

**«Цифрлық иммуногистохимиялық репозиторий және машиналық диагностикасы
сүт безі қатерлі ісігінің дәлме-дәл медицинасының ажырамас элементтері ретінде»**

Дуненова Гаухар Абу қызының

**8D10101 - - Қоғамдық денсаулық сақтау білім беру бағдарламасы бойынша
философия докторы (PhD) дәрежесін іздену диссертациясының**

АНДАТПАСЫ

Зерттеу тақырыбының өзектілігі: Сүт безі обыры (СБО) әйелдер арасында дүние жүзінде жетекші онкологиялық аурулардың бірі болып табылады: 2020 жылы 2,3 млн жаңа жағдай және 680 мыңнан астам өлім тіркелген (Sung et al., 2021). Жоғары аурушандық (>80 100 000 әйелге шаққанда) жоғары табысты елдерде (Австралия, Жаңа Зеландия, Еуропа, Солтүстік Америка) байқалады, ал ең төменгі көрсеткіштер (<40 100 000-ға шаққанда) Орталық Америка, Африка, Оңтүстік және Орталық Азия елдерінде тіркелген (Heer et al., 2020). Жоғары аурушандыққа қарамастан, дамыған елдерде өлім-жітім төмен деңгейде қалады (100 000 адамға шаққанда 12–15) тиімді скрининг пен емдеудің арқасында, ал өтпелі экономикасы бар елдерде ол 17%-ға жоғары (Sung et al., 2021). Жоғары табысты елдерде 5 жылдық өмір сүру деңгейі 90%-дан асады, ал Үндістанда бұл көрсеткіш 66%, ал Оңтүстік Африкада – 40% құрайды (WHO). Қазақстанда СБО әйелдердегі онкологиялық аурулар арасында бірінші орынды алып, бес жылдық өмір сүру жалпы деңгейі 57,1%-ды құрайды (Д.Р. Кайдарова et al., 2023). Globocan (2022) деректеріне сәйкес, 4570 жаңа жағдай және 1574 өлім тіркелген, ал стандартталған аурушандық және өлім-жітім көрсеткіштері сәйкесінше 100 000 адамға шаққанда 36,9 және 12,3 құрады (Ferlay et al., 2021).

Иммуногистохимиялық (ИГХ) рецепторлық статусын анықтау СБО диагностикасындағы негізгі кезеңге айналды (Francis et al., 2022), бұл прецизиондық медицинаның СБО емдеуінде басталғанын көрсетеді. ИГХ СБО-ны HER2-позитивтілерді қоса алғанда бес негізгі түрге жіктеуге мүмкіндік береді (Goddard et al., 2011; Gradishar et al., 2022; Hammond et al., 2010), бұл емдеу таңдауында және өмір сүру болжамында шешуші рөл атқарады (Bradley et al., 2021; Mitri et al., 2012). HER2 ИГХ суреттерін визуалды талдау күрделі және көп уақытты талап ететін процесс болып табылады, жоғары біліктілікті және дәлдікті қажет етеді, әсіресе гетерогенді бояу кезінде (Palm et al., 2023). Жағдай патологоанатомдар тапшылығының артуымен одан әрі қиындалып отыр (Gross et al., 2023; Rozario et al., 2024): әдебиет деректеріне сәйкес, медициналық мектептердің түлектерінің тек 1,1% -дан 8,6% -ы осы мамандықты негізгі ретінде таңдайды (Masuadi et al., 2021).

Технологиялардың дамуымен WSI негізіндегі цифрлық патология (Aeffner et al., 2018, 2019) және жасанды интеллект (ЖИ) диагностика автоматизациясы мен дәлдікті арттырудың жаңа мүмкіндіктерін ашты. Машиналық оқыту алгоритмдері (МО) үлкен деректерді өңдей алады, жасырын паттерндерді анықтайды (Bhalla & Laganà, 2022; Yee, 2021) және нәтижелердің қайта шығарылуын жақсартады, ал HER2 сандық талдау дәлдігі қазірдің өзінде 90%-ға жетіп отыр (Kabir et al., 2024; Yao et al., 2022).

Қазақстанда ИГХ зерттеулері СБО бойынша 2012 жылдан бастап тәжірибеге енгізілген, бірақ фенотиптер туралы ақпарат фрагментарлы болып қалады және орталықтандырылған онкологиялық тіркелімге енгізілмеген, бұл кешенді эпидемиологиялық талдауды қиындатады. Цифрлық технологияларды әлеуметтік және экономикалық салаларға енгізу онкологиялық аурулардан мезгілсіз өлім қаупін азайту шеңберіндегі мемлекеттік бағдарламалар аясында Қазақстанның даму басымдықтарының бірі болып табылады. Прецизионды медицина шеңберінде биомедициналық деректерді, ЖИ және цифрлық репозиторийлерді біріктіру Қазақстанда СБО диагнозы мен емін айтарлықтай жақсарта алады. Цифрлық репозиторийлер мен машиналық диагностика прецизиондық медицинаның маңызды элементтеріне айналуға, экономикалық тиімділікті арттыруға (Smetherman et al., 2022) және денсаулық сақтауда шешімдер қабылдау үшін ұлттық дерекқорларды қолдайды (Lauricella & Pêgo-Fernandes, 2022).

Қазақстанда ИГХ маркерлерін автоматты түрде диагностикалау үшін жасанды интеллект алгоритмдерін қолдана отырып, цифрлық репозиторийлерді әзірлеу және енгізуге бағытталған зерттеулер бұрын жүргізілмегендіктен, бұл зерттеу ерекше маңызға ие болады. Ол инновациялық

тәсілдерге қажеттілікті қанағаттандырып, цифрлық медицинаны дамытудағы болашақ әзірлемелердің негізін қалайды, бұл зерттеудің мақсаты мен міндеттерін таңдауға негіз болды.

Зерттеудің мақсаты: Қазақстан Республикасында сүт безі обырының иммуногистохимиялық диагностикасын жетілдіру үшін Human Epidermal Growth Factor Receptor 2 (HER2) маркері мысалында иммуногистохимиялық бейнелердің цифрлық репозиторий прототипі негізінде сүт безі обырын машиналық диагностикалау алгоритмін әзірлеу және апробациядан өткізу.

Зерттеудің міндеттері

1. Қазақстан Республикасында СБО эпидемиологиялық көрсеткіштерін, ИГХ диагностикасының көрсеткіштерін және Алматы қаласындағы еңбекке жарамсыздыққа түзетілген өмір жылдарының (Disability-adjusted life years, DALY) көрсеткіштерін талдау.
2. Әлемде бар HER2-ні цифрлық талдау алгоритмдерін, олардың сипаттамалары мен тиімділік критерийлерін зерттеу (жүйелік шолу).
3. Қолданыстағы патоморфологиялық қызметтің ұйымдастырушылық құрылымын зерттеп, Қазақстан Республикасындағы иммуногистохимиялық диагностикада жасанды интеллект (машиналық оқыту) әдістерін қолдану шарттарын анықтау.
4. Цифрлық репозиторий прототипін құру және жаттықтыру мен валидациялық суреттерде тестілеу арқылы сынақтан өткізу негізінде HER2 сүт безі обырын машиналық диагностика алгоритмін әзірлеу.

Материалды-зерттеу әдістері - Зерттеу келесі әдістеме бойынша жүргізілді

Зерттеу дизайны

1. Бірінші міндет бойынша – эпидемиологиялық зерттеу (СБО фенотиптері, СБО ауыртпалығын талдау және есептеу).
2. Екінші міндет бойынша – HER2 маркерін цифрлық талдау әдістерінің тиімділігін машиналық оқытуды қолдану арқылы жүйелі шолу.
3. Үшінші міндет бойынша – дескриптивті, аналитикалық зерттеу, контент-талдау.
4. Төртінші міндет бойынша – эксперименттік зерттеу.

Зерттеу объектісі: Қазақстан Республикасында СБО бойынша 2012–2021 жылдар аралығындағы сырқаттанушылық туралы есептер (№7 нысан, ҚР ДСМ «Зиянды аурулармен ауыратын науқастар туралы есеп», С50) (n=44 331). СБО ИГХ диагностикасы деректері: 2020–2022 жылдар аралығында Алматы қаласы мен Алматы облысы бойынша ЭРОБ дерекқорынан мәліметтер Алматы жиналды (n=2783, С50, С50.0–С50.9). ИГХ деректерінің көрсеткіштері Алматы қалалық мемлекеттік кәсіпорнының «Алматы онкологиялық орталығы» және Алматы облыстық мемлекеттік кәсіпорнының «Алматы аймақтық көпсалалы клиникасы» есептерінен алынып, 2020–2022 жылдар аралығындағы сүт безі обыры пациенттері туралы жалпы деректер базасына біріктірілді. Материалдың статистикалық өңделуі IBM SPSS Statistics26 пакеті арқылы жүргізілді. Алматы қаласы бойынша 2017–2021 жылдардағы СБО-ның DALY көрсеткіші бойынша статистикалық деректер. YLL және YLD есептеу үшін Алматы қаласы бойынша СБО-ның таралуы мен өлім-жітімі туралы ауру коды, жас топтары, жынысы және өлім жылы бойынша сұраныс арқылы алынған агрегатталған деректер, GBD 2017 өмір сүру ұзақтығының стандартты кестесі, және әрбір денсаулық жағдайына арналған мүгедектік коэффициенттері GBD 2013 зерттеуінен алынды. HER2 сандық талдауының қолданыстағы алгоритмдері бойынша жүйелі шолу. Қазақстан Республикасының патоморфологиялық қызметінің, оның ішінде телемедицина бойынша реттеу актілері, қолданыстағы инфрақұрылым мен жүктеме, ИГХ суреттерінің сандық талдауы үшін ЖИ әдістерін қолдануға арналған есептеу мүмкіндіктері. Машиналық оқыту алгоритмін әзірлеу үшін HER2 маркерінің патоморфологиялық зертханалардан жиналған сандық суреттері.

Зерттеу пәні: СБО эпидемиологиялық көрсеткіштері: Қазақстан Республикасында 2012–2021 жылдар аралығындағы сырқаттанушылық және өлім-жітімнің стандартталған көрсеткіштері, СБО сатыларының таралуы; 2020–2022 жылдар аралығында Алматы қаласы мен Алматы облысы бойынша ИГХ фенотиптерінің таралуы; Алматы қаласында 2017–2021 жылдар аралығындағы СБО бойынша DALY. Әлемде HER2 сандық талдау алгоритмдерін қолдану, олардың дәлдігі, қайта шығарылуы және клиникалық практикаға енгізу перспективалары. СБО морфологиялық

және ИГХ диагностикасындағы қазіргі стандарттар мен тәжірибелер. Қазақстандағы патоморфологиялық зертханаларда ЖИ алгоритмдерін енгізу үшін қажетті ұйымдастырушылық және техникалық талаптар, ұлттық патоморфологиялық зерттеулер порталының барын ескере отырып. HER2 маркерінің ИГХ сандық суреттері (n=419). Архитектураның прототипі. Суреттерді сандық талдау алгоритмі. Дәлдік критерийлері.

Қорғауға шығарылатын негізгі қағидалар

1. Қазақстан Республикасында 2012 жылдан 2021 жылға дейін СБО аурушандығы артты, ал өлім-жітім төмендеді. Алматы қаласындағы стандартталған DALY көрсеткіші 2017 жылдан 2017 жылға дейін төмендеді, бұл аурушандықтың айтарлықтай жүгінің сақталуына қарамастан, өмір сүру деңгейінің жақсаратынын көрсетеді. СБО ИГХ диагностикасы Алматы мен Алматы облысында рутиналық түрде қолданылып, бұл эпидемиологиялық талдау, денсаулық сақтау ресурстарын жоспарлау және цифрлық диагностика алгоритмдерін жетілдіру мақсатында ИГХ цифрлық репозиторийінде ауқымды дерекқорлар қалыптастыруға әлеуетті жағдай жасайды.
2. HER2 сандық талдауы әлемде белсенді дамып келе жатқан және зерттелетін әдіс болып табылады, эксперименттік дәлдігі жоғары және клиникалық маңыздылығы потенциалды түрде бар.
3. Қазақстандық онкоморфологиялық қызметі аймақтар арасындағы жүктеме мен ресурстарды бөлудегі елеулі айырмашылықтармен, сондай-ақ кадр тапшылығымен сипатталады. Патоморфологтар үшін қосымша құрал ретінде ұлттық патоморфологиялық зерттеулер порталы негізінде ИГХ-ға жасанды интеллект технологияларын енгізу әлеуеті бар.
4. Цифрлық репозиторий прототипінің архитектурасы ұлттық патоморфологиялық зерттеулер порталының қолданыстағы практикасын құрылымдауға мүмкіндік береді, бұл Қазақстанның онкологиялық қызметінде патоморфология саласындағы клиникалық, білім беру, ғылыми бағыттардың дамуына жәрдемдеседі. Қазақстандық деректер жинағында әзірленген HER2 сандық талдау алгоритмінің дәлдігі 75%-ды құрайды.

Ғылыми жаңашылдық: Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде Қазақстан Республикасындағы СБО эпидемиологиялық көрсеткіштері бойынша 2020-2022 жылдар аралығындағы ИГХ фенотиптері туралы жаңа деректер алынған. Алматы қаласында 2017-2021 жылдар аралығындағы СБО-ның DALY көрсеткіші алғаш рет есептелді (Авторлық куәлік №52072 02.12.2024 ж.). Әлемде HER2-дің сандық талдауы бойынша қолданыстағы алгоритмдердің жүйелі шолуы, олардың клиникалық бағалау тұрғысынан тиімділігіне әсер ететін сипаттамалары жүргізілді. HER2 СБО маркерінің сандық суреттерінің дерекқоры (n=419) алғаш рет құрылды (Авторлық куәлік №48772 01.08.2024 ж.). Алғаш рет архитектураның прототипі әзірленді (Авторлық куәлік №32121 30.01.2023 ж.) және HER2 маркерінің ИГХ суреттерін сандық талдау алгоритмі ұсынылды, ол өз дерекқорында тестіленіп, 75% дәлдік нәтижесін көрсетті. Qazhisto.com платформасында ИГХ-да ЖИ әдістерін қолдану мүмкіндіктері анықталды.

Зерттеудің теориялық маңыздылығы: ИГХ фенотиптері бойынша эпидемиология туралы алынған деректер онкологиялық тіркелімді жақсарту үшін әдістемелік ұсынымдарды әзірлеуге мүмкіндік береді, бұл ИГХ-диагностиканы науқастардың қазіргі деректерімен интеграциялауды қамтиды. DALY-ны СБО-ның жалпы жүктемесін (өлім мен аурушандық) бағалау үшін пайдалану стратегиялардың тиімділігін, ресурстарды оңтайландыруды және СБО жүктемесін ұлттық деңгейде азайту бағдарламаларын түзетуді бағалауға көмектеседі. Дүниежүзілік HER2 сандық талдау алгоритмдерінің жүйелі шолуы клиникалық бағалаумен жаңа алгоритм компоненттерін әзірлеу мен ұйымдастырудың негізін қалыптастырады. Патоморфологиялық қызметтің құрылымы туралы деректер онкоморфологтарды күрделі зерттеулерге дайындау бойынша ұсыныстар әзірлеуге көмектеседі, сондай-ақ заңнамаға өзгерістер енгізудің ғылыми негізі болып, медицинада жасанды интеллектіні қолдануды реттейтін НПА-ны әзірлеуді бастауға ықпал етуі мүмкін. Ұсынылған архитектура патологоанатомдарға орналасқан жеріне қарамастан қолжетімді үлкен слайдтардың цифрлық кітапханаларын құруды қолдайды, бұл болашақ зерттеулерді байытады. Дамытылған HER2 сандық талдау алгоритмі биомедициналық деректерді жинау жүйесін жетілдіруге, алдағы зерттеулер үшін қолайлы жағдай жасауға ықпал етеді.

Практикалық маңыздылығы: СБО HER2 ИГХ маркерінің цифрлық суреттерінен маркаланған деректер жинағы (эпидемиология, биостатистика және дәлелді медицина кафедрасы, медицина және денсаулық сақтау факультеті, ҚазҰУ) құрылды, бұл цифрлық суреттердің сандық талдау алгоритмдерін әзірлеуге және енгізуге, онкология және ақпараттық технологиялар саласында ғылыми және клиникалық зерттеулерді жылжыту үшін ғылыми ынтымақтастықты дамытуға мүмкіндік береді. HER2 ИГХ маркерінің цифрлық суреттерінің деректер жинағы Qazhisto платформасында студенттер мен патологоанатом мамандарын оқыту үшін және әрекеттегі онкоморфологтар үшін «екінші пікір» қалыптастыруға көмекші құрал ретінде пайдаланыла алады. Ұсынылған архитектура қазіргі уақытта Qazhisto платформасының мүмкіндіктерін дамыту және әлеуетті іске асыру негізі болып табылады (ЦМИ АОЦ базасында енгізу актісі). Республикалық деңгейде ісік биоматериалдарын телеконсультациялау бойынша методикалық нұсқаулықтар әзірленді, олар Qazhisto платформасын пайдалану арқылы телепатологияның ұйымдастыру құрылымы мен жұмыс процесіне қатысты ұсыныстарды қамтиды (8 онкоорталықтар базасында енгізу актілері). Алынған ғылыми деректер Қазақстанның патоморфологиялық қызметінің Qazhisto платформасында ИГХ талдауда жасанды интеллект әдістерін қолдану үшін негіз ретінде ұсынылуы мүмкін. Алгоритмді пайдалану бойынша ұсынылған нұсқаулар Qazhisto платформасының ресурстарын тиімді пайдалануды кеңейтуге және деректерді жинақтауға мүмкіндік береді.

Диссертация авторының жеке үлесі: Зерттеудің теориялық және методологиялық бағдарламасын әзірлеуді, жұмыстың барлық кезеңдерінде қатысуды, деректер базасын және деректер жинағын жасауды, деректерді статистикалық өңдеуді, диссертацияның бөлімдерін жазуды, деректерді интерпретациялауды және практикалық ұсыныстарды әзірлеуді қамтиды. Мақсаттарды қою және нәтижелерді талқылау ғылыми кеңесшілермен бірлесіп жүргізілді. Диссертациялық жұмыс бастамашылық негізінде орындалды.

Қорытындылар

1. Қазақстанда СБО таралуы 2012 жылдан 2021 жылға дейін 100 мың әйел тұрғындарына шаққанда 314,4-тен 444,3-ке дейін артты (орташа өсу қарқыны - 3,92%). 2020-2022 жылдар аралығында Luminal B, HER2 теріс фенотипі ең көп таралған (39,0%) болды. HER2 оң (non-luminal) және Triple negative фенотиптері жалпы халықта ең қолайсыз болжам мен өлім-жітімнің жоғары қаупіне ие болды: (ОШ=4,2; 95% ДИ 2,65-6,73; $p<0,001$) және (ОШ=4,1; 95% ДИ 2,61-6,48; $p<0,001$). Triple negative фенотипі 45 жастан кіші әйелдер арасында жиі кездесті (22,5%) және G3 ісіктерінің жоғары пайызымен сипатталды (62,1%). HER2 enriched фенотипінің үлесі, цифрлық HER2 ИГХ суреттері репозиторийінде тіркеуге әлеуетті болды, 17,8% жағдайды құрады. 2021 жылы СБО бойынша DALY 44,122.1 жылды құрады, зерттелген кезеңде стандартталған DALY-дің 638,9-дан 489,5-ке дейін төмендегені байқалды, YLD (6,7% vs 6,0%) кейбір ұлғаюы болды.
2. Дүниежүзілік практикада HER2 ИГХ цифрлық талдау алгоритмдерінің дәлдігі, Warwick-тің қоғамдық ресурстары негізінде есептелген деректер жинағында 98,8%-ға жетті.
3. 2021 жылы Қазақстанда патоморфологиялық қызметтің жүктемесінде айтарлықтай өңірлік айырмашылықтар байқалды: ИГХ зерттеулерінің көлемі Талдықорған ООД-де 283-тен ЦМИ АОЦ-де 9050-ге дейін өзгерді. Штаттық бірліктерге жүктеме 54-тен 2262,5 зерттеуге дейін, ал жеке тұлғаларға жүктеме 81-ден 2262,5 зерттеуге дейін ауытқып отырды. Орташа кадрлық толықтық 64%-ды құрады. Проблеманы шешудің жолы ретінде патоморфология саласындағы резиденттер мен мамандарды мақсатты түрде есепке алу болуы мүмкін, бұл кадрлық ресурстарды жоспарлау мен өңірлік бөлу үдерісін оңтайландыру негізі бола алады. Патоморфология саласындағы қолданыстағы кадрлық ресурстар туралы орталықтандырылған ақпаратты жинау және мамандарды оқыту үшін қолайлы жағдайлар жасауға мүмкіндік беретін орта ретінде Qazhisto платформасы қызмет атқара алады, бұл платформалар диагностикалық және оқу мақсаттары үшін машиналық оқыту алгоритмдерін қолдануға мүмкіндік береді.
4. МО қолдану арқылы HER2 сандық талдау эксперименттік зерттеуі модельдің орташа дәлдігін (Accuracy) 75% құрады, HER2 «3+» класы үшін Precision дәлдігі 1.0 болды.

Практикалық ұсыныстар: *Қазақстан Республикасының Денсаулық сақтау министрлігіне:* СБО бойынша деректерді, соның ішінде цифрлық ИГХ суреттерін орталықтандырылған жинақтау және талдау үшін референциялық орталық құру мәселесін қарастыру, бұл ресурстарды жоспарлауды, эпидемиологиялық мониторингті және скринингті жақсартуға мүмкіндік береді. Ауру ауыртпалығын бағалау және ресурстарды бөлу үшін DALY көрсеткіштерін әр 5 жыл сайын енгізу. Деректерді сақтау және талдау үшін Qazhisto платформасын енгізу, профильді мекемелерге қолжетімді болуын қамтамасыз ету. Резидентура бағдарламасын реформалау арқылы патоморфологтар санының арттыру, цифрлық патология бойынша мамандарды даярлау үшін білім беру платформасы ретінде цифрлық репозиторийді пайдалану. Резиденттер мен патоморфолог-мамандарды есептік нысандарда бөлек санат ретінде бөліп қарастыруды, олардың саны мен қозғалысын тиімді есепке алу үшін қарастыру. Патоморфологтардың жүктеме стандарттарын белгілеу үшін эксперттік топ құру. Медициналық практикада жасанды интеллект технологияларын қолдануға қатысты ғылыми негізделген ұсынымдарды әзірлеу мақсатында арнайы сараптама тобын құруды бастау.

Денсаулық сақтау менеджерлеріне (онкоморфологиялық қызметтің патоморфологиялық зертханаларының жетекшілеріне): Медициналық персонал мен патоморфологтарға заманауи цифрлық патология әдістерін оқыту үшін тұрақты оқу бағдарламаларын енгізу, жергілікті және халықаралық сарапшыларды тарта отырып вебинарлар мен семинарлар ұйымдастыру.

Білім және ғылым министрлігіне және білім беру мекемелеріне: Халықаралық орталықтармен бірлескен зерттеулерді дамыту үшін аралас пәндер тобын құру, бұл цифрлық патологияның озық технологияларын жергілікті практикаға бейімдеуге және енгізуге мүмкіндік береді. Цифрлық патология және ЖИ саласындағы зерттеулер мен әзірлемелерді ынталандыру үшін гранттық бағдарламаларды дамытуға жәрдемдесу.

Диссертация тақырыбына қатысты жарияланымдар: Диссертациялық жұмыс тақырыбына қатысты 4 жұмыс жарияланды: 2 мақала Scopus халықаралық деректер базасына кіретін журналдарда: Cancers (Basel) (Scopus, 5-year IF: 4.9, ISSN 2072-6694, CiteScore 8,0, Rank#81/404, 79 percentile in category «Oncology»); Scientific Reports (Scopus, 5-year IF: 4.3, ISSN:2045-2322, CiteScore 7,5, , Rank#14/171, 92 percentile in category «Multidisciplinary»), 1 мақала ҚР Білім және Ғылым министрлігі Білім және ғылым саласында бақылау комитеті ұсынған журналдарда, 1 әдістемелік нұсқаулық (ISBN 978-601-7548-27-8).

Диссертацияның конференцияларда апробациясы: КазНУ-дың «Медицина және Денсаулық сақтау ұйымдарында автоматтандыру және Машиналық Оқыту» атты междисциплинарлық конференциясы, 2021 жылдың 5 ақпаны, «СБО кезінде цифрлық репозиторий және ИГХ препараттарды машиналық диагностикасы прецизионды медицинаның интегративті элементтері» тақырыбында баяндама. Ғылым форумы «Тәуелсіз Қазақстанның интеллектуалдық әлеуеті: 30 жыл даму және қалыптасу», 2021 жылдың 9 қыркүйегі, жас ғалымдар секциясы «Ж.И., үлкен деректер & медицина: сынақтар мен перспективалар», «ИГХ суреттерін машиналық диагностикасы. Дамудың перспективалары» тақырыбында баяндама.

Инновациялық патенттер, авторлық куәліктер: Авт.куәлік №32121 «СБО ИГХ диагностикада цифрлық анализді қамтамасыз етудің архитектурасы» 30.01.2023ж. Авт.куәлік №48772 «HER2 СБО цифрлық кескіндер датасеті (ADEL датасеті). HER2 СБО цифрлық кескіндер датасеті» 01.08.2024ж. Авт.куәлік №52072 «Қазақстан Республикасында онкологиялық аурулардың ауыртпалығын зерттеудің бейімделген әдістемесі» 02.12.2024ж.

Диссертациялық жұмыстың нәтижелері бойынша әзірленген: Республикалық деңгейде биологиялық үлгілердің телеконсультацияларын жүргізу бойынша әдістемелік ұсынымдар, олар телепатологияның ұйымдастырушылық құрылымы мен жұмыс процесі бойынша ұсынымдарды қамтиды, Qazhisto платформасын пайдалану арқылы. Ғылыми-зерттеу жұмысының нәтижелерін практикалық денсаулық сақтау ұйымдарының қызметіне енгізу актілері.

Диссертацияның көлемі мен құрылымы: Диссертация 189 бетте жазылған, кіріспеден, 3 бөлімнен, қорытындыдан, тұжырымдардан, практикалық ұсыныстардан және қосымшалардан тұрады. Жұмыс 22 кесте мен 27 суретпен иллюстрирленген. Әдебиет тізімі 41 отандық және 236 шетелдік дереккөзді қамтиды.