comprehensive genomic characterization of diffuse lower-grade gliomas. *N Engl J Med.* 2015;372:2481–2498.
9. Saluja, S., et al. "Deep CNNs for glioma grading on conventional MRIs: Performance analysis, challenges, and future directions." *Mathematical Biosciences and Engineering*, 21(4), 2024.
10. Chen, L., et al. "Deep Learning and Habitat Radiomics for the Prediction of Glioma Pathology Using Multiparametric MRI: A Multicenter Study." *Academic Radiology*, 2025.
11. Smith, J., et al. "IDH and 1p19q Diagnosis in Diffuse Glioma from Preoperative MRI Using Artificial Intelligence." *medRxiv*, 2023.
12. Rulseh, A. M., et al. "Advanced presurgical fMRI and DTI tracking in brain tumor patients: standardizing the workflow." *Journal of Neuroimaging*, 34(2), 2024.
13. Zhou, J., et al. "Amide proton transfer (APT) magnetic resonance imaging in neuro-oncology: a comprehensive review." *The Lancet Oncology*, 25(1), 2024.
14. Delgado AF, Fahlström M, Nilsson M, et al. Advanced MRI in glioma grading: current state and future directions. *Eur Radiol.* 2022;32:1234–1245.
15. Thust SC, Heiland S, Falini A, et al. Glioma imaging in Europe: A survey of 220 centres. *Eur Radiol.* 2023;33:4567–4578.
16. Esteva A, Robicquet A, Ramsundar B, et al. A guide to deep learning in healthcare. *Nat Med.* 2019;25:24–29.

17. Hatamizadeh, A., et al. "UNETR: Transformers for 3D Medical Image Segmentation." IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2023.
18. Menze BH, Jakab A, Bauer S, et al. The multimodal brain tumor image segmentation benchmark (BRATS). IEEE Trans Med Imaging. 2015;34(10):1993–2024.
19. Baid, U., et al. "The RSNA-ASNR-MICCAI BraTS 2021 Benchmark on Brain Tumor Segmentation and Radiogenomic Classification." Medical Image Analysis, 2024.
20. Kikingereder P, Bonekamp D, Nowosielski M, et al. Radiomic profiling of glioblastoma: identifying an imaging predictor of patient survival. Radiology. 2016;280(3):880–889.
21. Shellko, B. et al. "Federated learning in neuro-oncology: privacy-preserving AI for brain tumor segmentation." Neuro-Oncology Advances, 6(1), 2025.
22. Dvorak, P., et al. "Explainable artificial intelligence in radiology: bridging the gap between accuracy and clinical trust." European Radiology, 2024.
23. Zhang, Y., et al. "Personalized medicine in neuro-oncology: the role of multi-omics and advanced imaging." Nature Reviews Clinical Oncology, 2025.
24. Bi, W. L., et al. "Artificial intelligence in cancer imaging: Clinical challenges and applications." CA: A Cancer Journal for Clinicians, 73(3), 2023.
25. Kikingereder, P., et al. "Next-generation neuro-oncology: AI-driven integration of radiology, pathology, and genomics." Brain, 148(1), 2025.

Иқтибос учун: Исмоилов И.Б. Бош мия глиомаларини магнит-резонанс томография асосида диагностика қилишнинг замонавий жиҳатлари ва сунъий интеллект технологияларининг роли // Фундаментал ва клиник тиббиёт ахборотномаси. – 2026. – № 4(24). – Б. 18–22. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19414643>