

ЖАРРОҲЛИК АМАЛИЁТИДАН КЕЙИНГИ АСОРАТЛАРНИ ПРОГНОЗЛАШДА СУНЪИЙ ИНТЕЛЛЕКТНИНГ РОЛИ

Исмаилов У.С

Абдуллаев С.Ю

Мадатов К.А

Тошкент давлат тиббиёт университети, Тошкент

АННОТАЦИЯ

Бутун дунё бўйича операциядан кейинги асоратлар: госпитализация муддатининг узайиши, соғлиқни сақлаш харажатларининг ошиши ва ўлим ҳолатлари юқорилигининг асосий сабаби бўлиб қолмоқда. Сунъий интеллект (СИ) соҳасидаги сўнгги ютуқлар анъанавий клиник баҳолаш тизимларига нисбатан хавфларни башорат қилишни такомиллаштириши мақсадида мураккаб периператив маълумотларни интеграция қила оладиган машинавий ўрганиши (МО) ва чуқур ўрганиши (ЧЎ) моделларини ишлаб чиқишига имкон беради.

Замонавий технологиялар ва сунъий интеллектнинг жарроҳлик соҳасида қўлланилишига қаратилган илмий ишлар фақат маълум жарроҳлик усуллари, маълум қисмдаги муайян муаммолар ёки сунъий интеллектнинг ўзига хос ёндашувларига эътибор қаратади, бу эса уларнинг умумий жарроҳликдаги қўлланилишига, периператив прогноз қилиш имкониятларини чекланишига сабаб бўлади. Умумий жарроҳликда операциядан кейинги асоратларни башорат қилиш учун сунъий интеллектга асосланган моделлар бўйича мавжуд маълумотларни объектив баҳолаш, сўнгги янгиликларни умумий жарроҳлик соҳасига тўлиқ тадбиқ қилиш олдимизда турган кейинги босқич муаммолари ҳисобланади.

Калит сўзлар: *сунъий интеллект, машинали ўрганиш, чуқур ўрганиш, умумий жарроҳлик, операциядан кейинги асоратлар.*

Замонавий жарроҳлик амалиётининг энг катта муаммоларидан бири операциядан кейинги асоратлар бўлиб, ҳанузгача долзарблигича қолмоқда. Асоратлар бевосита беморларнинг амалиётдан кейинги ўлим кўрсаткичига, касалхонада қолиш муддатига, қайта мурожаат қилиш даражасида, соғлиқни сақлаш харажатларининг ошишига ва ҳаёт сифатининг пасайишига сезиларли таъсир кўрсатади [1, 4].

Умумий жарроҳлик амалиёти ўтказилаётган беморларнинг сезиларли фоизи, жарроҳлик техникаси ва технологияси, анестезия, периператив назорат ва реабилитация режимларининг яхшиланганлигига қарамай, ҳали ҳам қийинчиликларга дуч келмоқда. Ҳар йили дунёда 313 миллионга яқин жарроҳлик амалиёти ўтказилади ва амалиётнинг мураккаблиги, беморларнинг ёндош касалликлари ва муассаса ресурсларига қараб, беморларнинг 10-30 фоизида

операциядан кейинги муаммолар юзага келади. Ҳар йили жарроҳлик амалиётидан кейинги 30 кун ичида тахминан 4,2 миллион киши вафот этади. Афсуски жарроҳлик амалиётидан кейинги ўлим кўрсаткичлари бутун дунё бўйлаб олдини олиш мумкин бўлган ўлимнинг асосий сабабларидан бири ҳисобланади. Бу кўрсаткичлар операциядан олдинги хавфни аниқ баҳолаш ва юқори хавф омиллари мавжуд беморларни эрта аниқлашнинг зарурлигини таъкидлайди [1,2].

Колоректал жарроҳлик, гепатобилиар жарроҳлик, ошқозон ости беzi жарроҳлиги, ошқозон-ичак тизимининг юқори қисми жарроҳлиги, кўкрак беzi жарроҳлиги, эндокрин жарроҳлик, шошилиш қорин бўшлиги жарроҳлиги, бариатрик жарроҳлик ва чурра пластикаси - буларнинг барчаси умумий жарроҳликнинг кенг тарқалган тоифасига киради. Операцион жароҳат инфекцияси (ОЖИ), анастомоз оқмаси, операциядан кейинги қон кетиши, веноз тромбоземболия, сепсис, ўткир буйрак етишмовчилиги (ЎБЎ), нафас етишмовчилиги, реанимация бўлимида узоқ вақт ётқизиш, режали бўлмаган қайта амалиёт, госпитализация ва операциядан кейинги ўлим кўрсаткичлари, минимал инвазив усуллар ва периператив ёрдамнинг яхшиланишига қарамай, операциядан кейинги асоратларнинг энг кўп учрайдиган турлари бўлиб қолмоқда. Ушбу нохуш ҳодисалар беморларнинг соғайишини кечиктиришдан ташқари, соғлиқни сақлаш харажатларини ва ресурслардан фойдаланишни сезиларли даражада оширади. Натижада, юқоридаги санаб ўтилган асоратларнинг пайдо бўлишидан олдин, юқори хавф гуруҳида бўлган беморларнинг периператив баҳоланиши ва тайёрланиши катта эътибор талаб қилиниши очикланади [1-4].

Америка Анестезиологлар Жамияти (ААА) жисмоний ҳолат таснифи, ўлим ва касалланишни ҳисоблаш учун физиологик ва операцион оғирлик балли (POSSUM-Physical Status Classification, Physiological and Operative Severity Score for the Enumeration of Mortality and Morbidity), П-ПОССУМ (Portsmouth POSSUM), Миллий жарроҳлик сифатини яхшилаш дастури (NSQIP- National Surgical Quality Improvement Program) Жарроҳлик Хавф Ҳисоблагичи (Surgical Risk Calculator) Charlson Коморбидлик Индекси (Charlson Comorbidity Index) ва бир нечта процедурага хос прогноз қилиш моделлари тарихан клиник қарор қилишда қўлланилган, тасдиқланган баҳолаш тизимларига мисол бўлади. Ушбу анъанавий усуллар беморларга маслаҳат бериш ва периператив қарорлар қабул қилишга катта ҳисса қўшган бўлсада, уларнинг ўзига хос камчиликлари ҳам мавжуд [5,7].

Анъанавий статистик моделларнинг аксарияти демографик хусусиятлар, ҳамроҳ касалликлар, лаборатория натижалари, интраоперацион физиологик кўрсаткичлар, тасвирлар хусусиятлари, ҳулосалари ва операциядан кейинги клиник жараёнлар ўртасидаги мураккаб ўзаро алоқадор бўлмаган таъсирларни ҳисобга олган ҳолда баҳолаш қобилиятига эга бўлмаганлиги билан чекланган, чунки улар чизикли регрессия усуллари ва бўлиши мумкин бўлган ўзгарувчилар бўйича олдиндан белгиланган тахминларга таянади. Бундан ташқари, кўплаб

ҳозирги башорат моделларининг имкониятлари, биринчи марта ташкил этилганидан фарқ қиладиган турли хил беморлар гуруҳлари ёки муассасаларга қўлланилганда чекланган [5-7].

Электрон тиббий қайдлар (ЭХР), лаборатория ахборот тизимлари, рентгенологик тасвирлаш, операция пайтидаги физиологик кузатув, тақиладиган технологиялар ва интенсив терапия мониторинги платформалари соғлиқни сақлашнинг тезкор рақамлаштирилиши натижасида катта миқдордаги тизимли ва тизимли бўлмаган клиник маълумотларни тақдим этди. Ушбу юқори ўлчамли ва турли ҳилдаги маълумотлар тўпламларининг мавжудлиги жарроҳликда сунъий интеллектдан (СИ) фойдаланиш учун шу пайтгача мавжуд бўлмаган имкониятлар эшигини очди. Сунъий интеллект роботларга ўрганиш, фикрлаш, намуналарни аниқлаш, қарор қабул қилиш ва инсон ақл-заковатини талаб қиладиган башорат қилиш каби фаолиятларни амалга ошириш имконини берувчи ҳисоблаш усулларини ўз ичига олади. Чуқур ўрганиш (DL), бир нечта яширин қатламларга эга сунъий нейрон тармоқларидан фойдаланадиган машинали ўрганиш (ML) нинг бир қисми бўлиб, катта маълумотлар тўпламларидан мураккаб хусусиятларни автоматик равишда ажратиб олишга имкон берса, машинали ўрганиш (ML) алгоритмларга мавжуд маълумотлардан аниқ дастурлашсиз ўрганиш имконини беради [8-11].

Анъанавий статистик усуллардан фарқли ўларок, сунъий интеллект алгоритмлари бир вақтнинг ўзида юзлаб ёки минглаб клиник ўзгарувчиларни бирлаштириши ва анъанавий таҳлилий усуллар эътибордан четда қолдирадиган майда нозичликлари боғлиқликларни аниқлаши мумкин. Тиббиётнинг турли соҳаларида логистик регрессия (logistic regression), қарор дарахтлари (decision trees), тасодифий ўрмонлар (random forests), қўллаб-қувватловчи вектор машиналари (support vector machines), градиентни кучайтириш машиналари (gradient boosting machines), экстремал градиентни кучайтириш (XGBoost), CatBoost ва LightGBM каби назорат остидаги ўрганиш алгоритмлари, шунингдек, чуқур нейрон тармоқлари, конволюцион нейрон тармоқлари (CNN), рекуррент нейрон тармоқлари (RNN) ва трансформаторга асосланган архитектуралар каби алгоритмлар ажойиб башорат қилиш қобилиятини кўрсатди. Ушбу моделлар диагностиканинг аниқлигини ошириш, периператив хавф стратификациясини оптималлаштириш, операциядан кейинги асоратларни башорат қилиш, клиник қарорлар қабул қилишда ёрдам бериш ва улкан маълумотлар тўпламларидан доимий равишда ўрганиш орқали беморларга индивидуал ёрдам кўрсатиш имкониятини кўрсатди [8,12-15].

Сўнгги ўн йил ичида жарроҳликда сунъий интеллектдан фойдаланиш сезиларли даражада ўсди. Автоматлаштирилган рентгенологик ва патологик тасвирларни талқин қилиш, жарроҳлик амалиётини режалаштириш, компьютер ёрдамида навигация, роботлаштирилган жарроҳлик, интраоперацион қарор қабул

қилишни қўллаб-қувватлаш, операциядан кейинги асоратларни башорат қилиш, реанимация бўлимидаги аҳволнинг ёмонлашишини башорат қилиш, касалхонага қайта ётқизишни башорат қилиш ва ўлимни башорат қилиш кабилар жорий қўлланилиш соҳаларининг айримларидир. Реал вақт режимида шахсийлаштирилган хавф баҳоларини ишлаб чиқариши мумкин бўлган тўлиқ башорат моделларини яратиш учун сунъий интеллект тизимлари демографик маълумотлар, касаллик тарихи, лаборатория таҳлиллари, физиологик кўрсаткичлар, операцион омиллар, анестезия қайдлари ва инструментал текширув тасвирлари натижаларини ўз ичига олиши мумкин. Ушбу кўникмалар периператив режалаштиришни сезиларли даражада яхшилаш, муҳим парвариш ресурсларини максимал даражада тақсимлаш, ҳамкорликда қарор қабул қилишни рағбатлантириш ва беморларнинг умумий аҳволини ёмонлашишидан олдин тезкор профилактик муолажаларни амалга ошириш имконини беради [10,14-16].

Тобора кўпайиб бораётган тадқиқотлар шуни кўрсатадики, демография, олдиндан мавжуд бўлган ёндош касалликлар, лаборатория синовлари, физиологик малумотлар, операция пайтидаги гемодинамик кўрсаткичлар, рентгенологик тасвирлаш, операция тафсилотлари ва операциядан кейинги мониторинг маълумотлари каби турли беморнинг маълумотлари манбаларини бирлаштириш орқали сунъий интеллектга асосланган прогноз моделлари периператив хавфни баҳолашни сезиларли даражада яхшилаши мумкин. Сунъий интеллект алгоритмлари анъанавий регрессияга асосланган моделларга қараганда кўплаб ўзгарувчи корсаткичлар ўртасидаги мураккаб муносабатларни яхшироқ аниқлайди, бу эса операциядан кейинги даврда асоратлар хавфи юқори бўлган беморларни эрта аниқлаш имконини беради. Жарроҳлик соҳаси инфекцияси, анастомоз чоклари ноқобиллиги ва шу соҳа оқмаси, операциядан кейинги қон кетиши, ўткир буйрак етишмовчилиги, нафас етишмовчилиги, юрак-қон томир тизими асоратлари, реанимация бўлимида госпитализация муддатининг узайиши, режадан ташқари қайта амалиёт ва қабул қилиш ва операциядан кейинги ўлим кўрсаткичлари кабилар прогностик самарадорликка эгаллиги аниқланган асоратлар қаторига киради [14-16].

Сунъий интеллектнинг периператив босқичда доимий равишда ўзгариб турадиган шахсий хавфларни баҳолаш қобилияти унинг энг катта афзалликларидан биридир. Сунъий интеллект моделлари, одатда операциядан олдинги статик хусусиятларга таянадиган анъанавий баҳолаш усулларида фарқли ўлароқ, операциядан кейинги хавфни доимий равишда янгилаб турадиган баҳолаш хусусиятига эга бўлиб, бунинг учун динамик интраоперацион физиологик кўрсаткичлар, анестезия қайдлари ва реал вақт режимидаги мониторинг маълумотларини доимий қайта ишлаб туриши мумкин. Эрта клиник аралашув, ресурсларни яхшироқ тақсимлаш, операциядан кейинги мослаштирилган кузатув ва зарурат туғилганда шошилиш тиббий ёрдамга зудлик

билан қабул қилиш - буларнинг барчаси ушбу имконият туфайли мумкин бўлади. Кейинги тадқиқотлар шуни кўрсатдики, фақат клиник хусусиятларга асосланган моделлар билан солиштирганда, интраоперацион тўлқин шакли таҳлили ва электрон соғлиқни сақлаш ёзувларининг комбинацияси операциядан кейинги аҳволнинг ёмонлашишини башорат қилишни сезиларли даражада яхшилади [10,13].

Жарроҳликда чуқур ўрганиш иловаларининг ривожланиши юқори аниқликдаги тасвирларнинг мавжудлиги туфайли ҳам тезлашди. Жарроҳлик амалиётини режалаштириш ва анатомик таниб олиш учун конволюцион нейрон тармоқлари компьютер томографияси (КТ), магнит-резонанс томография (МРТ), ультратовуш текшируви ва операция пайтидаги тасвирларни ўқишда ажойиб натижаларни кўрсатди. Бундан ташқари, муҳим анатомик тузилмаларни аниқлашни осонлаштириш, техник хатоларни камайтириш ва жарроҳлик навигациясини такомиллаштириш орқали компьютер кўриш тизимлари роботлаштирилган жарроҳлик платформалари билан биргаликда интраоперацион аниқликни оширади. Ушбу технологиялар, айниқса, аниқ анатомик идентификация операциядан кейинги натижаларга бевосита таъсир кўрсатадиган минимал инвазив муолажаларда, масалан, лапароскопик колоректал резекциялар, гепатобилиар жарроҳлик, ошқозон ости беги жарроҳлиги ва бариатрик жарроҳликларда фойдали эканлиги исботланди [14,15].

Тиббиётда диагностиканинг аниқлиги инструментал текширув методларининг ривожланганлиги ва аниқлилик даражаси ошгани билан ифодаланади. Жарроҳлик амалиётига кўрсатмаларни аниқлаш ва режалаштиришда конволюцион нейрон тармоқлари компьютер томографияси (КТ), магнит-резонанс томография (МРТ), ультратовуш текшируви (УТТ) ва операция пайтидаги тасвирларни ўрганишда ажойиб натижаларни кўрсатди. Бундан ташқари, муҳим анатомик тузилмаларни аниқлашни осонлаштириш, техник хатоларни камайтириш ва жарроҳлик навигациясини такомиллаштириш орқали компьютер кўриш тизимлари, роботлаштирилган жарроҳлик платформалари билан биргаликда интраоперацион аниқликни оширади. Ушбу технологиялар, айниқса, аниқ анатомик идентификация операциядан кейинги натижаларга бевосита таъсир кўрсатадиган минимал инвазив муолажаларда қол қилиши исботланди [11,14-16].

Сунъий интеллект башорат моделларининг умумлаштирилиши яна бир муҳим масаладир. Соғлиқни сақлаш тизимларидаги алгоритм самарадорлигига беморлар демографияси, касаллик хусусиятлари, периператив бошқарув тартиб-қоидалари, электрон тиббий ҳужжатлар тузилмалари ва муассаса сиёсатидаги фарқлар сезиларли таъсир кўрсатиши мумкин. Натижада, юқори ихтисослашган учинчи даражали тиббий ёрдам муассасаларида яратилган моделлар камроқ ресурслар мавжуд бўлган шароитларда ёки жамоат шифохоналарида самарали ишлай олмайди. Бутун дунё бўйича тиббиёт соҳасидаги ахлоқий муаммолар,

жумладан, бемор маълумотларининг махфийлиги, алгоритмик нохолислик, адолатли ёндашилмаслик, тушунтириш имконияти, меъёрий назорат ва тиббий-хукукий жавобгарлик кабилар юқорида қайд этилган техника ютуқларини кенг миқёсда қўллашга маълум даражада тўсқинлик қилмоқда. Мавжуд маълумотларга кўра, сунъий интеллект жарроҳлар ва анестезиологларга клиник ҳукм ролини эмас, балки периоперацион қарорлар қабул қилишда ёрдам берадиган мураккаб клиник қарор қабул қилишни қўллаб-қувватлаш воситаси бўлиб хизмат қилиши керак [11,13,15].

Периоперацион башоратли таҳлилнинг навбатдаги тўлқини «Explainable artificial intelligence» (ХАИ), «рақамли эгизаклар», «федератив ўрганиш», «мултимодал машинали ўрганиш» ва «кўп тиллилик» моделларининг ривожланиши билан ифодаланади. Шифокорларга модель башоратлари ҳақида кўпроқ тушунча бериш орқали, Шаплей қўшимча тушунтиришлари (ShAP) ва маҳаллий талқин қилинадиган модель-агностик тушунтиришлар (LIME) каби тушунтириш усуллари очиқлик ва ишончни оширади. Шунга ўхшаш, федератив таълим беморларнинг махфийлигини ҳимоя қилган ҳолда бир нечта муассасаларда ҳамкорликда модель куришни осонлаштириш орқали изоляцияланган бир марказли маълумотлар тўпламларининг кўплаб камчиликларини енгиб ўтиши мумкин. Ушбу техник ишланмалар кенг қўламли беморлар популяциясида аниқ периоператив тиббиётни таъминлай оладиган ишончли, ташқи томондан тасдиқланган башорат моделларини яратишни осонлаштириши кутилмоқда [15, 16].

Ҳозирда сўнгги ўн йил ичида жарроҳликда сунъий интеллектни қўллашни тавсифловчи адабиётлар сезиларли даражада ўсганлигига қарамай, энг сўнгги далиллардан фойдаланган ҳолда умумий жарроҳликнинг бутун спектри бўйлаб операциядан кейинги асоратларни сунъий интеллект асосида башорат қилишни махсус баҳолайдиган пухта синтез мавжуд эмас.

Замонавий технологиялар ва Сунъий интеллектнинг жарроҳлик соҳасида қўлланилишига қаратилган илмий ишлар фақат маълум жарроҳлик усуллари, маълум қисмдаги муайян муаммолар ёки сунъий интеллектнинг ўзига хос ёндашувларига эътибор қаратади, бу эса уларнинг умумий жарроҳликдаги қўлланилишига, периоператив прогноз қилиш имкониятларини чекланишига сабаб бўлади. Бундан ташқари, сўнгги йилларда нашр этилган бир қатор ажойиб мақолалар тушунтириб бўладиган сунъий интеллект, машинали ўрганиш, чуқур ўрганиш ва реал вақт режимидаги башоратли таҳлил бўйича билимлар тўпламини сезиларли даражада оширди, бу эса янгиланган ва чуқур баҳолашни талаб қилади. Умумий жарроҳликда операциядан кейинги асоратларни башорат қилиш учун сунъий интеллектга асосланган моделлар бўйича мавжуд маълумотларни объектив баҳолаш, сўнгги янгиликларни умумий жарроҳлик соҳасига тўлиқ тадбиқ қилиш олдимизда турган кейинги босқич муаммолари ҳисобланади.

Адабиётлар рўйхати

1. Bihorac A, Ozrazgat-Baslanti T, Ebadi A, Motaei A, Madkour M, Pardalos PM, et al. MySurgeryRisk: Development and validation of a machine-learning risk algorithm for major complications and death after surgery. *Ann Surg.* 2019;269(4):652-662.
2. Bilimoria KY, Liu Y, Paruch JL, Zhou L, Kmiecik TE, Ko CY, et al. Development and evaluation of the universal ACS NSQIP Surgical Risk Calculator. *J Am Coll Surg.* 2013;217(5):833- 842.
3. Bronnert R, Besch G, Hild O, et al. Performance of artificial intelligence models for predicting intraoperative complications during surgery in real time: A systematic review and metaanalysis protocol. *BMJ Open.* 2025;15:e106204.
4. Chung P, Fong CT, Walters AM, Aghaeepour N, Yetisgen M, O'Reilly-Shah VN. Large language model capabilities in perioperative risk prediction and prognostication. *JAMA Surg.* 2024;159(8):928-937.
5. Collins GS, Dhiman P, Navarro CLA, Ma J, Hooft L, Reitsma JB, et al. Protocol for development of the TRIPOD-AI and PROBAST-AI reporting and risk of bias tools for studies developing or validating artificial intelligence prediction models. *BMJ Open.* 2021;11:e048008.
6. Fuentes SMS, Chávez LAF, López EMM, Cardona CDC, Goti LLM. The impact of artificial intelligence in general surgery: Enhancing precision, efficiency, and outcomes. *Int J Res Med Sci.* 2025;13(1):293-297.
7. Hassan Mukhtar M, Ahmed AUB, Mohammed MAS, Alsubhi AF, Aljuaid SH, Almutairi AK, et al. The role of artificial intelligence in the prediction of bariatric surgery complications: A systematic review. *Cureus.* 2025;17(4):e82461.
8. Lundberg SM, Lee SI. A unified approach to interpreting model predictions. *Adv Neural Inf Process Syst.* 2017;30:4765-4774.
9. Mathis MR, Engoren MC, Williams AM, Biesterveld BE, Croteau AJ, Cai L, et al. Prediction of postoperative deterioration in cardiac surgery patients using electronic health record and physiologic waveform data. *Anesthesiology.* 2022;137(5):586-601.
10. Moll V, Khanna AK, Mathur P. Artificial intelligence for the prediction of postoperative complications in the critically ill. *Crit Care Sci.* 2025;37:e20250025.
11. Nepogodiev D, Martin J, Biccari B, Makupe A, Bhangu A; GlobalSurg Collaborative. Global burden of postoperative death. *Lancet.* 2019;393(10170):401.
12. Russell SJ, Norvig P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach.* 4th ed. Pearson; 2021.
13. Spence J, LeManach Y, Chan MTV, Wang CY, Sigamani A, Xavier D, et al. Association between complications and death within 30 days after noncardiac surgery. *CMAJ.* 2019;191(30):E830-E837
14. Topol EJ. High-performance medicine: The convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med.* 2019;25(1):44-56.

15. van de Sande D, van Genderen ME, Huiskens J, Gommers D, van Bommel J. Moving from bytes to bedside: A systematic review on the use of artificial intelligence in the intensive care unit. *Intensive Care Med.* 2021;47(7):750-760.