Medicine, Science and Education

Ғылыми-практикалық журналы

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

#1, 2026

March, 2026

ISSN: 3105-7888 (print)

ISSN: 3105-7896 (online)



«ҚДСЖМ»
Қазақстандық медицина университеті ЖШС

«MEDICINE, SCIENCE AND EDUCATION» ҒЫЛЫМИ-ПРАКТИКАЛЫҚ ЖУРНАЛЫ

ЖУРНАЛ ТУРАЛЫ

«Medicine, Science and Education» ғылыми-практикалық журналы (бұдан әрі-Журнал) – әдебиетке шолуларды, түпнұсқа зерттеулердің нәтижелерін, клиникалық медицина мен қоғамдық денсаулыққа байланысты практикадан алынған жағдайларды жариялайды.

Оның ерекшелігі теориялық және практикалық бағыттағы материалдардың ерекше үйлесімінде. Журналдың құрылтайшысы «ҚДСЖМ» Қазақстандық медицина университеті» ЖШС болып табылады.

Ғылыми мақалалардың авторлары және басылымның негізгі оқырман аудиториясы денсаулық сақтауды ұйымдастырушылар мен мамандар, медицина қызметкерлері, ҒЗИ, ҒО ғылыми қызметкерлері және Қазақстаннан, ТМД елдерінен және алыс шетелдерден келген ЖЖОКБҰ педагог қызметкерлері, магистранттар мен докторанттар, резидентура тыңдаушылары, медицина және ғылым саласындағы жас ғалымдар болып табылады. Негізгі тақырып-тық бағыты – журналда медициналық білім беру, денсаулық сақтауды ұйымдастыру, медици-на ғылымы және практика бойынша материалдарды жариялау.

2023 жылы журналдың ребрендингі өткізілді, Қазақстан Республикасы Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің мерзімді баспасөз басылымын, ақпараттық агенттігін және желілік басылымын қайта есепке қою туралы 2023 жылғы 20 ақпандағы № KZ53VPY00064938 куәлік алынды.

Журнал Қазақстанның дәйексөздер дерекқорында индекстеледі.

Бас редактор

Ауезова Ардак Муханбетжановна
PhD (Алматы, Казақстан)

Бас редактордың орынбасары
Камалиев Максут Адильханович
м.ғ.д., профессор (Алматы, Казақстан)

Техникалық редактор
Жантенова Замира Жарылқасынқызы
(Алматы, Казақстан)

Редакциялық кеңес

Joao da Silva Breda – PhD (Афина, Греция)
Локшин Вячеслав Нотанович – м.ғ.д., профессор (Алматы, Қазақстан)
Konrad Tomasz Juszkiewicz – MD, MPH, PhD (Амстердам, Нидерланды

Каратаев Мадамин– м.ғ.д., профессор (Бишкек, Қырғызстан).
Ахметов Валихан Исаевич – м.ғ.д., профессор (Алматы, Қазақстан).
Капанова Гульнара Жамбаевна – м.ғ.д., профессор (Алматы, Қазақстан).

Редакциялық алқа

Нурбақыт Ардақ Нурбакыткызы – м.ғ. к., қауымдастырылған профессор (Алматы, Қазақстан).
Джумабеков Ауесхан Тулегенович – м.ғ.д., профессор (Алматы, Қазақстан).
Глушкова Наталья Егоровна – PhD, қауымдастырылған профессор (Алматы, Қазақстан).
Кульжанов Максут Каримович – м.ғ.д., профессор, (Алматы, Қазақстан).
Оспанова Динара Алмахановна – м. ғ. д., қауымдастырылған профессор (Алматы, Қазақстан)
Куракбаев Куралбай Куракбаевич – м.ғ.д., профессор (Алматы, Қазақстан).
Рыскулова Алма-Гуль Рахимовна – м.ғ.к., доцент, қауымдастырылған профессор (Алматы, Қазақстан).
Аимбетова Гулшара Ергазыевна – м.ғ.к., доцент (Алматы, Қазақстан).
Джунусбекова Гульнара Алдешовна – м.ғ.д., қауымдастырылған профессор (Алматы, Қазақстан).
Танбаева Гульнур Зейнеловна – м.ғ.д. (Алматы, Қазақстан).
Камалиев Максут Адильханович – м.ғ.д.,профессор, (Алматы,Қазақстан).
Байсугурова Венера Юрьевна – PhD, доцент (Алматы, Қазақстан).
Коркан Ануар Иванович – м.ғ.д., доцент (Алматы, Қазақстан).
Тулебаева Индира Казбековна – PhD (Алматы, Қазақстан).

Заңды мекен-жайы

050060, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Өтепов к-сі, 19а
Веб-сайт: https://mse.ksph.edu.kz/
Құрылтайшы: «ҚДСЖМ» Қазақстандық Медициналық Университеті ЖШС
Таралымы: 1 рет 3 ай сайын

LLP Kazakhstan's Medical University
«KSPH»

SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL «MEDICINE, SCIENCE AND EDUCATION»

ABOUT THE JOURNAL

Scientific and Practical Journal «Medicine, Science and Education» (-hereinafter Journal) - publishes literary reviews, results of original research, cases from practice related to clinical medicine and public health. Its feature in a unique combination of theoretical and practical. materials

The founder of the journal is LLP Kazakhstan's Medical University "KSPH"

The authors of scientific articles and the main readership of the publication are the health care professionals, practitioners, researchers of scientific research centers, research institutes and teaching staff of EPHE Kazakhstan, CIS countries and far abroad, master and doctoral students, residents, and young scientists in the field of medicine and science.

. The main thematic focus is the publication in the journal of materials in the field of medical education, health organization, medical science and practice.

In 2023 the journal was re-branded, received a certificate on re-listing of the periodical print edition, information agency and online publication of the Ministry of Information and Public Development of the Republic of Kazakhstan KZ53VPY064938 from the 20 of February 2023.

The journal is indexed in the Kazakhstan Citation Database.

Chief editor

Auyezova Ardak Mukhanbetzhanovna
PhD (Almaty, Kazakhstan)

Deputy editor in Chief

Kamaliev Maksut Adilkhanovich
Doctor of medical sciences, Professor
(Almaty, Kazakhstan)

Technical Editor

Zhantenova Zamira Zharylkassynkyzy
(Almaty, Kazakhstan)

Editorial board

Joao da Silva Breda – PhD (Athens, Greece)

Lokshin Vyacheslav Notanovich – Doctor of medical sciences, Professor (Almaty, Kazakhstan).

Konrad Tomasz Juszkiewicz – MD, MPH, PhD (Амстердам, Нидерланды).

Karatayev Madamin – Doctor of medical sciences, Professor (Bishkek, Kyrgyzstan).

Akhmetov Valikhan Isayevich – Doctor of medical sciences, Professor (Almaty, Kazakhstan).
Kapanova Gulnara Zhambayevna – Doctor of medical sciences, Professor (Almaty, Kazakhstan).

Editorial staff

Nurbakyt Ardak Nurbakytkyzy - Candidate of medical sciences, Associate professor (Almaty, Kazakhstan).
Jumabekov Auyeskhan Tulegenovich - Doctor of medical sciences, Professor (Almaty, Kazakhstan).
Glushkova Natalya Egorovna - PhD, Associate professor (Almaty, Kazakhstan).
Kulzhanov Maksut Karimovich - Doctor of medical sciences, Professor (Almaty, Kazakhstan).
Ospanova Dinara Almakhanovna - Doctor of medical sciences, Associate professor (Almaty, Kazakhstan).
Kurakbayev Kuralbay Kurakbayevich - Doctor of medical sciences, Professor (Almaty, Kazakhstan).
Ryskulova Alma-Gul Rakhimovna - Candidate of medical sciences, Associate professor (Almaty, Kazakhstan).
Aimbetova Gulshara Ergazyevna - Candidate of medical sciences, Associate professor (Almaty, Kazakhstan).
Dzhunussbekova Gulnara Aldeshovna - Doctor of medical sciences, Associate professor (Almaty, Kazakhstan).
Tanbayeva Gulnur Zeinelovna - Doctor of medical sciences (Almaty, Kazakhstan).
Kamaliyev Maksut Adilkhanovich - Doctor of medical sciences, Professor (Almaty, Kazakhstan).
Baisugurova Venera Yuryevna - PhD, Associate professor (Almaty, Kazakhstan).
Korcan Anuar Ivanovich - Doctor of medical sciences, Associate professor (Almaty, Kazakhstan).
Tulebayeva Indira Kazbekovna - PhD (Almaty, Kazakhstan).

Legal address

050060, Republic of Kazakhstan, Almaty, Utepova str. 19A
Website: https://mse.ksph.edu.kz/
Founder: LLP Kazakhstan's Medical University «KSPH»
Frequency: 1 time in 3 months

ТОО Казахстанский медицинский университет «ВШОЗ»

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «MEDICINE, SCIENCE AND EDUCATION»

О ЖУРНАЛЕ

Научно-практический журнал «Medicine, Science and Education» (-далее Журнал) – публикует литературные обзоры, результаты оригинальных исследований, случаи из практики связанные с клинической медициной и общественным здоровьем. Его особенность в уникальном сочетании материалов как теоретической, так и практической направленности.

Учредителем журнала является ТОО «Казахстанский медицинский университет «ВШОЗ».

Авторами научных статей и основной читательской аудиторией издания являются организаторы и специалисты здравоохранения, практикующие врачи, научные работники НИИ, НЦ и педагогические работники ОВПО из Казахстана, стран СНГ и дальнего зарубежья, магистран-ты и докторанты, слушатели резидентуры, молодые ученые в области медицины и науки.

Основная тематическая направленность – публикация материалов в журнале по медицинскому образованию, организации здравоохранения, медицинской науке и практике.

В 2023 году проведен ре-брендинг журнала, получено свидетельство о постановке на переучет периодического печатного издания, информационного агентства и сетевого издания Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ53VPY00064938 от 20 февраля 2023 года.

Журнал индексируется в Казахстанской базе цитирования.

Главный редактор
Ауезова Ардак Муханбетжановна
PhD (Алматы, Казахстан)

Заместитель главного редактора
Камалиев Максут Адильханович
д.м.н., профессор (Алматы, Казахстан)

Технический редактор
Жантенова Замира Жарылқасынқызы
(Алматы, Казахстан)

Редакционный совет

Joao da Silva Breda – PhD, (Афины, Греция)
Локшин Вячеслав Нотанович – д.м.н., профессор (Алматы, Казахстан).

Konrad Tomasz Juszkiewicz – MD, MPH, PhD (Амстердам, Нидерланды).
Каратаев Мадамин – д.м.н., профессор (Бишкек, Кыргызстан).

Ахметов Валихан Исаевич – д.м.н., профессор (Алматы, Казахстан).
Капанова Гульнара Жамбаевна – д.м.н., профессор (Алматы, Казахстан).

Редакционная коллегия

Нурбақыт Ардақ Нурбакыткызы – к.м.н., ассоциированный профессор (Алматы, Казахстан).
Джумабеков Ауесхан Тулегенович – д.м.н., профессор (Алматы, Казахстан).
Глушкова Наталья Егоровна – PhD, ассоциированный профессор (Алматы, Казахстан).
Кульжанов Максут Каримович – д.м.н., профессор (Алматы, Казахстан).
Оспанова Динара Алмахановна – д.м.н., ассоциированный профессор (Алматы, Казахстан)
Куракбаев Куралбай Куракбаевич – д.м.н., профессор (Алматы, Казахстан).
Кауышева Алмагуль Амангельдиновна – к.м.н. (Алматы, Казахстан).
Рыскулова Алма-Гуль Рахимовна – к.м.н., доцент, ассоциированный профессор (Алматы, Казахстан).
Аимбетова Гулшара Ергазыевна – к.м.н., доцент (Алматы, Казахстан).
Джунусбекова Гульнара Алдешовна – д.м.н., ассоциированный профессор (Алматы, Казахстан).
Танбаева Гульнур Зейнеловна - д.м.н. (Алматы, Казахстан).
Камалиев Максут Адильханович – д.м.н., профессор (Алматы, Казахстан).
Байсугурова Венера Юрьевна – PhD, доцент (Алматы, Казахстан)
Коркан Ануар Иванович – д.м.н., доцент (Алматы, Казахстан)
Тулебаева Индира Казбековна – PhD (Алматы, Казахстан).

Юридический адрес

050060, Республика Казахстан, г.Алматы, ул. Утепова 19А
Веб-сайт: https://mse.ksph.edu.kz/
Учредитель ТОО «Казахстанский медицинский университет «ВШОЗ»
Периодичность: ежеквартально

СОДЕРЖАНИЕ

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

ОНКОЛОГИЯ И РАДИОЛОГИЯ

Радиомические характеристики молекулярной визуализации как потенциальные цифровые биомаркеры риска метастазирования при немелкоклеточном раке легкого

Садыкова А., Аманкулов Ж. 11

Радиомика опухолевого профиля в определении гистологического типа рака эндометрия

Мухит А., Аманкулов Ж. 24

ПЕДИАТРИЯ

Организация специализированной медицинской помощи при остром почечном повреждении у новорожденных: Систематический обзор

Мойынбаева Ш.М., Анарбек А.М., Асан А.М., Атымтайқызы Ә. 41

ХИРУРГИЯ

Диагностика и лечение дивертикула ценкера на примере клинического случая

Исайко О.В. , Жатқанбаева А.Ж., Турган И.К., Абдразаков А.Н., Хамзе А.К., Мухтаров Р.Н., Аскарулы А. 55

КЛИНИЧЕСКАЯ ФАРМАКОЛОГИЯ

Использование антибиотиков категории Reserve в стационарах и его связь с антимикробной резистентностью: обзор литературы

Мойынбаева Ш.М., Атымтайқызы Ә., Асан А.М., Анарбек А.М. 67

ЭКСТРЕННАЯ И НЕОТЛОЖНАЯ МЕДИЦИНА

Система медицинской сортировки пациентов по цветовому коду (Triage): факторы, влияющие на скорость сортировки и продолжительность пребывания в отделении неотложной помощи

Мойынбаева Ш.М., Асан А.М., Атымтайқызы Ә., Анарбек А.М., Каратаев М.М. 83

ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

Оценка знаний, практических навыков и ресурсной обеспеченности медсестёр хосписа по профилактике и контролю инфекций в г. Алматы

Катаева А.К., Баймуратова М.А., Алибаева Г.А., Омарова А.А., Саусанова Д.Ж., Абдукаликова Д.Б., Тойгомбаева В.С. 95

Доступность и качество медицинской помощи как показатели устойчивости системы здравоохранения: обзор литературы

Баймуратова М.А., Туржанова Б.А., Закиолда А.А., Жуматова У.К., Баянова А., Сапар А.М., Мырзатхан А.М. 110

Совершенствование системы управления медицинскими услугами в отделении лучевой диагностики

Тюлегенова А.Т., Куракбаев К.К., Имашева Б.И., Москвин К.А., Шапатов С.Б. 126

МАЗМҰНЫ

КЛИНИКАЛЫҚ МЕДИЦИНА

ОНКОЛОГИЯ ЖӘНЕ РАДИОЛОГИЯ

Ұсақ жасушалы емес өкпе қатерлі ісігінде метастаздау қаупінің сандық биомаркерлері ретінде молекулалық визуализацияның радиомикалық сипаттамалары

Садыкова А., Аманқұлов Ж. 11

Эндометрий обырының гистологиялық типін анықтаудағы ісік профилінің радиомикасы

Мұхит А., Аманқұлов Ж. 24

ПЕДИАТРИЯ

Жаңа туған нәрестелердегі жедел бүйрек зақымдануы кезінде мамандандырылған медициналық көмекті ұйымдастыру: Жүйелі шолу

Мойынбаева Ш.М., Анарбек А.М., Асан А.М., Атымтайқызы Ә. 41

ХИРУРГИЯ

Ценкер дивертикулының диагностикасы және емі: клиникалық жағдай мысалында

Исайко О.В. , Жатқанбаева А.Ж., Турган И.К., Абдразаков А.Н., Хамзе А.К., Мухтаров Р.Н., Аскарулы А. 55

КЛИНИКАЛЫҚ ФАРМАКОЛОГИЯ

Стационар жағдайында Reserve санатындағы антибиотиктерді қолдану және оның антимикробтық резистенттілікпен байланысы: әдебиетке шолу

Мойынбаева Ш.М., Атымтайқызы Ә., Асан А.М., Анарбек А.М. 67

ШҰҒЫЛ ЖӘНЕ КЕЗЕК КҮТТІРМЕЙТІН МЕДИЦИНА

Пациенттерді түстік код бойынша медициналық сұрыптау (Triage): қабылдау бөліміндегі сұрыптау жылдамдығы мен пациенттердің болу ұзақтығына әсер ететін факторлар

Мойынбаева Ш.М., Асан А.М., Атымтайқызы Ә., Анарбек А.М., Каратаев М.М. 83

ҚОҒАМДЫҚ ДЕНСАУЛЫҚ САҚТАУ

Алматы қаласындағы хоспис медбикелерінің инфекциялардың алдын алу және бақылау бойынша білім деңгейін, практикалық дағдыларын және ресурстық қамтамасыз етілуін бағалау

Катаева А.К., Баймуратова М.А., Алибаева Г.А., Омарова А.А., Саусанова Д.Ж., Абдукаликова Д.Б., Тойгомбаева В.С. 95

Медициналық көмектің қолжетімділігі мен сапасы денсаулық сақтау жүйесі тұрақтылығының көрсеткіштері ретінде: әдебиетке шолу

Баймуратова М.А., Туржанова Б.А., Закиолда А.А., Жуматова У.К., Баянова А., Сапар А.М., Мырзатхан А.М. 110

Сәулелік диагностика бөлімшесінде медициналық қызметтерді басқару жүйесін жетілдіру

Тюлегенова А.Т., Куракбаев К.К., Имашева Б.И., Москвин К.А., Шапатов С.Б. 126

CONTENTS

CLINICAL MEDICINE

ONCOLOGY AND RADIOLOGY

Radiomic characteristics of molecular imaging as potential digital biomarkers of metastasis risk in non-small cell lung cancer

Sadykova A., Amankulov Zh. 11

Radiomics of the tumor profile in determining the histological type of endometrial cancer

Mukhit A., Amankulov Zh. 24

PEDIATRICS

Organization of specialized medical care for acute kidney injury in newborns: A systematic review

Moiynbayeva Sh.M., Anarbek A.M., Asan A.M., Atymtaikyzy A. 41

SURGERY

Diagnosis and treatment of zenker's diverticulum: a clinical case study

Isayko O.V., Zhatkanbayeva A.Zh., Turgan I.K., Abdrazakov A.N., Khamze A.K., Mukhtarov R.N., Askaruly A. 55

CLINICAL PHARMACOLOGY

Use of Reserve antibiotics in hospital settings and its association with antimicrobial resistance: a literature review

Moiynbayeva Sh.M., Anarbek A.M., Asan A.M., Atymtaikyzy A. 67

EMERGENCY AND URGENT CARE MEDICINE

Color-coded medical triage of patients: factors associated with triage speed and length of stay in the emergency department

Moiynbayeva Sh.M., Asan A.M., Atymtaikyzy A., Anarbek A.M., Karataev M.M. 83

PUBLIC HEALTH

Assessment of knowledge and practice of infection prevention and control among nurses in a hospice in Almaty, Kazakhstan

Kataeva A.K., Baymuratova M.A., Alibayeva G.A., Omarova A.A., Saussanova D.Zh., Abdukalikova D.B., Toigombaeva V.S. 95

Accessibility and quality of medical care as indicators of health system sustainability: a literature review

Baymuratova M.A., Turzhanova B.A., Zakiolda A.A., Jumatova U.K., Bayanova A., Sapar A.M., Myrzatkhan A.M. 110

Improving the management of medical services in a diagnostic imaging department

Tyulegenova A.T., Kurakbaev K.K., Imasheva B.I., Moskvin K.A., Shapatov S.B. 126

Статья поступила: 06.02.2026
Статья принята: 20.02.2026
Тип статьи: Структурированный нарративный обзор
УДК: 616.24-006.6:616-073:004.9
МРНТИ: 76.29.51; 76.29.49
DOI: 10.24412/1609-8692-2026-1-38-49

РАДИОМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ЦИФРОВЫЕ БИОМАРКЕРЫ РИСКА МЕТАСТАЗИРОВАНИЯ ПРИ НЕМЕЛКОКЛЕТОЧНОМ РАКЕ ЛЕГКОГО

Садыкова Айнур Ермеккызы[1]*, Аманкулов Жандос Мухтарович[2]
[1] ГКП на ПХВ «Городская центральная поликлиника», Алматы, Казахстан
[2] Казахский научно-исследовательский институт онкологии и радиологии, Алматы, Казахстан
** Автор, ответственный за корреспонденцию*

Введение. Немелкоклеточный рак легкого (НМРЛ) характеризуется высокой частотой лимфогенного и отдаленного метастазирования. Стандартные КТ и 18F-ФДГ-ПЭТ/КТ имеют ограничения при выявлении микрометастазов и оценке биологической гетерогенности опухоли, что поддерживает интерес к количественному анализу изображений.
Цель. Систематизировать данные о радиомических характеристиках КТ и 18F-ФДГ-ПЭТ/КТ как потенциальных цифровых биомаркерах риска поражения лимфатических узлов, отдаленного метастазирования и рецидива при НМРЛ.
Материалы и методы. Выполнен структурированный нарративный обзор публикаций 2020-2026 гг. Поиск проводили в PubMed с использованием терминов radiomics, metastasis, NSCLC, CT, PET/CT, machine learning и deep learning. Рассматривались оригинальные исследования у пациентов с НМРЛ, оценивавшие радиомические или радиомико-клинические модели прогнозирования метастазов, рецидива и связанных исходов; методологические обзоры использовали для контекстуальной оценки. Из 117 выявленных публикаций 40 были включены в качественный синтез.
Результаты. Основные направления включали прогнозирование поражения лимфатических узлов, метастазов в головной мозг и кости, рецидива после хирургического и лучевого лечения, а также мультимодальные модели, объединяющие КТ, ПЭТ/КТ и клинические признаки. Во многих работах комбинированные модели демонстрировали более высокую дискриминацию, чем модели на основе одной области интереса или только клинических данных. Однако преобладали ретроспективные одноцентровые исследования с внутренней валидацией.
Обсуждение. Результаты подтверждают биологическую информативность интра- и перитуморальных признаков, но их клиническая переносимость ограничена вариабельностью протоколов визуализации, сегментации, отбора признаков и алгоритмов машинного обучения, риском переобучения и недостатком независимой внешней валидации.
Заключение. Радиомика может дополнять стандартное стадирование и риск-стратификацию НМРЛ, но пока не должна заменять морфологическую верификацию, инвазивное стадирование и клиническое решение мультидисциплинарной команды. Для внедрения необходимы стандартизированные протоколы, проспективные многоцентровые исследования и оценка клинической пользы.
Ключевые слова: немелкоклеточный рак легкого; метастазирование; радиомика; компьютерная томография; 18F-ФДГ-ПЭТ/КТ; машинное обучение; цифровые биомаркеры.

RADIOMIC CHARACTERISTICS OF MOLECULAR IMAGING AS POTENTIAL DIGITAL BIOMARKERS OF METASTASIS RISK IN NON-SMALL CELL LUNG CANCER

Ainur E. Sadykova[1]*, Zhandos M. Amankulov[2]
[1] MSE on REM "City Central Polyclinic", Almaty, Kazakhstan
[2] Kazakh Institute of Oncology and Radiology, Almaty, Kazakhstan
** Corresponding author*

Introduction. Non-small cell lung cancer (NSCLC) has a high risk of nodal and distant dissemination. Conventional CT and 18F-FDG PET/CT have limitations in detecting micrometastatic disease and characterizing tumor heterogeneity, supporting interest in quantitative imaging biomarkers.

Objective. To synthesize evidence on CT- and 18F-FDG PET/CT-based radiomic features as potential digital biomarkers of lymph-node involvement, distant metastasis, and recurrence in NSCLC.
Materials and Methods. A structured narrative review of publications from 2020 to 2026 was performed. PubMed was searched using combinations of radiomics, metastasis, NSCLC, CT, PET/CT, machine learning, and deep learning. Original human studies evaluating radiomic or radiomic-clinical models for metastatic, recurrence, or related outcomes were considered; methodological reviews were used for context. Of 117 identified publications, 40 were included in the qualitative synthesis.
Results. The evidence addressed nodal metastasis, brain and bone metastases, recurrence after surgery or radiotherapy, and multimodal models integrating CT, PET/CT, and clinical variables. Combined intratumoral-peritumoral or imaging-clinical models frequently showed better discrimination than single-region or clinical-only models. Most studies were retrospective, single-center, and internally validated.
Discussion. The findings support the biological informativeness of radiomic heterogeneity, but clinical transportability is limited by variability in acquisition, segmentation, feature selection, and machine-learning pipelines, together with overfitting risk and insufficient external validation.
Conclusion. Radiomics may complement conventional NSCLC staging and risk stratification but should not replace histopathology, invasive nodal staging, or multidisciplinary decision-making. Prospective multicenter validation, harmonized pipelines, and clinical-impact studies are required.
Keywords: non-small cell lung cancer; metastasis; radiomics; computed tomography; 18F-FDG PET/CT; machine learning; digital biomarkers.

ҰСАҚ ЖАСУШАЛЫ ЕМЕС ӨКПЕ ҚАТЕРЛІ ІСІГІНДЕ МЕТАСТАЗДАНУ ҚАУПІНІҢ ӘЛЕУЕТТІ ЦИФРЛЫҚ БИОМАРКЕРЛЕРІ РЕТІНДЕ МОЛЕКУЛАЛЫҚ ВИЗУАЛИЗАЦИЯНЫҢ РАДИОМИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ

Садықова Айнұр Ермекқызы[1]*, Аманқұлов Жандос Мұхтарұлы[2]
[1] «Қалалық орталық емхана» ШЖҚ КМК, Алматы, Қазақстан
[2] Қазақ онкология және радиология ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан
** Хат-хабар алмасуға жауапты автор*

Кіріспе. Ұсақ жасушалы емес өкпе қатерлі ісігі (ҰЖЕӨҚІ) лимфа түйіндеріне және алыс ағзаларға метастазданудың жоғары қаупімен сипатталады. Стандартты КТ және 18F-ФДГ-ПЭТ/КТ микрометастаздарды анықтау мен ісік гетерогендігін бағалауда шектеулі, сондықтан кескіндердің сандық биомаркерлеріне қызығушылық артуда.
Мақсаты. КТ және 18F-ФДГ-ПЭТ/КТ радиомикалық белгілерінің лимфа түйіндерінің зақымдануын, алыс метастаздарды және ҰЖЕӨҚІ кезіндегі рецидивті болжаудағы әлеуетін сипаттайтын деректерді жүйелеу.
Материалдар мен әдістер. 2020-2026 жылдардағы жарияланымдарға құрылымдалған нарративтік шолу жүргізілді. PubMed дерекқорында radiomics, metastasis, NSCLC, CT, PET/CT, machine learning және deep learning терминдері қолданылды. Метастаздану, рецидив және байланысты нәтижелерді болжауға арналған радиомикалық немесе радиомика-клиникалық модельдерді бағалаған адамдардағы түпнұсқа зерттеулер қарастырылды; әдіснамалық шолулар контекстік бағалау үшін пайдаланылды. Анықталған 117 жарияланымның 40-ы сапалық синтезге енгізілді.
Нәтижелер. Зерттеулер лимфа түйіндерінің зақымдануын, ми мен сүйек метастаздарын, хирургиялық немесе сәулелік емнен кейінгі рецидивті және КТ, ПЭТ/КТ мен клиникалық белгілерді біріктіретін мультимодальды модельдерді қамтыды. Біріктірілген модельдер жиі бір аймаққа немесе тек клиникалық деректерге негізделген модельдерден жоғары дискриминация көрсетті. Дәлелдердің басым бөлігі ретроспективті, бір орталықты және ішкі валидациямен шектелген.
Талқылау. Радиомикалық гетерогендік биологиялық тұрғыдан ақпаратты болғанымен, нәтижелердің клиникалық тасымалдануы кескін алу, сегментация, белгілерді іріктеу және машиналық оқыту алгоритмдерінің әркелкілігімен, қайта оқыту қаупімен және сыртқы валидацияның жеткіліксіздігімен шектеледі.
Қорытынды. Радиомика ҰЖЕӨҚІ-ні стандартты сатылауды және тәуекелді стратификациялауды толықтыра алады, бірақ морфологиялық верификацияны, инвазивті сатылауды және мультидисциплинарлық шешімді алмастырмауы тиіс. Проспективті көпорталықты валидация, біріздендірілген хаттамалар және клиникалық тиімділікті бағалау қажет.
Түйінді сөздер: ұсақ жасушалы емес өкпе қатерлі ісігі; метастаздану; радиомика; компьютерлік томография; 18F-ФДГ-ПЭТ/КТ; машиналық оқыту; цифрлық биомаркерлер.

Введение

Немелкоклеточный рак легкого (НМРЛ) является наиболее распространенной формой рака легких. Из-за неспецифичности клинических проявлений и отсутствия надежных биомаркеров раннего выявления он остается одной из основных причин онкологической смертности [1]. После подтверждения диагноза выбор лечебной тактики во многом определяется стадией, молекулярными характеристиками и вероятностью последующего метастазирования [1]. На долю НМРЛ приходится около 85% случаев рака легкого; среди его подтипов преобладают аденокарцинома и плоскоклеточный рак. У значительной доли пациентов отдаленные метастазы выявляются уже при постановке диагноза, что осложняет лечение и требует индивидуализированного подхода - от хирургии на ранних стадиях до химиолучевой терапии, таргетной терапии и иммунотерапии при распространенном процессе [2,3].

Одним из ключевых путей распространения НМРЛ является лимфогенное метастазирование. Точная оценка клинического (cN) и патологического (pN) статуса лимфатических узлов имеет принципиальное значение для выбора объема хирургического вмешательства, системной терапии и лучевого лечения [4]. Одним из основных методов клинического стадирования является 18F-ФДГ-ПЭТ/КТ [5].

Метастатические лимфатические узлы могут характеризоваться повышенным накоплением ФДГ и увеличением размеров, однако воспалительные и гранулематозные процессы вызывают ложноположительные результаты, а малые размеры очагов и пространственное разрешение ПЭТ могут приводить к пропуску микрометастазов. Размерный критерий короткой оси на КТ также недостаточно специфичен из-за перекрытия характеристик доброкачественных и метастатических узлов [6]. Визуальная и полуколичественная оценка не использует весь объем информации, содержащейся в изображениях. Радиомика позволяет извлекать количественные признаки формы, интенсивности и текстуры опухоли и окружающих тканей [8]. Надежность моделей при этом зависит от сегментации, предобработки, отбора признаков, способа валидации и алгоритма моделирования [22,28]. Ни один радиомический биомаркер метастазирования при НМРЛ пока не внедрен повсеместно в клиническую практику.

Цель обзора - систематизировать и критически оценить исследования радиомических характеристик КТ и молекулярной визуализации как потенциальных цифровых биомаркеров риска поражения лимфатических узлов, отдаленного метастазирования и рецидива при НМРЛ.

Научная новизна и вклад обзора

Научная новизна настоящего обзора заключается в совместном рассмотрении пяти взаимосвязанных направлений: радиомических моделей поражения лимфатических узлов; прогнозирования метастазов в головной мозг и кости; мультимодальной интеграции КТ, ПЭТ/КТ и клинических данных; прогнозирования рецидива после хирургического, лучевого и химиолучевого лечения; а также методологических и безопасностных условий клинического внедрения. Работа не предлагает новый диагностический тест и не подтверждает готовность отдельных алгоритмов к рутинному применению, а формирует критическую карту доказательств и ограничений.

Материалы и методы

Дизайн обзора

Работа выполнена как структурированный нарративный обзор. Такой дизайн выбран в связи с выраженной неоднородностью исследований по клиническим задачам, модальностям визуализации, областям интереса, способам сегментации, алгоритмам машинного обучения и показателям эффективности. Подготовка рукописи ориентирована на критерии качества нарративных обзоров SANRA;

систематический обзор и мета-анализ не проводились.

Источники информации и стратегия поиска

Поиск публикаций проводили в PubMed среди работ, опубликованных в 2020-2026 гг. Использовали комбинации терминов “radiomics”, “metastasis”, “NSCLC”, “non-small cell lung cancer”, “CT”, “PET/CT”, “18F-FDG”, “lymph node metastasis”, “brain metastasis”, “bone metastasis”, “recurrence”, “machine learning” и “deep learning”. Поисковая формула адаптировалась к конкретному направлению анализа. Из 117 выявленных публикаций 40 были включены в качественный синтез.

Критерии включения и исключения

Включали оригинальные рецензируемые исследования у взрослых пациентов с гистологически подтвержденным НМРЛ, в которых радиомические, deep-learning или комбинированные радиомико-клинические модели строились на данных КТ и/или 18F-ФДГ-ПЭТ/КТ и оценивали поражение лимфатических узлов, отдаленные метастазы, рецидив, безметастатическую или общую выживаемость. Методологические и обзорные публикации включали как контекстные источники для оценки стандартизации и клинической применимости. Исключали работы, не относящиеся к НМРЛ или метастазированию, единичные клинические наблюдения, редакционные материалы, публикации без описания методов моделирования или количественных показателей эффективности, а также работы без доступной информации, достаточной для интерпретации.

Отбор публикаций и извлечение данных

Заголовки и аннотации оценивали на соответствие цели обзора, после чего анализировали полные тексты потенциально релевантных публикаций. Основной поиск, отбор и первичную критическую оценку выполняла А.Е. Садыкова; методологическую и экспертную проверку осуществлял Ж.М. Аманкулов. Из каждой публикации извлекали дизайн, размер и характеристики выборки, модальность визуализации, область сегментации, тип признаков, алгоритм моделирования, предсказываемый исход, способ внутренней или внешней валидации, показатели дискриминации и основные ограничения.

Исходы обзора

Первичным исходом обзора была способность радиомических моделей прогнозировать лимфогенное или отдаленное метастазирование при НМРЛ. Вторичные исходы включали прогноз рецидива и выживаемости, сравнительную ценность интра- и перитуморальных признаков, добавочную ценность клинических данных и мультимодальной визуализации, наличие внешней валидации, воспроизводимость, стандартизацию и потенциальную клиническую применимость.

Критическая оценка и синтез

Из-за неоднородности дизайнов и исходов формальный мета-анализ не выполнялся. Результаты группировали по клинической задаче и синтезировали качественно. Больший интерпретационный вес придавали многоцентровым исследованиям, независимой внешней валидации, прозрачному описанию сегментации и предобработки, контролю переобучения и сравнению с клиническими моделями. Ретроспективные одноцентровые работы с малой выборкой и только внутренней кросс-валидацией оценивали более осторожно. Единый формальный инструмент риска систематической ошибки для всех включенных типов публикаций не применялся.

Этика и безопасность

Обзор основан исключительно на ранее опубликованных агрегированных данных, не включает набор участников, вмешательства или обработку индивидуальных медицинских изображений авторами; одобрение этического комитета и информированное согласие для настоящей работы не

требовались. С позиции клинической безопасности радиомические модели рассматриваются только как потенциальные инструменты поддержки решения. Ошибочная классификация может привести к недооценке стадии, неоправданному расширению лечения или пропуску инвазивного подтверждения; поэтому алгоритмы не должны заменять гистопатологию, стандартизированное стадирование и заключение мультидисциплинарной команды.

Результаты

Характеристика включенных публикаций

Из 117 найденных публикаций 40 соответствовали тематике и критериям качественного синтеза; остальные были исключены при оценке заголовков, аннотаций или полных текстов. Доказательная база включала преимущественно ретроспективные исследования КТ- и ПЭТ/КТ-радиомики, отдельные многоцентровые работы, исследования глубокого обучения и методологические обзоры. Основные направления анализа представлены ниже.

1. Радиомика: принципы и возможности

Радиомика превращает медицинские изображения в количественные данные, характеризующие форму, интенсивность и текстуру опухоли. В легочной онкологии радиомика 18F-ФДГ-ПЭТ/КТ представляет интерес как способ оценки метаболической гетерогенности [3]. Текстурные признаки первичной опухоли и лимфатических узлов могут обладать дополнительной прогностической ценностью при НМРЛ [19]. Радиомические модели исследовались для дифференциации узлов, уточнения стадии, определения гистологического типа, молекулярных характеристик, прогноза и ответа на терапию, однако уровень доказательств различается между задачами [7].

Число работ по применению искусственного интеллекта в визуализации быстро растет. Алгоритмы могут поддерживать обнаружение очагов, шумоподавление и анализ низкодозовых исследований; модели глубокого обучения в отдельных выборках демонстрировали сопоставимые или более высокие показатели, чем традиционные подходы. Эти результаты не следует интерпретировать как доказанное превосходство над специалистами в реальной клинической практике. Преимущества в T- и M-стадировании и оценке лимфатических узлов остаются неоднородными, а концепция «виртуальной биопсии» требует проспективной клинической проверки [7,22].

2. Радиомические модели прогнозирования поражения лимфатических узлов

В 11 анализируемых публикациях радиомические модели КТ и ПЭТ/КТ оценивали вероятность метастатического поражения лимфатических узлов. ПЭТ-признаки в сочетании с КТ-характеристиками позволяли лучше различать истинно- и ложноположительные медиастинально-корневые узлы, чем отдельные стандартные параметры [9]. Модель K. Zheng и соавт. на основе 18F-ФДГ-ПЭТ/КТ предоставляла дополнительную информацию для стадирования медиастинальных лимфатических узлов [5]. Такие оценки могут поддерживать выбор диагностической стратегии, но не являются самостоятельным основанием для уменьшения объема операции или отказа от инвазивного стадирования.

Модель R. Xu и соавт., включавшая интратуморальные и перитуморальные признаки КТ, превосходила модели, основанные только на интратуморальных или клинических данных [34]. ПЭТ/КТ-номограмма J. Qiao и соавт. оценивала скрытые метастазы при клинической стадии N0 [26]. Номограмма Q.L. Chen и соавт., объединявшая GPTV6 и клинические предикторы, была разработана для прогноза поражения узлов и исходов при стадии IA [10]. Модели X. Zheng и Y. Huang также демонстрировали приемлемую дискриминацию и калибровку [14,24]. Эти данные подтверждают добавочную

информативность радиомики, но не устраняют необходимость внешней валидации.

DLR-модель F. Duan и соавт. сочетала признаки DenseNet121 и классической радиомики для дифференциации доброкачественных и метастатических узлов [40]. Random Forest-модель Y. Kang и соавт. интегрировала радиомические и клинические характеристики для оценки метастазирования в лимфатические узлы 4-й станции [21]. Модель J. Liang и соавт. была направлена на выявление оккультного поражения узлов при cN0 НМРЛ [38]. Результаты могут быть полезны для планирования объема дальнейшего обследования и лечения, однако заявлять об улучшении прогноза пациентов без исследований клинического воздействия преждевременно.

Двухрегиональная модель H.J. Yan и соавт. использовала признаки первичной опухоли и субкаринальных лимфатических узлов и превосходила однорегиональные варианты в исходной выборке [33]. T. Lu и соавт. применили глубокое переносное обучение для анализа интра- и перитуморальных зон [4]. Диагностическая точность КТ- и ПЭТ/КТ-радиомики в целом выглядит перспективной, однако систематическая оценка указывает на необходимость крупных проспективных многоцентровых исследований и стандартизированной внешней валидации [37].

3. Прогнозирование отдаленных метастазов: головной мозг и кости

Частота метастазов в головной мозг существенно зависит от стадии, гистологического и молекулярного подтипа и длительности наблюдения; в литературе приводится широкий диапазон значений. Поэтому единичные показатели распространенности не должны переноситься на всех пациентов с НМРЛ. Радиомические модели первичной опухоли и клинико-патологические характеристики исследовались для оценки риска мозговых метастазов после хирургического лечения [13]. J. Gong и соавт. разработали ансамблевую модель с автоматической сегментацией на основе deep residual U-Net и КТ-радиомикой для трехлетнего риска мозговых метастазов, безметастатической выживаемости мозга и общей выживаемости [18]. Комбинирование радиомических и клинических признаков улучшало показатели модели, но требует независимой проверки.

Z. Liu и соавт. выявили признаки первичной опухоли на КТ, ассоциированные с наличием костных метастазов, и построили радиомическую подпись и номограмму [15]. Такой инструмент может использоваться для формирования гипотез и риск-ориентированного обследования, но его нельзя рассматривать как замену стандартным методам диагностики костного метастазирования.

4. Мультимодальные модели и перспективы

Девять публикаций оценивали сочетание КТ, ПЭТ/КТ, клинико-патологических и эпидемиологических признаков. Номограмма Z. Peng и соавт. объединяла радиомические и клинические показатели для прогнозирования исходов [23], а модель J. Lin и соавт. классифицировала гистологические типы и стадии НМРЛ по КТ-радиомике [31]. Эти задачи связаны с риском метастазирования, но не являются его прямыми эквивалентами.

Интра- и перитуморальные модели Q. Chen и соавт. оценивали лимфоваскулярную инвазию и общую выживаемость [25]. Модели, основанные на GTV и CTV, применялись для прогнозирования оккультного поражения лимфатических узлов при ранних стадиях НМРЛ [12]. Комбинированные области интереса часто давали лучшие показатели внутри исходных выборок, однако усложнение модели повышает риск переобучения и требования к стандартизации сегментации. Мультимодальный подход Y. Zhu и соавт. с 3D-нейронными сетями выявлял признаки, ассоциированные с риском мозговых метастазов [17]. Такие модели могут поддерживать риск-адаптированное МРТ-наблюдение, но сами по себе не обосновывают профилактическое облучение головного мозга или изменение

лечения вне клинических рекомендаций. Многоцентровая модель X. Yin и соавт. оценивала оккультное поражение лимфатических узлов при ранней аденокарциноме [39]. Исследование C. Bortolotto и соавт. показало, что лишь часть признаков стабильна между КТ и МРТ и различными программными платформами, что подчеркивает проблему кросс-модальной воспроизводимости [20].

Модель M.T. Warkentin и соавт. оценивала злокачественность неопределенных легочных узлов при низкодозовом КТ-скрининге [36]; эта задача методологически связана с радиомикой, но не является прямым прогнозом метастазирования. Модель EGFR-RS C.Y. Hsu и соавт. изучала фенотипы, связанные с EGFR и локальным рецидивом мозговых метастазов [32]. Радиомические и deep-learning признаки низкодозовой КТ в работе X. Song и соавт. использовались для оценки отдаленного метастазирования [35]. Рутинная интеграция таких алгоритмов возможна только после подтверждения переносимости и клинической пользы.

5. Прогнозирование после хирургического, лучевого и химиолучевого лечения

Многоцентровая ПЭТ/КТ-радиомическая модель L. Yu и соавт. оценивала риск отдаленных метастазов после стереотаксической лучевой терапии при ранних стадиях НМРЛ [16]. Радиомические признаки предлечебных аналоговых и цифровых 18F-ФДГ-ПЭТ/КТ в работе F. Lucia и соавт. были связаны с регионарным и/или отдаленным рецидивом после SBRT [30]. Доказательная база радиомики рецидива постепенно расширяется, но неоднородность протоколов и ограниченная внешняя валидация по-прежнему препятствуют рутинному применению [29].

DL-номограмма Y. Niu и соавт., включавшая радиомические признаки опухоли и характеристики медиастинальной жировой ткани, оценивала риск послеоперационных мозговых метастазов [27]. Отдельные модели КТ- и ПЭТ/КТ-радиомики исследовали характер рецидива после химиолучевой терапии; радиомические признаки и клинические данные могли улучшать прогнозирование в исходных выборках [11]. Эти результаты должны рассматриваться как основание для проспективных исследований, а не как готовые клинические правила.

Обсуждение

Основные результаты

Рассмотренные публикации показывают, что радиомические характеристики первичной опухоли, перитуморальной зоны и лимфатических узлов содержат информацию, связанную с метастатическим потенциалом НМРЛ. Наиболее последовательный сигнал получен для комбинированных моделей, объединяющих несколько областей интереса и клинические данные. Вместе с тем повышение показателей в обучающей или внутренней тестовой выборке не тождественно клинической применимости.

Интерпретация и клиническая безопасность

Радиомика может быть полезна как дополнительный слой риск-стратификации: для выделения пациентов, которым требуется более тщательное стадирование, планирование биопсии, эндобронхиальное или хирургическое подтверждение лимфатических узлов, расширенное наблюдение или обсуждение в мультидисциплинарной команде. Однако клинические последствия ложноположительной и ложноотрицательной классификации существенны. До проведения исследований клинического воздействия алгоритмы не должны определять отказ от инвазивной диагностики, объем лимфаденэктомии, назначение неоадъювантной терапии или профилактического облучения самостоятельно.

Методологические ограничения доказательств

Большинство исследований имели ретроспективный одноцентровый дизайн,

включали относительно небольшие выборки и использовали внутреннюю кросс-валидацию. Неодинаковые протоколы КТ и ПЭТ/КТ, реконструкция, размер вокселя, сегментация, нормализация, дискретизация и программное обеспечение ограничивают сопоставимость. Частый отбор большого числа признаков при малом количестве событий повышает риск переобучения. Публикация преимущественно положительных моделей может создавать публикационное смещение. Внешняя валидация, анализ калибровки и полезности решения, а также сравнение с полноценным клиническим стандартом выполнялись не во всех работах [20,22,28,37].

Ограничения настоящего обзора

Настоящий обзор имеет ограничения. Поиск проводился только в PubMed, поэтому могли быть пропущены публикации из Embase, Scopus, Web of Science и специализированных инженерных баз. Точная воспроизводимая строка поиска и поэтапный журнал исключений в исходных материалах не были представлены. Не выполнялись двойной независимый скрининг, регистрация протокола, формальная оценка риска систематической ошибки каждого исследования и мета-анализ. В обзор включены исследования разных клинических задач, а также отдельные методологические и обзорные публикации, что не позволяет интерпретировать 40 источников как 40 статистически независимых наборов данных. Выводы основаны на повторяющихся качественных закономерностях, а не на объединенной оценке эффекта.

Направления дальнейших исследований

Необходимы проспективные многоцентровые исследования с предварительно опубликованным протоколом, унифицированными критериями включения, стандартизированным получением и реконструкцией изображений, IBSI-совместимым извлечением признаков, независимой внешней валидацией и заранее определенными клиническими порогами. Следует сообщать калибровку, decision-curve analysis, пропущенные данные, стабильность сегментации и сравнение с клиническим стандартом. Финальным этапом должны стать исследования, оценивающие, улучшает ли использование модели реальные решения и исходы пациентов.

Заключение

Радиомика позволяет количественно оценивать морфологические и метаболические фенотипы, не полностью доступные визуальной интерпретации, и демонстрирует потенциал для прогнозирования поражения лимфатических узлов, метастазов в головной мозг и кости и рецидива при НМРЛ. Интеграция интра- и перитуморальных признаков с клиническими данными и мультимодальной визуализацией часто улучшала показатели моделей в исследовательских выборках.

Вместе с тем преобладание ретроспективных одноцентровых исследований, методологическая неоднородность, риск переобучения и недостаток независимой внешней валидации не позволяют считать радиомические модели готовыми цифровыми биомаркерами для рутинного клинического применения. Радиомика может рассматриваться как потенциальное дополнение, но не замена морфологической верификации, инвазивного стадирования и мультидисциплинарного решения. Клиническое внедрение требует стандартизированных протоколов, проспективной многоцентровой проверки и доказательства влияния на решения и исходы пациентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1 Wilk AM, et al. Radiomic signature accurately predicts the risk of metastatic dissemination in late-stage non-small cell lung cancer. Transl Lung Cancer Res. 2023;12(7):1372-83. doi:10.21037/tlcr-23-60.
2 Tao J, et al. Development and validation of a CT-based signature for the prediction of distant metastasis before treatment of non-small cell lung cancer. Acad Radiol. 2022;29 Suppl 1:S62-S72. doi:10.1016/j.acra.2020.12.007.
3 Tang X, Wu F, Chen X, Ye S, Ding Z. Current status and prospect of PET-related imaging radiomics in lung cancer. Front Oncol. 2023;13:1297674. doi:10.3389/fonc.2023.1297674.
4 Lu T, Ma J, Zou J, Jiang C, Li Y, Han J. CT-based intratumoral and peritumoral deep transfer learning features prediction of lymph node metastasis in non-small cell lung cancer. J Xray Sci Technol. 2024;32(3):597-609. doi:10.3233/XST-230326.
5 Zheng K, et al. Pre-operative prediction of mediastinal node metastasis using radiomics model based on 18F-FDG PET/CT of the primary tumor in non-small cell lung cancer patients. Front Med (Lausanne). 2021;8:673876. doi:10.3389/fmed.2021.673876.
6 Xie Y, et al. A PET/CT nomogram incorporating SUVmax and CT radiomics for preoperative nodal staging in non-small cell lung cancer. Eur Radiol. 2021;31(8):6030-8. doi:10.1007/s00330-020-07624-9.
7 Manafi-Farid R, et al. 18F-FDG-PET/CT radiomics and artificial intelligence in lung cancer: technical aspects and potential clinical applications. Semin Nucl Med. 2022;52(6):759-80. doi:10.1053/j.semnuclmed.2022.04.004.
8 Ge G, Zhang J. Uniqueness of radiomic features in non-small cell lung cancer. J Appl Clin Med Phys. 2022;23(12):e13787. doi:10.1002/acm2.13787.
9 Ouyang ML, et al. Development and validation of an 18F-FDG PET-based radiomic model for evaluating hypermetabolic mediastinal-hilar lymph nodes in non-small-cell lung cancer. Front Oncol. 2021;11:710909. doi:10.3389/fonc.2021.710909.
10 Chen QL, et al. Radiomics nomogram integrating intratumoural and peritumoural features to predict lymph node metastasis and prognosis in clinical stage IA non-small cell lung cancer: a two-centre study. Clin Radiol. 2023;78(5):e359-e367. doi:10.1016/j.crad.2023.02.004.
11 Liu W, et al. Recurrence patterns are significantly associated with the 18F-FDG PET/CT radiomic features of patients with locally advanced non-small cell lung cancer treated with chemoradiotherapy. Oncol Lett. 2023;26(1):317. doi:10.3892/ol.2023.13903.
12 Zeng C, et al. Efficacy of radiomics model based on the concept of gross tumor volume and clinical target volume in predicting occult lymph node metastasis in non-small cell lung cancer. Front Oncol. 2023;13:1096364. doi:10.3389/fonc.2023.1096364.
13 Zheng Z, et al. 18F-FDG PET/CT radiomics predicts brain metastasis in I-IIIA resected non-small cell lung cancer. Eur J Radiol. 2023;165:110933. doi:10.1016/j.ejrad.2023.110933.
14 Huang Y, et al. Preoperative prediction of mediastinal lymph node metastasis in non-small cell lung cancer based on 18F-FDG PET/CT radiomics. Clin Radiol. 2023;78(1):8-17. doi:10.1016/j.crad.2022.08.140.
15 Liu Z, et al. Bone metastasis prediction in non-small-cell lung cancer: primary CT-based radiomics signature and clinical feature. BMC Med Imaging. 2024;24(1):203. doi:10.1186/s12880-024-01383-5.
16 Yu L, et al. A PET/CT radiomics model for predicting distant metastasis in early-stage non-small cell lung cancer patients treated with stereotactic body radiotherapy: a multicentric study. Radiat Oncol. 2024;19(1):10. doi:10.1186/s13014-024-02402-z.
17 Zhu Y, et al. Multimodal radiomics-based methods using deep learning for prediction of brain metastasis in non-small cell lung cancer with 18F-FDG PET/CT images. Biomed Phys Eng Express. 2024;10(6):065011. doi:10.1088/2057-1976/ad7595.

18 Gong J, et al. Enhancing brain metastasis prediction in non-small cell lung cancer: a deep learning-based segmentation and CT radiomics-based ensemble learning model. Cancer Imaging. 2024;24(1):1. doi:10.1186/s40644-023-00623-1.
19 Aguloglu N, Aksu A, Unat DS, Unat OS. The value of PET/CT radiomic texture analysis of primary mass and mediastinal lymph node on survival in patients with non-small cell lung cancer. Rev Esp Med Nucl Imagen Mol (Engl Ed). 2024;43(5):500027. doi:10.1016/j.remnie.2024.500027.
20 Bortolotto C, Pinto A, Brero F, et al. CT and MRI radiomic features of lung cancer (NSCLC): comparison and software consistency. Eur Radiol Exp. 2024;8(1):71. doi:10.1186/s41747-024-00468-8.
21 Kang Y, et al. Computed tomography-based radiomics model for predicting station 4 lymph node metastasis in non-small cell lung cancer. BMC Med Imaging. 2025;25(1):202. doi:10.1186/s12880-025-01686-1.
22 Horne A, et al. Mastering CT-based radiomic research in lung cancer: a practical guide from study design to critical appraisal. Br J Radiol. 2025;98(1169):653-68. doi:10.1093/bjr/tqaf051.
23 Peng Z, et al. Application of prediction model based on CT radiomics in prognosis of patients with non-small cell lung cancer. BMC Cancer. 2025;25(1):1273. doi:10.1186/s12885-025-14544-8.
24 Zheng X, et al. A comprehensive nomogram combining CT imaging with clinical features for prediction of lymph node metastasis in stage I-IIIB non-small cell lung cancer. Ther Innov Regul Sci. 2022;56(1):155-67. doi:10.1007/s43441-021-00345-1.
25 Chen Q, et al. Intratumoral and peritumoral radiomics nomograms for the preoperative prediction of lymphovascular invasion and overall survival in non-small cell lung cancer. Eur Radiol. 2023;33(2):947-58. doi:10.1007/s00330-022-09109-3.
26 Qiao J, Zhang X, Du M, Wang P, Xin J. 18F-FDG PET/CT radiomics nomogram for predicting occult lymph node metastasis of non-small cell lung cancer. Front Oncol. 2022;12:974934. doi:10.3389/fonc.2022.974934.
27 Niu Y, Jia HB, Li XM, et al. Deep learning radiomics and mediastinal adipose tissue-based nomogram for preoperative prediction of postoperative brain metastasis risk in non-small cell lung cancer. BMC Cancer. 2025;25(1):1133. doi:10.1186/s12885-025-14466-5.
28 Ge G, Zhang J. Feature selection methods and predictive models in CT lung cancer radiomics. J Appl Clin Med Phys. 2023;24(1):e13869. doi:10.1002/acm2.13869.
29 Libling WA, Korn R, Weiss GJ. Review of the use of radiomics to assess the risk of recurrence in early-stage non-small cell lung cancer. Transl Lung Cancer Res. 2023;12(7):1575-89. doi:10.21037/tlcr-23-5.
30 Lucia F, et al. Multicentric development and evaluation of 18F-FDG PET/CT and CT radiomic models to predict regional and/or distant recurrence in early-stage non-small cell lung cancer treated by stereotactic body radiation therapy. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2024;51(4):1097-108. doi:10.1007/s00259-023-06510-y.
31 Lin J, Yu Y, Zhang X, Wang Z, Li S. Classification of histological types and stages in non-small cell lung cancer using radiomic features based on CT images. J Digit Imaging. 2023;36(3):1029-37. doi:10.1007/s10278-023-00792-2.
32 Hsu CY, Tsai HH, Chen TL, et al. Multimodal radiomic analysis to determine high-consistency prognostic phenotypes associated with epidermal growth factor receptor mutations in non-small cell lung cancer brain metastases. Eur J Radiol. 2025;193:112420. doi:10.1016/j.ejrad.2025.112420.
33 Yan HJ, et al. Dual-region computed tomography radiomics-based machine learning predicts subcarinal lymph node metastasis in patients with non-small cell lung cancer. Ann Surg Oncol. 2024;31(8):5011-20. doi:10.1245/s10434-024-15197-w.

34 Xu R, et al. Evaluating peritumoral and intratumoral radiomics signatures for predicting lymph node metastasis in surgically resectable non-small cell lung cancer. Front Oncol. 2024;14:1427743. doi:10.3389/fonc.2024.1427743.
35 Song X, et al. Computer-aided diagnosis of distal metastasis in non-small cell lung cancer by low-dose CT-based radiomics and deep learning signatures. Radiol Med. 2024;129(2):239-51. doi:10.1007/s11547-024-01770-6.
36 Warkentin MT, et al. Radiomics analysis to predict pulmonary nodule malignancy using machine learning approaches. Thorax. 2024;79(4):307-15. doi:10.1136/thorax-2023-220226.
37 Li Y, Deng J, Ma X, Li W, Wang Z. Diagnostic accuracy of CT and PET/CT radiomics in predicting lymph node metastasis in non-small cell lung cancer. Eur Radiol. 2025;35(4):1966-79. doi:10.1007/s00330-024-11036-4.
38 Liang J, Zhu H, Long Y, Lu L, Yang X, Ding H. Prediction of occult lymph node metastasis in cN0 stage non-small cell lung cancer using contrast-enhanced CT. J Coll Physicians Surg Pak. 2025;35(5):611-5. doi:10.29271/jcpsp.2025.05.611.
39 Yin X, et al. CT-based radiomics-deep learning model predicts occult lymph node metastasis in early-stage lung adenocarcinoma patients: a multicenter study. Chin J Cancer Res. 2025;37(1):12-24. doi:10.21147/j.issn.1000-9604.2025.01.02.
40 Duan F, et al. Deep learning radiomics and 18F-FDG PET/CT imaging: mediastinal lymph node characteristics as predictors of metastasis in non-small cell lung cancer. Transl Lung Cancer Res. 2025;14(10):4301-14. doi:10.21037/tlcr-2025-650.

Декларации

Этическое одобрение и согласие на участие

Не применимо. Работа представляет собой обзор ранее опубликованных данных и не включала новых участников, вмешательства или обработку индивидуальных медицинских данных авторами.

Безопасность

В рукописи радиомические модели рассматриваются как исследовательские инструменты поддержки принятия решений. Они не предназначены для замены морфологической верификации, инвазивного стадирования и клинического решения мультидисциплинарной команды.

Доступность данных

Все данные, использованные в обзоре, содержатся в цитируемых публикациях. Рабочая таблица извлечения данных может быть предоставлена автором для корреспонденции по обоснованному запросу.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия.

Финансирование

Исследование не получало внешнего финансирования.

Вклад авторов:

Садыкова Айнур Ермеккызы: Methodology; Investigation; Data curation; Formal analysis; Writing - original draft. Аманкулов Жандос Мухтарович: Conceptualization; Methodology; Validation; Supervision; Writing - review and editing. Оба автора прочитали и одобрили окончательную версию рукописи и согласились нести ответственность за целостность работы.

Declarations

Ethics approval and consent to participate: Not applicable because this review used only previously published aggregate data and involved no new participants or individual-level medical data.

Safety statement: Radiomic models are discussed as investigational decision-support tools and must not replace histopathological verification, invasive staging, or multidisciplinary clinical judgment.
Data availability: All data synthesized in this review are contained in the cited publications. The working extraction matrix may be available from the corresponding author upon reasonable request.
Conflict of interest: The authors declare no conflicts of interest requiring disclosure.
Funding: No external funding was received.

Author contributions: Ainur E. Sadykova - Methodology; Investigation; Data curation; Formal analysis; Writing - original draft. Zhandos M. Amankulov - Conceptualization; Methodology; Validation; Supervision; Writing - review and editing. Both authors read and approved the final manuscript and accept responsibility for the integrity of the work.

Мәлімдемелер
Этикалық мақұлдау және қатысуға келісім: қолданылмайды, себебі шолу тек бұрын жарияланған жинақталған деректерге негізделді және жаңа қатысушыларды немесе жеке медициналық деректерді қамтымады.
Қауіпсіздік: радиомикалық модельдер зерттеулік шешім қабылдауды қолдау құралдары ретінде қарастырылады және морфологиялық растауды, инвазивті сатылауды немесе мультидисциплинарлық клиникалық шешімді алмастырмауы тиіс.
Деректердің қолжетімділігі: шолуда пайдаланылған барлық деректер сілтеме жасалған жарияланымдарда берілген. Деректерді шығару кестесі негізделген сұрау бойынша хат-хабар авторынан алынуы мүмкін.
Мүдделер қақтығысы: авторлар ашып көрсетуді талап ететін мүдделер қақтығысының жоқ екенін мәлімдейді.
Қаржыландыру: зерттеу сыртқы қаржыландыру алған жоқ.

Авторлардың үлесі: Садықова Айнұр Ермекқызы - әдіснама; зерттеу жүргізу; деректерді басқару; формалды талдау; қолжазбаның бастапқы нұсқасын дайындау. Аманқұлов Жандос Мұхтарұлы - тұжырымдамалау; әдіснама; валидация; ғылыми жетекшілік; қолжазбаны қайта қарау және редакциялау. Екі автор да қолжазбаның соңғы нұсқасын оқып, мақұлдады және жұмыстың тұтастығына жауап береді.

Сведения об авторах:
Садыкова Айнур Ермеккызы - врач-радиолог, ГКП на ПХВ «Городская центральная поликлиника», Алматы, Казахстан; e-mail: ainursadykova2023@gmail.ru; тел.: +7 707 858 8321; ORCID: 0009-0003-6347-1512. Автор, ответственный за корреспонденцию.
Аманкулов Жандос Мухтарович - PhD, заведующий отделением радиологии и ядерной медицины Казахского научно-исследовательского института онкологии и радиологии, Алматы, Казахстан; e-mail: zh.amankulov@mail.ru; тел.: +7 702 568 9547; ORCID: 0000-0001-7389-3119.

Information about the authors:
Ainur E. Sadykova MSE on REM “City Central Polyclinic”, Almaty, Kazakhstan; e-mail: ainursadykova2023@gmail.ru; tel.: +7 707 858 8321; ORCID: 0009-0003-6347-1512. Corresponding author.
Zhandos M. Amankulov - PhD, Head of the Department of Radiology and Nuclear Medicine, Kazakh Institute of Oncology and Radiology, Almaty, Kazakhstan; e-mail: zh.amankulov@mail.ru; tel.: +7 702 568 9547; ORCID: 0000-0001-7389-3119.

Авторлар туралы мәлімет:
Садықова Айнұр Ермекқызы - дәрігер-радиолог, «Қалалық орталық емхана» ШЖҚ КМК, Алматы, Қазақстан; e-mail: ainursadykova2023@gmail.ru; тел.: +7 707 858 8321; ORCID: 0009-0003-6347-1512. Хат-хабар алмасуға жауапты автор.
Аманқұлов Жандос Мұхтарұлы - PhD, Қазақ онкология және радиология ғылыми-зерттеу институтының радиология және ядролық медицина бөлімінің меңгерушісі, Алматы, Қазақстан; e-mail: zh.amankulov@mail.ru; тел.: +7 702 568 9547; ORCID: 0000-0001-7389-3119.

Received: 06.02.2026
Accepted: 27.02.2026
UDC: 618.14-006.6
DOI: 10.24412/1609-8692-2026-1-11-25

Article type: Structured Narrative Review

RADIOMICS OF THE TUMOR PROFILE IN DETERMINING THE HISTOLOGICAL TYPE OF ENDOMETRIAL CANCER

Anar Mukhit[1]*, Zhandos Amankulov[2]
[1] Kazakhstan Medical University "KSPH", Almaty, Kazakhstan
[2] Kazakh Institute of Oncology and Radiology, Almaty, Kazakhstan
** Corresponding author*

Introduction. Endometrial cancer is a heterogeneous disease in which histological type, grade, molecular subtype, and disease extent influence prognosis and treatment. Radiomics may provide non-invasive quantitative information on tumor phenotype before surgery.
Objective. To synthesize evidence on the ability of MRI- and PET/CT-based radiomics to characterize the tumor profile in endometrial cancer, with emphasis on histological type, grade, molecular features, and closely related risk indicators.
Materials and Methods. A structured narrative review was conducted using PubMed, Web of Science, and Scopus. The principal search covered publications from January 2018 to February 2025 and was supplemented by later relevant publications identified during manuscript preparation. Thirty-seven publications informed the synthesis: original human endometrial cancer studies were considered the core evidence, while reviews, a conference abstract, a preclinical study, and selected ovarian or cervical cancer studies were used only for contextual or methodological comparison. Owing to heterogeneity, no meta-analysis was performed.
Results. Across the reviewed literature, radiomics models showed reported discriminatory performance for histological type, tumor grade, deep myometrial invasion, lymphovascular space invasion, molecular subtypes, and prognostic risk. In selected studies, reported areas under the receiver operating characteristic curve were commonly approximately 0.80-0.92. Combining radiomic features with clinical, molecular, or deep-learning data often improved model performance. However, most studies were retrospective, single-center, and based mainly on internal validation.
Discussion. The evidence indicates that radiomic features can capture clinically relevant tumor heterogeneity, but performance estimates are difficult to compare because of differences in imaging protocols, segmentation, feature extraction, endpoint definitions, and model validation. Limited external validation, small samples, and risk of overfitting restrict clinical transferability.
Conclusion. Radiomics is a promising non-invasive complement to biopsy, pathology, and conventional imaging for preoperative tumor profiling in endometrial cancer. Prospective multicenter validation, harmonized imaging and analytical pipelines, transparent reporting, and clinical-impact studies are required before routine implementation.
Keywords: endometrial cancer; radiomics; magnetic resonance imaging; tumor profiling; molecular markers; risk stratification.

РАДИОМИКА ОПУХОЛЕВОГО ПРОФИЛЯ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ГИСТОЛОГИЧЕСКОГО ТИПА РАКА ЭНДОМЕТРИЯ

Мухит А.М.[1]*, Аманкулов Ж.М.[2]
[1] Казахстанский медицинский университет «ВШОЗ», Алматы, Казахстан
[2] Казахский научно-исследовательский институт онкологии и радиологии, Алматы, Казахстан

Введение. Рак эндометрия представляет собой гетерогенное заболевание, при котором гистологический тип, степень злокачественности, молекулярный подтип и распространенность опухоли определяют прогноз и лечебную тактику. Радиомика позволяет неинвазивно количественно характеризовать опухолевый фенотип до операции.
Цель. Обобщить данные о возможностях радиомики на основе МРТ и ПЭТ/КТ в профилировании опухоли при раке эндометрия с акцентом на гистологический тип, степень злокачественности, молекулярные характеристики и связанные с риском признаки.
Материалы и методы. Проведен структурированный нарративный обзор публикаций, найденных в PubMed, Web of Science и Scopus. Основной поиск охватывал период с января 2018 года по февраль 2025 года и был дополнен более поздними релевантными публикациями, выявленными при подготовке рукописи. В синтез включены 37 публикаций: оригинальные исследования радиомики у пациентов с раком эндометрия составили основную доказательную базу, а обзоры, конференционный материал, доклиническое исследование и отдельные

работы по раку яичников и шейки матки использовались только для контекстного и методологического сопоставления. Метаанализ не проводился.
Результаты. В рассмотренных исследованиях радиомические модели демонстрировали способность различать гистологические типы, степень злокачественности, глубокую инвазию миометрия, лимфоваскулярную инвазию, молекулярные подтипы и прогностические группы. В отдельных работах заявленные значения площади под ROC-кривой преимущественно составляли приблизительно 0,80-0,92. Объединение радиомических признаков с клиническими, молекулярными данными и глубоким обучением часто повышало показатели моделей. Большинство исследований при этом имели ретроспективный одноцентровый дизайн и внутреннюю валидацию.
Обсуждение. Радиомические признаки отражают клинически значимую неоднородность опухоли, однако прямое сопоставление результатов затруднено различиями в протоколах визуализации, сегментации, извлечении признаков, определении исходов и валидации. Ограниченная внешняя проверка, небольшие выборки и риск переобучения снижают переносимость моделей.
Заключение. Радиомика является перспективным неинвазивным дополнением к биопсии, морфологическому исследованию и стандартной визуализации при предоперационном профилировании рака эндометрия. Для внедрения в практику необходимы проспективные многоцентровые исследования, гармонизация протоколов, прозрачное описание моделей и оценка их клинического влияния.
Ключевые слова: рак эндометрия; радиомика; магнитно-резонансная томография; профилирование опухоли; молекулярные маркеры; стратификация риска.

ЭНДОМЕТРИЙ ОБЫРЫНЫҢ ГИСТОЛОГИЯЛЫҚ ТИПІН АНЫҚТАУДАҒЫ ІСІК ПРОФИЛІНІҢ РАДИОМИКАСЫ

Мұхит А.М.[1]*, Аманқұлов Ж.М.[2]
[1] «ҚДСЖМ» Қазақстан медицина университеті, Алматы, Қазақстан
[2] Қазақ онкология және радиология ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан

Кіріспе. Эндометрий обыры - гистологиялық типі, қатерлілік дәрежесі, молекулалық кіші типі және таралуы болжам мен емдеу тактикасына әсер ететін гетерогенді ауру. Радиомика операцияға дейін ісік фенотипін инвазивті емес сандық сипаттауға мүмкіндік береді.
Мақсаты. Эндометрий обырындағы ісік профилін бағалауда МРТ және ПЭТ/КТ негізіндегі радиомиканың мүмкіндіктері туралы деректерді, әсіресе гистологиялық типті, ісік дәрежесін, молекулалық ерекшеліктерді және тәуекелмен байланысты көрсеткіштерді жинақтау.
Материалдар мен әдістер. PubMed, Web of Science және Scopus дерекқорларындағы жарияланымдарға құрылымдалған нарративтік шолу жүргізілді. Негізгі іздеу 2018 жылғы қаңтардан 2025 жылғы ақпанға дейінгі кезеңді қамтыды және қолжазбаны дайындау кезінде анықталған кейінгі релевантты жарияланымдармен толықтырылды. Синтезге 37 жарияланым енгізілді: эндометрий обыры бар пациенттердегі түпнұсқа радиомика зерттеулері негізгі дәлелдер ретінде, ал шолулар, конференциялық материал, клиникаға дейінгі зерттеу және аналық безі мен жатыр мойны обыры бойынша жекелеген жұмыстар контекстік және әдістемелік салыстыру үшін пайдаланылды. Мета-талдау жүргізілген жоқ.
Нәтижелер. Қарастырылған зерттеулерде радиомикалық модельдер гистологиялық типті, ісік дәрежесін, миометрийге терең инвазияны, лимфоваскулярлық инвазияны, молекулалық кіші типтерді және болжамдық тәуекел топтарын ажырату мүмкіндігін көрсетті. Жекелеген зерттеулерде ROC-қисығы астындағы аудан шамамен 0,80-0,92 аралығында хабарланды. Радиомикалық белгілерді клиникалық және молекулалық деректермен немесе терең оқытумен біріктіру модель көрсеткіштерін жиі жақсартты. Дегенмен жұмыстардың көпшілігі ретроспективті, бір орталықты және негізінен ішкі валидацияға сүйенді.
Талқылау. Радиомикалық белгілер ісіктің клиникалық маңызды гетерогенділігін көрсетуі мүмкін, бірақ визуализация хаттамаларының, сегментацияның, белгілерді алу тәсілдерінің, нәтижелер анықтамаларының және валидацияның әркелкілігі нәтижелерді тікелей салыстыруды қиындатады. Сыртқы валидацияның шектеулілігі, шағын іріктемелер және модельдің қайта үйрену қаупі клиникалық қолдануды тежейді.
Қорытынды. Радиомика эндометрий обырын операция алдындағы профильдеу кезінде биопсияны, морфологиялық зерттеуді және стандартты визуализацияны толықтыратын перспективалы инвазивті емес тәсіл болып табылады. Күнделікті практикаға енгізу үшін проспективті көпорталықты валидация, хаттамаларды үйлестіру, модельдерді ашық сипаттау және клиникалық әсерді бағалау қажет.
Түйінді сөздер: эндометрий обыры; радиомика; магниттік-резонанстық томография; ісік профилі; молекулалық маркерлер; тәуекелді стратификациялау.

Introduction

Endometrial cancer is a heterogeneous malignancy with histological and molecular subtypes associated with different prognoses and treatment strategies. Traditional type I and type II categories remain useful descriptively, whereas The Cancer Genome Atlas-derived groups and their clinical surrogates - POLE-mutated, mismatch-repair-deficient, p53-abnormal, and no specific molecular profile - increasingly inform risk stratification. Preoperative biopsy and conventional imaging have recognized limitations: sampling may underestimate grade or miss aggressive components, and assessment of myometrial invasion, cervical stromal involvement, and lymph-node status is partly observer-dependent. Radiomics has therefore been investigated as a quantitative approach to predicting deep myometrial invasion, clinical risk category, histological type, and lymphovascular space invasion [1].

Radiomics extracts quantitative descriptors of intratumoral and peritumoral heterogeneity from multiparametric MRI or PET/CT and integrates them with clinical variables through machine-learning models. The review by Manganaro et al. summarizes the rapid growth of radiomics in gynecological imaging and endometrial cancer [2].

This review focuses on how tumor profile radiomics contributes to determining histological type and biological aggressiveness in EC, including: (i) histologic type and grade, (ii) molecular markers (MSI, p53abn, TMB), (iii) radiogenomic signatures, and (iv) closely related tasks such as deep myometrial invasion (DMI), lymphovascular space invasion (LVSI), and high-risk class assignment, which are tightly linked to histologic type.

The scientific contribution of this review is the integrated consideration of histological type, grade, molecular surrogates, prognostic risk, treatment-planning applications, and methodological reproducibility within one tumor-profiling framework. The review does not provide a new pooled estimate; it identifies recurring performance patterns, validation gaps, and requirements for clinical translation.

The objective of this structured narrative review was to evaluate how radiomics contributes to preoperative tumor profiling in endometrial cancer, with emphasis on histological type and biological aggressiveness, and to identify methodological barriers that currently limit routine clinical use.

Materials and Methods

Review design and reporting approach

This study was designed as a structured narrative review. A narrative approach was selected because the evidence included heterogeneous imaging modalities, endpoints, segmentation strategies, feature-extraction pipelines, machine-learning methods, and validation approaches. Preparation of the manuscript was guided by the principles of the Scale for the Assessment of Narrative Review Articles (SANRA). PRISMA terminology was used only where it improved transparency of the search description; the manuscript is not presented as a systematic review or meta-analysis.

No statistical pooling was planned or performed. The review protocol was not prospectively registered.

Information sources and search strategy

A literature search was conducted in PubMed, Web of Science, and Scopus. The principal search covered publications from January 2018 to February 2025 and was supplemented by later relevant publications identified during manuscript preparation. Search terms combined “endometrial cancer” OR “endometrial carcinoma” with “radiomics” OR “radiomic features”, imaging terms (“MRI”, “magnetic resonance imaging”, “PET”, “PET/CT”), computational terms (“machine learning”, “deep learning”), and outcome terms (“histology”, “histological subtype”, “serous”, “endometrioid”, “grade”, “molecular subtype”, “prognosis”, “myometrial invasion”, or “lymphovascular space invasion”). Syntax was adapted to each database. Reference lists of relevant articles and reviews were screened manually.

Eligibility criteria

Core evidence comprised original peer-reviewed human studies of histologically confirmed endometrial cancer that used preoperative MRI and/or PET/CT, extracted radiomic or deep-imaging features, applied computational modeling, and reported

quantitative performance for histological type, grade, molecular subtype, disease extent, risk class, nodal status, prognosis, or treatment-planning endpoints. Retrospective and prospective designs were eligible.

Systematic or narrative reviews, one conference abstract, a preclinical organoid-derived mouse study, and selected radiomics studies in ovarian or cervical malignancies were retained only as contextual or methodological evidence. They were not treated as direct clinical evidence for endometrial-cancer model performance. Case reports, editorials, letters, non-English publications, studies without sufficient methodological information or quantitative performance metrics, and studies unrelated to tumor profiling were excluded.

Study selection and data extraction

One author performed the initial search, screening, and extraction; the second author provided methodological oversight, reviewed eligibility decisions, and critically evaluated interpretation. For each retained publication, the following information was extracted where available: study design, sample size, imaging modality and protocol, segmentation approach, radiomic or deep-learning method, predicted endpoint, validation strategy, performance metrics, and principal methodological limitation.

Thirty-seven publications formed the final evidence base: 30 original human endometrial-cancer studies, two review or meta-analytic publications, one conference abstract, one preclinical study, and three selected studies in related gynecological malignancies. Because the source records did not contain a reproducible count of duplicates and exclusions at each screening stage, a formal PRISMA flow diagram was not generated.

Review outcomes

The primary review outcomes were reported discrimination of radiomics models for histological type, tumor grade, and molecular subtype. Secondary outcomes included deep myometrial invasion, lymphovascular space invasion, lymph-node metastasis, clinical risk class, recurrence or survival, fertility-sparing or ovarian-preservation eligibility, and methodological reproducibility. Reported AUC, accuracy, sensitivity, specificity, calibration, and validation approach were extracted when available.

Critical appraisal and synthesis

Because the evidence comprised substantially different designs, no single risk-of-bias instrument was applied across all publications. Evidence was appraised qualitatively with attention to retrospective versus prospective design, single-center versus multicenter recruitment, sample size, segmentation reproducibility, feature-to-sample ratio, internal and external validation, risk of overfitting, reporting transparency, and harmonization of imaging protocols. Greater interpretive weight was assigned to multicenter studies, independent validation cohorts, prospective components, and analyses using standardized radiomic procedures. Findings were synthesized narratively by clinical endpoint and methodological theme.

Safety assessment

Safety assessment was not applicable because the review involved no new intervention, imaging procedure, or patient-level data collection. Safety findings were not a prespecified synthesis endpoint and were considered only when reported in the source publications.

Ethics

Ethics committee approval and informed consent were not required for this review because only previously published, publicly available aggregate data were analyzed.

Results

Study profile

The 37 retained publications covered MRI and PET/CT radiomics, radiogenomics, deep learning, and combined clinical-imaging models. Most original clinical studies were retrospective and single-center; multicenter cohorts and independent external validation were less common. Endpoints included histological type, grade, deep myometrial invasion, lymphovascular space invasion, molecular subtype, lymph-node metastasis, risk class, recurrence, and survival. Owing to marked methodological heterogeneity, results are presented as thematic patterns rather than pooled estimates.

MRI radiomics for overall prognostic modeling and risk stratification

MRI radiomics studies in endometrial cancer have established the feasibility of whole-tumor profiling for prognostic modeling and risk stratification. Fasmer et al. [3] used whole-volume tumor MRI radiomics in 201 patients to derive signatures associated with aggressive disease and poor outcome; these signatures achieved medium-to-high discriminative performance. However, the study was retrospective and lacked external validation, which may limit generalizability. Jacob et al. developed an MRI-based Radiomic Prognostic Index (RPI) in 95 women, showing that high RPI scores predicted poor disease-specific survival and were associated with distinct gene expression profiles, linking radiomic phenotypes to underlying tumor biology [4]. Nevertheless, the relatively small sample size increases the risk of overfitting and limits robustness.

Building on this, Hoivik et al. presented a radiogenomics application combining radiomics with genomic data to refine prognostic profiling, further reinforcing the concept that imaging phenotypes capture molecularly driven heterogeneity in EC [5], although validation in independent cohorts remains necessary. Renton et al. [6] and Liu et al. [36] demonstrated that multiparametric MRI radiomics can predict progression-free and disease-free survival, respectively, using radiomic signatures; however, variability in feature selection methods and modeling strategies across studies complicates direct comparison. Mainenti et al. similarly used MRI radiomics for preoperative risk stratification, confirming that radiomics-based machine learning can stratify high- vs low-risk patients [7], although the single-center design may introduce selection bias.

Complementary work by Lefebvre et al. [8] developed 3D radiomics signatures for preoperative risk stratification, demonstrating clinically relevant stratification into high- and low-risk groups. Hodneland et al. [10] systematically investigated MRI radiomic feature normalization, showing that normalization strategy significantly affects prognostic modeling performance, thereby highlighting a critical methodological challenge for reproducibility and clinical translation.

Although these studies focus primarily on prognosis and risk class rather than explicit histologic type, their results suggest that radiomic tumor profiles encode features of tumor aggressiveness closely linked to histologic subtype and grade [3–10,36]. Collectively, these findings indicate that MRI radiomics has strong potential for preoperative risk stratification in endometrial cancer. However, most studies are retrospective, rely on relatively small or single-center cohorts, and frequently lack external validation. In addition, heterogeneity in imaging protocols, feature extraction pipelines, and modeling approaches introduces variability and limits reproducibility. These factors increase the risk of overfitting and selection bias, and therefore the reported performance metrics should be interpreted with caution.

Radiomics for histological type, grade, and deep myometrial invasion

Radiomics models have also been extensively applied to predict histological type, tumor grade, and deep myometrial invasion. Li et al. [1] developed integrated clinical–radiomic models based on T2-weighted MRI in 219 patients, demonstrating improved discrimination for DMI, risk category, histologic type, and LVSI compared with clinical models alone. Despite strong performance, the retrospective design and absence of external validation may limit generalizability. Wang et al. [11] and Bi et al. [12] constructed multiparametric MRI radiomics nomograms for assessing DMI and distinguishing early-stage EC from benign lesions, reporting high diagnostic accuracy [11, 12]; however, inter-institutional variability in imaging acquisition and reconstruction may affect model transferability.

Yang J. et al. [13] used intratumoral and peritumoral radiomics to assess DMI, showing improved performance when peritumoral features were included, although the added complexity may increase susceptibility to overfitting. Shen et al. [14] extended this approach to differentiate uterine serous carcinoma from endometrioid carcinoma using

multiparametric MRI radiomics combined with deep learning in a multicenter cohort, achieving high accuracy; nevertheless, deep learning models may suffer from limited interpretability and require large external datasets for validation.

Several studies addressed tumor grading. Zheng et al. [15] and Yue et al. [16] demonstrated that radiomics combined with clinical variables improves prediction of histologic grade, while Ren et al. [17] and Yang J. et al. [18] showed that incorporating peritumoral features and deep learning further enhances predictive performance. However, across these studies, limited sample sizes, retrospective designs, and heterogeneous modeling pipelines remain common limitations that may affect robustness and reproducibility. Additional studies in related gynecologic cancers, including ovarian and cervical malignancies [19–21], further support the feasibility of radiomics for histotype classification and treatment-response prediction. While these findings are methodologically transferable to endometrial cancer, differences in tumor biology and imaging characteristics should be considered when extrapolating results.

Overall, the studies summarized (Table 1) demonstrate that MRI-based radiomics has shown potentially useful discriminatory performance for clinically relevant endpoints, including histological type, tumor grade, and deep myometrial invasion. In several studies, integration of radiomic features with clinical variables or deep-learning approaches improved predictive performance. However, the evidence is limited by methodological heterogeneity, lack of standardization, and insufficient external validation. These limitations introduce potential biases and currently constrain the clinical applicability of radiomics-based diagnostic models.

Table 1 - Selected radiomics studies focusing on histological type, grade, or closely related risk features

Study	Modality	Endpoint	Key Findings	Study Design/ Validation	Key Limitations
Li et al., 2023 (Cancers)	T2W MRI, intratumoral	DMI, clinical risk class, histologic type, LVSI	Radiomic model achieved AUC ~0.85 for DMI, ~0.82 for LVSI, and effectively differentiated endometrioid vs non-endometrioid tumors; adding radiomics significantly improved clinical-only models.	Retrospective, single-center	No external validation; potential overfitting
Wang et al., 2023 (Acad Radiol)	Multiparametric MRI	DMI	Best radiomics model reached AUC ~0.88 for DMI; outperforming radiologist assessment (~0.72). Nomogram integrating texture features increased predictive stability.	Retrospective	Lack of external validation; inter-observer variability; MRI protocol heterogeneity
Bi et al., 2022 (Front Oncol)	Multiparametric MRI	Stage IA EC vs benign lesions	Radiomics classifier achieved AUC 0.90+ for distinguishing early EC from benign lesions; multi-center validation confirmed robustness.	Retrospective; multicenter validation	Retrospective design; potential selection bias; variability across centers

Study	Modality	Endpoint	Key Findings	Study Design/ Validation	Key Limitations
Zheng et al., 2021 (Front Oncol)	MRI + clinical	Histologic grade	Combined model (radiomics + CA125 + MRI features) achieved AUC ~0.84 for high-grade EC; significantly higher than clinical model alone (~0.72).	Retrospective	Small sample size; lack of external validation; risk of overfitting
Yue et al., 2023 (Front Oncol)	Multiparametric MRI	Tumor grade	Tumor-grade prediction achieved AUC ~0.87; wavelet-based features were most informative. Calibration curve and decision curve analysis showed strong clinical utility.	Retrospective	No external validation; single-center cohort; model generalizability uncertain
Ren et al., 2025 (Oncol Lett)	Intratumoral and peritumoral MRI	Tumor grade	Integrated model reached AUC ~0.90 for predicting high-grade EC; peritumoral ring features improved sensitivity for aggressive tumors.	Retrospective	Small cohort; lack of external validation; potential overfitting
Yang J. et al., 2023 (Front Oncol)	Deep-learning MRI	Risk class (EEC)	CNN-based model achieved AUC >0.90 for distinguishing low- vs high-risk endometrioid carcinoma; automated feature extraction outperformed hand-crafted radiomics.	Retrospective	Deep learning interpretability limitations; no external validation; data heterogeneity
Yang J. et al., 2025 (Front Oncol)	Intratumoral and peritumoral MRI	DMI in early endometrioid EC	Best model achieved AUC ~0.89; combining intra- and peri-tumoral features increased accuracy by ~10% compared to intratumoral features alone.	Retrospective	Lack of external validation; increased model complexity; overfitting risk
Shen et al., 2025 (Front Oncol)	Multiparametric MRI + deep learning	USC vs endometrioid EC	Multicenter dataset; model achieved AUC ~0.92 for USC identification; DWI-based features were most discriminative.	Multicenter cohort	External validation limited; deep learning interpretability; dataset imbalance
Fang et al., 2024 (Abdom Radiol)	Multiparametric MRI	CCJ cervical adenocarcinoma vs endometrioid EC	AUC ~0.88 for differentiating cervix–corpus junction adenocarcinoma from endometrioid carcinoma; model improved diagnostic confidence for difficult anatomical regions.	Retrospective	Limited sample size; anatomical variability; lack of external validation

Study	Modality	Endpoint	Key Findings	Study Design/ Validation	Key Limitations
Takeyama et al., 2024 (Jpn J Radiol)	MRI	Ovarian clear cell vs endometrioid carcinoma	Texture-based signatures achieved AUC ~0.85 for histotype classification; demonstrated that radiomics can detect subtle phenotypic differences similar to EC pathology.	Retrospective	Not EC-specific; limited cohort size; generalizability concerns
Na et al., 2024 (Front Oncol)	Multimodal MRI + clinical	Platinum sensitivity in ovarian carcinoma	Fusion model achieved AUC ~0.89 for predicting platinum sensitivity; radiomics alone underperformed (~0.78), showing benefit of multimodal integration.	Retrospective	Non-EC population; limited transferability; lack of standardized imaging

AUC values and conclusions are reproduced as reported in the cited publications and were not recalculated. Studies in ovarian or cervical malignancies are included only for methodological comparison and should not be interpreted as direct evidence for endometrial cancer.

Radiomics for molecular subtypes, MSI, p53-abnormal status, and tumor mutational burden

Radiomics has also been applied to the prediction of molecular subtypes and genomic surrogates, which are increasingly important for personalized treatment strategies. Lin et al. [22] developed an MRI-based radiomics nomogram for predicting microsatellite instability (MSI), demonstrating promising diagnostic performance; however, model generalizability remains uncertain. Broomand Lomer et al. [23] conducted a systematic review and meta-analysis, reporting encouraging pooled performance but also highlighting substantial heterogeneity in study design and quality, underscoring the need for standardization.

Ning et al. [24] and Meng et al. [25] developed radiomics-based models for predicting p53-aberrant tumors and high tumor mutation burden, respectively, demonstrating that radiomics can serve as a non-invasive surrogate for molecular profiling. Zhou et al. [26] and Brancato et al. [27] further showed that combining radiomics with peritumoral features or pathomics improves subtype classification. However, these integrative approaches increase methodological complexity and require large, well-annotated datasets for validation.

Additional studies demonstrated the value of radiogenomics and multimodal MRI approaches [28–31,37], while PET-based radiomics was used to capture metabolic heterogeneity and aggressive tumor biology [32–34]. These approaches showed promising reported performance but were frequently limited by retrospective design, small samples, protocol variability, and limited external validation.

Collectively, these studies (Table 2) indicate that radiomics may capture biologically relevant information associated with molecular subtypes and genomic alterations. However, variability in methodology, limited external validation, and potential overfitting remain significant challenges. As a result, although radiomics shows promise as a non-invasive tool for molecular phenotyping, further large-scale prospective studies are required before clinical implementation.

Table 2 - Radiomics studies targeting molecular and genomic surrogates in endometrial cancer

Study	Modality	Molecular/Genomic Endpoint	Key Findings	Study Design / Validation	Limitations
Lin et al., 2023 (QIMS)	MRI	MSI status	Combined radiomic-clinical model achieved reported AUC approximately 0.85 for MSI prediction; wavelet texture features were among the strongest predictors.	Retrospective	No external validation; moderate sample size; risk of overfitting
Broomand Lomer et al., 2025 (Abdom Radiol)	MRI (systematic review)	MSI status	Pooled results showed radiomics models can reach AUC 0.80–0.90 for MSI, though methodological variability limits generalizability.	Systematic review and meta-analysis	High heterogeneity; variable study quality; publication bias
Ning et al., 2024 (Br J Radiol)	MRI + clinical	p53abn EC	Multitask model achieved AUC ~0.86; integrating MRI radiomics with CA125 improved discrimination of p53abn tumors.	Retrospective	Lack of external validation; limited sample size; potential overfitting
Meng et al., 2025 (Abdom Radiol)	MRI	High TMB	Radiomics model achieved AUC ~0.87; high-entropy features were strongly associated with TMB-H phenotype.	Retrospective	No independent validation cohort; model generalizability uncertain
Zhou et al., 2025 (Eur J Radiol)	Multiparametric MRI	Molecular subtypes (TCGA surrogates)	Model achieved AUCs >0.80 for separating p53abn, MSI, and NSMP phenotypes; peritumoral features improved subtype classification.	Retrospective	Heterogeneous MRI protocols; lack of external validation; potential bias
Jacob et al., 2021 (J Clin Med)	MRI + gene expression	Radiomic Prognostic Index & genetic alterations	High RPI associated with poor survival and specific gene-expression clusters linked to aggressive biology.	Retrospective	Small cohort; no external validation; limited robustness
Hoivik et al., 2021 (Commun Biol)	MRI radiomics + genomics	Prognostic profiling	Radiomic clusters corresponded to genomic subgroups; demonstrated feasibility of integrating imaging with multi-omic data.	Retrospective	Integration complexity; limited external validation; cohort size constraints
Celli et al., 2022 (Cancers)	MRI + histologic–molecular data	Risk classes	Combined model achieved AUC ~0.90; molecular surrogates (MMR-d, p53abn, POLEmut) significantly increased accuracy.	Retrospective	High methodological complexity; limited interpretability; external validation required

Study	Modality	Molecular/Genomic Endpoint	Key Findings	Study Design / Validation	Limitations
Brancato et al., 2024 (Sci Rep)	Radiomics + pathomics	Integrated tumor characterization	Combined feature set improved prediction of molecular subtypes compared to radiomics or pathomics alone.	Retrospective	High methodological complexity; limited interpretability; validation needed
Fasmer et al., 2025 (Eur J Nucl Med Mol Imaging)	[18F]FDG PET	Aggressive disease, poor outcome	PET-derived radiomic signature predicted poor survival with AUC ~0.88; metabolic heterogeneity linked to aggressive molecular classes.	Retrospective	PET protocol variability; lack of external validation; limited cohort size

Reported model performance was extracted from the source publications. Heterogeneity in cohorts, class prevalence, feature selection, and validation prevents direct ranking of models.

Radiomics for organ preservation, fertility-sparing treatment, and lymphadenectomy decisions

Radiomics has also been explored for treatment planning. Yan et al. developed MRI-based radiomics nomograms for ovarian preservation and identification of candidates for fertility-sparing treatment [30,35]. Liu et al. proposed a radiomics model for prediction of lymph-node metastasis to support lymphadenectomy decisions [29].

Although these applications highlight the translational potential of radiomics, they remain subject to similar methodological limitations, including retrospective design, limited validation, and potential selection bias. Consequently, while radiomics-based decision-support tools are promising, their integration into clinical workflows requires further validation in prospective, multicenter studies.

Methodological themes and challenges

Most endometrial cancer (EC) radiomics studies used hand-crafted features—such as first-order intensity, shape, texture, and wavelet-derived descriptors—extracted from manually or semi-automatically segmented lesions on T2-weighted and/or multiparametric MRI (including diffusion-weighted and contrast-enhanced sequences). Lefebvre et al. introduced a spherical harmonics – based quantitative image analysis in multiparametric MRI to predict histopathology markers of EC, demonstrating that higher-order mathematical descriptors of tumor shape and surface can capture histologic differences beyond standard radiomic features. More recently, deep learning approaches, including convolutional neural networks, have been used to automatically learn features from image patches or to combine deep features with radiomics. Yang J. et al. and Shen et al. exemplify this trend by integrating multiparametric MRI radiomics with deep-learning architectures for risk classification and histologic subtype differentiation. The spherical-harmonics study is reported in reference [9], while deep-learning applications are represented by studies [14,18].

Several studies emphasized the added value of peritumoral radiomics. Yang J. et al. and Ren et al. showed that including peritumoral rings around the primary lesion improves prediction of deep myometrial invasion (DMI) and grade, likely by capturing invasion patterns, stromal reaction, and angiogenesis at the tumor–myometrium interface. Yan B. et al. incorporated peritumoral regions into an MRI-based radiomics nomogram for lymphovascular space invasion (LVSI) prediction, aligning with the biological notion that LVSI and invasive growth are peritumoral phenomena. Representative studies are cited in [13,17,29].

Standardization and reproducibility remain critical barriers to clinical adoption. Hodneland et al. explicitly evaluated different MRI radiomic feature normalization strategies in uterine endometrial and cervical cancers, showing that normalization choices influence prognostic model performance. Broomand

Lomer et al., in their MSI radiomics meta-analysis, highlighted heterogeneity in imaging protocols, feature extraction software, and machine learning workflows, limiting pooled inference and external applicability. Moreover, most EC radiomics studies are retrospective, single-center, and rely on internal cross-validation, which constrains generalizability and raises potential risk of overfitting. Multicenter studies, such as those by Bi et al. and Shen et al., as well as some MSI-focused works, represent progress toward broader applicability but still require prospective validation and harmonization of MRI protocols. These reproducibility concerns are also emphasized in [10,23].

Ability of radiomics to capture histological type

Across the reviewed literature, radiomics demonstrates strong potential to approximate histological type and related tumor biology in endometrial cancer. Multiple studies report that radiomic signatures can reliably distinguish endometrioid from non-endometrioid or serous carcinomas. Li et al. identified key T2-weighted MRI features linked to tumor shape and the myometrial interface, while Shen et al. achieved high accuracy in separating uterine serous carcinoma from endometrioid carcinoma using multiparametric MRI and deep learning. Radiomics also performs well in predicting histologic grade and preoperative risk class, as demonstrated by Zheng, Yue, Ren, and Yang, particularly when peritumoral features and deep-learning methods are incorporated; high-grade endometrioid tumors and serous carcinomas frequently cluster together, reflecting their shared aggressive behavior. The relevant evidence is summarized in studies [1,14–18].

Beyond morphology, radiomics correlates closely with molecular subtypes. Studies by Lin, Ning, Meng, Zhou, Celli, Jacob, and Hoivik show strong associations between imaging-derived features and MSI, p53-aberrant status, high tumor mutational burden, and TCGA-like genomic groups. These molecular correlations further support radiomics as a surrogate for underlying tumor biology. Multimodal approaches integrating MRI with PET, pathomics, or clinical/serologic data consistently outperform single-modality models, emphasizing that the most accurate assessment arises from holistic tumor profiling. Representative molecular and radiogenomic studies are cited in [22,24–28,37].

Despite these promising findings, most evidence originates from retrospective cohorts with limited sample sizes and minimal external validation, which may overestimate model performance and reduce generalizability. Variability in MRI acquisition, feature extraction pipelines, and analytic methods introduces potential bias and reproducibility challenges. Nevertheless, radiomics provides a non-invasive proxy for histologic type, grade, and molecular phenotype, with clinically meaningful applications in preoperative risk stratification, surgical planning, organ preservation, and systemic therapy selection.

Discussion

Principal findings and interpretation

While radiomics shows strong potential for improving preoperative assessment in endometrial cancer, several limitations hinder its immediate clinical translation. Most studies are retrospective and based on relatively small cohorts, with limited external validation, raising concerns about reproducibility and generalizability. Considerable heterogeneity in imaging protocols, segmentation approaches, feature extraction methods, and machine-learning techniques further complicates comparison across studies, and widespread adoption of standardization frameworks such as IBSI remains incomplete. In addition, research targets a wide range of endpoints - histologic type, grade, DMI, LVSI, molecular markers, risk class - yet the relationship between these outcomes and underlying tumor biology is not always clearly defined. Importantly, few investigations have prospectively evaluated whether radiomics-guided decisions improve patient management, reduce unnecessary interventions, or lead to better clinical outcomes.

Future work should emphasize large, prospective multicenter validation using harmonized imaging and feature pipelines, as well as the integration of radiomics with other omics modalities to generate more biologically interpretable models. Advances in explainable

AI will be essential for clarifying the basis of radiomic predictions and increasing their clinical acceptability. Ultimately, formal clinical impact studies are needed to determine whether radiomics-based decision-support tools can meaningfully enhance personalized, organ-preserving management in endometrial cancer.

Scientific novelty and clinical implications

The novelty of this review lies in linking radiomic prediction of histological type with grade, molecular surrogates, invasion-related features, prognostic risk, and treatment-planning decisions in a single tumor-profile framework. This integrated interpretation shows that radiomics is most likely to be clinically useful as a complement to pathology and conventional imaging rather than as an isolated substitute.

Potential clinical applications include preoperative risk stratification, identification of patients requiring more extensive staging, support for fertility-sparing or ovarian-preservation decisions, and selection of patients for additional molecular testing. However, reported model performance alone does not establish clinical utility. Decision-curve analysis, prospective workflow studies, comparison with expert radiologists and current clinicopathological models, and evaluation of patient outcomes are required.

Strengths and limitations of the review

Strengths of the review include a clearly defined clinical focus, coverage of MRI, PET/CT, radiogenomics, and deep-learning approaches, and explicit consideration of validation and reproducibility. The narrative structure allowed integration of heterogeneous endpoints that could not be meaningfully pooled.

The review also has limitations. The search was structured but not performed as a prospectively registered systematic review. Exact duplicate counts and exclusion counts at each screening stage were unavailable, and a formal risk-of-bias tool was not applied. The search was limited to three databases and English-language literature; conference, preclinical, review, and related gynecologic-cancer publications were included for context, which increases conceptual breadth but may blur the boundary of direct evidence. Performance estimates were extracted from heterogeneous studies and were not independently recalculated. Publication bias, selective reporting, and optimistic internal validation may therefore have influenced the apparent model performance.

Limitations of the evidence base and future research

Most included clinical studies were retrospective, used relatively small or single-center cohorts, and relied on internal cross-validation or random train-test splits. Differences in MRI scanners, acquisition protocols, segmentation, image preprocessing, feature definitions, class imbalance, endpoint definitions, and machine-learning workflows limit reproducibility. External validation was uncommon, and few studies evaluated incremental benefit over contemporary pathology, molecular classification, and expert imaging assessment.

Future research should prioritize prospective multicenter cohorts, prespecified analysis plans, harmonized imaging protocols, Image Biomarker Standardization Initiative-compliant feature extraction, transparent reporting of missing data and class balance, locked external validation, calibration, decision-curve analysis, and open or auditable code. Clinical-impact studies should determine whether radiomics-guided decisions improve management, reduce unnecessary procedures, or improve outcomes.

Conclusion

Radiomics research in endometrial cancer has advanced rapidly, progressing from early single-center studies to sophisticated multiparametric, radiogenomic, and deep-learning approaches. Evidence from MRI-based models for risk stratification, histologic typing, grading, and molecular characterization - as well as PET/CT radiomics and emerging radiopathomic frameworks - demonstrates that quantitative imaging features may capture tumor biology and aggressiveness. However, most studies are retrospective, single-center, and rely on internal validation, which limits generalizability and introduces potential bias. Variability in imaging protocols, feature extraction methods, and analytic workflows further challenges reproducibility. Despite these limitations, radiomics represents a

potentially valuable non-invasive complement to traditional biopsy and histopathology. Future work integrating clinical, radiomic, and molecular data, along with prospective, multicenter validation and standardized pipelines, may enable more accurate preoperative differentiation of tumor subtypes, improved prediction of grade and molecular risk categories, and more personalized planning of surgical and therapeutic strategies in endometrial cancer.

At present, radiomics should be regarded as an investigational decision-support approach. Its transition to routine care requires standardized acquisition and analysis, independent external validation, transparent model reporting, and demonstration of added clinical value beyond biopsy, histopathology, molecular classification, and conventional imaging.

REFERENCES

1 Li X, Dessi M, Marcus D, Russell J, Aboagye EO, Ellis LB, et al. Prediction of deep myometrial infiltration, clinical risk category, histological type, and lymphovascular space invasion in women with endometrial cancer based on clinical and T2-weighted MRI radiomic features. Cancers (Basel). 2023;15(8):2209. doi:10.3390/cancers15082209.

2 Manganaro L, Nicolino GM, Dolciami M, Martorana F, Stathis A, Colombo I, et al. Radiomics in cervical and endometrial cancer. Br J Radiol. 2021;94(1125):20201314. doi:10.1259/bjr.20201314.

3 Fasmer KE, Hodneland E, Dybvik JA, Wagner-Larsen K, Trovik J, Salvesen Ø, et al. Whole-volume tumor MRI radiomics for prognostic modeling in endometrial cancer. J Magn Reson Imaging. 2021;53(3):928-37. doi:10.1002/jmri.27444.

4 Jacob H, Dybvik JA, Ytre-Hauge S, Fasmer KE, Hoivik EA, Trovik J, et al. An MRI-based radiomic prognostic index predicts poor outcome and specific genetic alterations in endometrial cancer. J Clin Med. 2021;10(3):538. doi:10.3390/jcm10030538.

5 Hoivik EA, Hodneland E, Dybvik JA, Wagner-Larsen KS, Fasmer KE, Berg HF, et al. A radiogenomics application for prognostic profiling of endometrial cancer. Commun Biol. 2021;4:1363. doi:10.1038/s42003-021-02894-5.

6 Renton M, Fakhriyehasl M, Weiss J, Milosevic M, Laframboise S, Rouzbahman M, et al. Multiparametric MRI radiomics for predicting disease-free survival and high-risk histopathological features for tumor recurrence in endometrial cancer. Front Oncol. 2024;14:1406858. doi:10.3389/fonc.2024.1406858.

7 Mainenti PP, Stanzione A, Cuocolo R, Del Grosso R, Danzi R, Romeo V, et al. MRI radiomics: a machine learning approach for the risk stratification of endometrial cancer patients. Eur J Radiol. 2022;149:110226. doi:10.1016/j.ejrad.2022.110226.

8 Lefebvre TL, Ueno Y, Dohan A, Chatterjee A, Vallières M, Winter-Reinhold E, et al. Development of MRI-based 3D radiomics signatures for preoperative risk stratification of patients with histology-proven endometrial cancer [conference abstract]. ISMRM-ESMRMB Joint Annual Meeting; 2022. Abstract 0723. doi:10.58530/2022/0723.

9 Lefebvre TL, Ciga O, Bhatnagar SR, Ueno Y, Saif S, Winter-Reinhold E, et al. Predicting histopathology markers of endometrial carcinoma with a quantitative image analysis approach based on spherical harmonics in multiparametric MRI. Diagn Interv Imaging. 2023;104(3):142-52. doi:10.1016/j.diii.2022.10.007.

10 Hodneland E, Andersen E, Wagner-Larsen KS, et al. Impact of MRI radiomic feature normalization for prognostic modelling in uterine endometrial and cervical cancers. Sci Rep. 2024;14:16826. doi:10.1038/s41598-024-66659-w.

11 Wang Y, Bi Q, Deng Y, Yang Z, Song Y, Wu Y, et al. Development and validation of an MRI-based radiomics nomogram for assessing deep myometrial invasion in early-stage endometrial adenocarcinoma. Acad Radiol. 2023;30(4):668-79. doi:10.1016/j.acra.2022.05.017.

12 Bi Q, Wang Y, Deng Y, Liu Y, Pan Y, Song Y, et al. Different multiparametric MRI-based radiomics models for differentiating stage IA endometrial cancer from benign endometrial lesions: a multicenter study. Front Oncol. 2022;12:939930. doi:10.3389/fonc.2022.939930.
13 Yang J, Liu Y, Liu X, Wang Y, Wang X, Ai C, et al. MRI-based intratumoral and peritumoral radiomics for assessing deep myometrial invasion in early-stage endometrioid adenocarcinoma. Front Oncol. 2025;14:1474427. doi:10.3389/fonc.2024.1474427.
14 Shen Y, Liu L, Ma S, Ban X, Chen S, Dai Z, et al. Multiparametric MRI-based radiomics and deep learning for differentiating uterine serous carcinoma from endometrioid carcinoma: a multicenter retrospective study. Front Oncol. 2025;15:1655384. doi:10.3389/fonc.2025.1655384.
15 Zheng T, Yang L, Du J, Dong Y, Wu S, Shi Q, et al. Combination analysis of a radiomics-based predictive model with clinical indicators for the preoperative assessment of histological grade in endometrial carcinoma. Front Oncol. 2021;11:582495. doi:10.3389/fonc.2021.582495.
16 Yue X, He X, He S, Wu J, Fan W, Zhang H, et al. Multiparametric magnetic resonance imaging-based radiomics nomogram for predicting tumor grade in endometrial cancer. Front Oncol. 2023;13:1081134. doi:10.3389/fonc.2023.1081134.
17 Ren J, Cui T, Li X, Zhang Y, Shen Z, Yue Y. Integrative intratumoral and peritumoral radiomic model for predicting endometrial cancer grade. Oncol Lett. 2025;30:482. doi:10.3892/ol.2025.15228.
18 Yang J, Cao Y, Zhou F, Li C, Lv J, Li P. Combined deep-learning MRI-based radiomic models for preoperative risk classification of endometrial endometrioid adenocarcinoma. Front Oncol. 2023;13:1231497. doi:10.3389/fonc.2023.1231497.
19 Takeyama N, Sasaki Y, Ueda Y, Tashiro Y, Tanaka E, Nagai K, et al. MRI-based radiomics analysis of the differential diagnosis of ovarian clear cell carcinoma and endometrioid carcinoma. Jpn J Radiol. 2024;42(7):731-43. doi:10.1007/s11604-024-01545-z.
20 Na I, Noh JJ, Kim CK, Lee JW, Park H. Combined radiomics-clinical model to predict platinum sensitivity in advanced high-grade serous ovarian carcinoma using multimodal MRI. Front Oncol. 2024;14:1341228. doi:10.3389/fonc.2024.1341228.
21 Fang Y, Wang K, Xiao M, Cheng J, Lin Z, Qiang J, et al. Multiparametric MRI-based radiomics nomogram for identifying cervix-corpus junction cervical adenocarcinoma from endometrioid adenocarcinoma. Abdom Radiol (NY). 2024;49(5):1557-68. doi:10.1007/s00261-024-04214-x.
22 Lin Z, Wang T, Li H, Xiao M, Ma X, Gu Y, et al. MRI-based radiomics nomogram for predicting microsatellite instability status in endometrial cancer. Quant Imaging Med Surg. 2023;13(1):108-20. doi:10.21037/qims-22-255.
23 Broomand Lomer N, Nouri A, Singh R, et al. Diagnostic performance of radiomics models for preoperative prediction of microsatellite instability status in endometrial cancer: a systematic review and meta-analysis. Abdom Radiol (NY). 2025;50:4939-59. doi:10.1007/s00261-025-04933-9.
24 Ning Y, Liu W, Wang H, Zhang F, Chen X, Wang Y, et al. Determination of p53-abnormal endometrial cancer: a multitask analysis using a radiological-clinical nomogram on MRI. Br J Radiol. 2024;97(1157):954-63. doi:10.1093/bjr/tqae066.
25 Meng X, Yang D, Jin H, et al. MRI-based radiomics model for predicting endometrial cancer with high tumor mutation burden. Abdom Radiol (NY). 2025;50:1822-30. doi:10.1007/s00261-024-04547-7.
26 Zhou J, Yu X, Cui Y, Zhou Q, Xu Q, Zhang X, et al. Prediction of molecular subtypes of endometrial cancer patients on the basis of intratumoral and peritumoral radiomic features from multiparametric MR images. Eur J Radiol. 2025;187:112110. doi:10.1016/j.ejrad.2025.112110.
27 Brancato V, Garbino N, Aiello M, et al. Exploratory analysis of radiomics and pathomics in uterine corpus endometrial carcinoma. Sci Rep. 2024;14:30727. doi:10.1038/s41598-024-78987-y.
28 Celli V, Guerreri M, Pernazza A, et al. MRI- and histologic-molecular-based radiogenomics nomogram for preoperative assessment of risk classes in endometrial cancer. Cancers (Basel). 2022;14(23):5881. doi:10.3390/cancers14235881.

29 Liu XF, Yan BC, Li Y, Ma FH, Qiang JW. Radiomics nomogram in assisting lymphadenectomy decisions by predicting lymph node metastasis in early-stage endometrial cancer. Front Oncol. 2022;12:894918. doi:10.3389/fonc.2022.894918.
30 Yan BC, Ma XL, Li Y, Duan SF, Zhang GF, Qiang JW. MRI-based radiomics nomogram for selecting ovarian preservation treatment in patients with early-stage endometrial cancer. Front Oncol. 2021;11:730281. doi:10.3389/fonc.2021.730281.
31 Espedal H, Fasmer KE, Berg HF, Lyngstad JM, Schilling T, Krakstad C, et al. MRI radiomics captures early treatment response in patient-derived organoid endometrial cancer mouse models. Front Oncol. 2024;14:1334541. doi:10.3389/fonc.2024.1334541.
32 Fasmer KE, Gulati A, Lindås S, Krakstad C, Haldorsen IS. Predicting aggressive disease and poor outcome in endometrial cancer using preoperative [18F]FDG PET primary tumor radiomics. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2025;53:167-80. doi:10.1007/s00259-025-07335-7.
33 Nakajo M, Jinguji M, Tani A, Kikuno H, Hirahara D, Togami S, et al. Application of a machine learning approach for the analysis of clinical and radiomic features of pretreatment [18F]FDG PET/CT to predict prognosis of patients with endometrial cancer. Mol Imaging Biol. 2021;23:756-65. doi:10.1007/s11307-021-01599-9.
34 Crivellaro C, Landoni C, Elisei F, Buda A, Bonacina M, Grassi T, et al. Combining positron emission tomography/computed tomography, radiomics, and sentinel lymph node mapping for nodal staging of endometrial cancer patients. Int J Gynecol Cancer. 2020;30(3):378-82. doi:10.1136/ijgc-2019-000945.
35 Yan BC, Ma FH, Li Y, Fan YF, Huang ZL, Ma XL, et al. An MRI radiomics nomogram improves the accuracy in identifying eligible candidates for fertility-preserving treatment in endometrioid adenocarcinoma. Am J Cancer Res. 2022;12(3):1056-68.
36 Liu D, Yang L, Du D, Zheng T, Liu L, Wang Z, et al. Multi-parameter MR radiomics-based model to predict 5-year progression-free survival in endometrial cancer. Front Oncol. 2022;12:813069. doi:10.3389/fonc.2022.813069.
37 Ma C, Zhao Y, Song Q, Meng X, Xu Q, Tian S, et al. Multi-parametric MRI-based radiomics for preoperative prediction of multiple biological characteristics in endometrial cancer. Front Oncol. 2023;13:1280022. doi:10.3389/fonc.2023.1280022.

Declarations

Ethics approval and consent to participate. Not applicable. This review analyzed only previously published aggregate data and did not involve recruitment of participants or access to identifiable patient-level information.
Safety. Not applicable to the conduct of this review; no new diagnostic or therapeutic intervention was performed.
Data availability. All data used in the synthesis are contained in the cited publications and summary tables. The working extraction matrix may be made available by the corresponding author on reasonable request.
Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interest requiring disclosure.
Funding. No external funding was received for this study.
Author contributions.
Anar Mukhit: Methodology; Investigation; Data curation; Formal analysis; Visualization; Writing - original draft. Zhandos Amankulov: Conceptualization; Methodology; Validation; Supervision; Writing - review and editing. Both authors read and approved the final version of the manuscript and accept responsibility for the integrity of the work.

Декларации

Этическое одобрение и согласие на участие. Обзор основан исключительно на ранее опубликованных агрегированных данных и не включал набор участников или обработку идентифицируемых данных пациентов.

Безопасность. Не применимо к проведению настоящего обзора; новые диагностические или лечебные вмешательства не выполнялись.

Доступность данных. Все использованные данные содержатся в цитируемых публикациях и сводных таблицах. Рабочая матрица извлечения данных может быть предоставлена корреспондирующим автором по обоснованному запросу.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия.

Финансирование. Исследование не получало внешнего финансирования.

Вклад авторов.

Мухит Анар: методология; проведение литературного поиска; курирование данных; формальный анализ; визуализация; подготовка первоначального варианта рукописи. Аманкулов Жандос: концептуализация; методология; валидация; научное руководство; критический пересмотр и редактирование рукописи. Оба автора прочитали и одобрили окончательную версию рукописи и несут ответственность за целостность работы.

Декларациялар

Этикалық мақұлдау және қатысуға келісім. Қолданылмайды: шолу тек бұрын жарияланған жиынтық деректерге негізделді және қатысушыларды тартуды немесе сәйкестендірілетін пациенттік деректерді өңдеуді қамтымады.

Қауіпсіздік. Осы шолуды жүргізуге қолданылмайды; жаңа диагностикалық немесе емдік араласу жүргізілген жоқ.

Деректердің қолжетімділігі. Синтезде пайдаланылған барлық деректер сілтеме жасалған жарияланымдар мен жиынтық кестелерде берілген. Деректерді алу матрицасы негізделген сұрау бойынша хат-хабарға жауапты автордан алынуы мүмкін.

Мүдделер қақтығысы. Авторлар ашып көрсетуді талап ететін мүдделер қақтығысының жоқ екенін мәлімдейді.

Қаржыландыру. Зерттеу сыртқы қаржыландыру алған жоқ.

Авторлардың үлесі.

Мұхит Анар: әдіснама; әдебиеттерді іздеу; деректерді басқару; формалды талдау; визуализация; қолжазбаның бастапқы нұсқасын дайындау. Аманқұлов Жандос: тұжырымдамалау; әдіснама; валидация; ғылыми жетекшілік; қолжазбаны сыни қайта қарау және редакциялау. Екі автор да қолжазбаның түпкілікті нұсқасын оқып, мақұлдады және жұмыстың тұтастығына жауап береді.

Author information

Corresponding author: Anar Mukhitkyzy Mukhit - first-year Master’s student, Kazakhstan Medical University “KSPH”, Almaty, Kazakhstan; e-mail: anarmuhit54@gmail.ru; phone: +7 708 711 5654; ORCID: https://orcid.org/0009-0003-2471-0365.

Zhandos Mukhtarovich Amankulov - PhD, Head of the Department of Radiology and Nuclear Medicine, Kazakh Institute of Oncology and Radiology, Almaty, Kazakhstan; e-mail: zh.amankulov@mail.ru; phone: +7 702 568 9547; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7389-3119.

Сведения об авторах
Автор для корреспонденции: Мухит Анар Мухиткызы - магистрант 1-го курса Казахстанского медицинского университета «ВШОЗ», Алматы, Казахстан; e-mail: anarmuhit54@gmail.ru; тел.: +7 708 711 5654; ORCID: https://orcid.org/0009-0003-2471-0365.
Аманкулов Жандос Мухтарович - PhD, заведующий отделением радиологии и ядерной медицины Казахского научно-исследовательского института онкологии и радиологии, Алматы, Казахстан; e-mail: zh.amankulov@mail.ru; тел.: +7 702 568 9547; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7389-3119.

Авторлар туралы мәліметтер
Хат-хабарға жауапты автор: Мұхит Анар Мұхитқызы - «ҚДСЖМ» Қазақстан медицина университетінің 1-курс магистранты, Алматы, Қазақстан; e-mail: anarmuhit54@gmail.ru; тел.: +7 708 711 5654; ORCID: https://orcid.org/0009-0003-2471-0365.
Аманқұлов Жандос Мұхтарұлы - PhD, Қазақ онкология және радиология ғылыми-зерттеу институтының радиология және ядролық медицина бөлімінің меңгерушісі, Алматы, Қазақстан; e-mail: zh.amankulov@mail.ru; тел.: +7 702 568 9547; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7389-3119.

Статья поступила: 06.02.2026
Статья принята: 27.02.2026
Тип статьи: Систематический обзор
УДК: 616.61-008.64-053.31:614.2
МРНТИ: 76.29.47
DOI: 10.24412/1609-8692-2026-1-90-103

ОРГАНИЗАЦИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПРИ ОСТРОМ ПОЧЕЧНОМ ПОВРЕЖДЕНИИ У НОВОРОЖДЕННЫХ: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Мойынбаева Ш.М.[1], Анарбек А.М.[1]*, Асан А.М.[2], Атымтайқызы А.[3]
[1] ТОО Казахстанский медицинский университет «ВШОЗ», Казахстан, Алматы
[2] АО «ННЦХ им. А.Н. Сызганова», Алматы, Казахстан
[3] ТОО «Центральная семейная поликлиника города Алматы», Алматы, Казахстан

Введение: Острое почечное повреждение (ОПП) у новорожденных является одной из наиболее значимых проблем неонатальной интенсивной терапии, ассоциированной с высокой летальностью, увеличением продолжительности искусственной вентиляции легких и длительности госпитализации. Несмотря на внедрение международных диагностических критериев, вопросы ранней диагностики, организации специализированной медицинской помощи и оптимального применения почечно-заместительной терапии у новорожденных с ОПП остаются дискутабельными.
Цель исследования – проанализировать и обобщить современные данные об организации специализированной медицинской помощи, диагностике и лечении острого почечного повреждения у новорожденных на основе систематического обзора литературы.
Материалы и методы: Систематический обзор выполнен в соответствии с рекомендациями PRISMA 2020. Поиск публикаций проводился в базах данных PubMed/MEDLINE, Scopus и Web of Science за период 2015–2025 гг. с использованием комбинированных поисковых запросов, включающих термины acute kidney injury, newborn/neonate, intensive care, renal replacement therapy, peritoneal dialysis. Дополнительно выполнялся ручной поиск по спискам литературы. В обзор включены оригинальные клинические исследования, систематические обзоры и мета-анализы, посвященные диагностике, лечению и организации медицинской помощи при ОПП у новорожденных. Итоговый качественный анализ включал 41 исследование.
Результаты: Частота ОПП у новорожденных в отделениях реанимации и интенсивной терапии варьировала от 20 до 40%, а в группе критически больных пациентов превышала 50%. Наиболее высокий риск развития ОПП отмечался у новорожденных с врожденными пороками сердца, сепсисом, тяжелой перинатальной асфиксией и экстремально низкой массой тела при рождении. Развитие ОПП было ассоциировано с увеличением летальности, продолжительности респираторной поддержки и сроков пребывания в стационаре. Анализ показал, что ранняя идентификация пациентов группы высокого риска, динамический мониторинг водного баланса и мультидисциплинарный подход к лечению существенно улучшают клинические исходы. Среди методов почечно-заместительной терапии ведущая роль отводится перитонеальному диализу, который характеризуется относительной безопасностью и технической доступностью у новорожденных с нестабильной гемодинамикой. Раннее начало перитонеального диализа ассоциировано с уменьшением перегрузки жидкостью и снижением летальности.
Обсуждение: Выявленная неоднородность диагностических критериев и преобладание наблюдательных исследований ограничивают прямое сопоставление результатов и причинную интерпретацию. Наиболее согласованные данные поддерживают раннюю стратификацию риска, динамический контроль водного баланса, мультидисциплинарное ведение и своевременное рассмотрение почечно-заместительной терапии.
Заключение: Результаты систематического обзора подтверждают, что оптимизация исходов у новорожденных с острым почечным повреждением требует комплексного подхода, включающего раннюю диагностику, совершенствование организации специализированной медицинской помощи и своевременное применение почечно-заместительной терапии. Перитонеальный диализ остается методом выбора у данной категории пациентов. Разработка унифицированных клинических протоколов и проведение проспективных многоцентровых исследований представляются перспективными направлениями дальнейшей оптимизации помощи новорожденным с ОПП.
Ключевые слова: Острое почечное повреждение, новорожденные, отделения реанимации и интенсивной терапии новорожденных, почечно-заместительная терапия, перитонеальный диализ

ORGANIZATION OF SPECIALIZED MEDICAL CARE FOR ACUTE KIDNEY INJURY IN NEWBORNS: A SYSTEMATIC REVIEW

Moiynbayeva Sh.M.[1], Anarbek A.M. [1]*, Asan A.M.[2], Atymtaikyzy A.[3]
[1] *Kazakhstan Medical University "KSPH", Almaty, Kazakhstan*
[2] *JSC "A.N. Syzganov National Scientific Center of Surgery", Almaty, Kazakhstan*
[3] *Almaty City Central Family Polyclinic LLP, Almaty, Kazakhstan*

Introduction: Acute kidney injury (AKI) in newborns is one of the most significant challenges in neonatal intensive care, being associated with high mortality, prolonged duration of mechanical ventilation, and extended length of hospital stay. Despite the implementation of international diagnostic criteria, issues related to early diagnosis, organization of specialized medical care, and optimal use of renal replacement therapy in newborns with AKI remain debatable.
Objective: To analyze and summarize current evidence on the organization of specialized medical care, diagnosis, and treatment of acute kidney injury in newborns based on a systematic review of the literature.
Materials and Methods: This systematic review was conducted in accordance with the PRISMA 2020 guidelines. Literature searches were performed in the PubMed/MEDLINE, Scopus, and Web of Science databases for publications issued between 2015 and 2025, using combined search terms including acute kidney injury, newborn/neonate, intensive care, renal replacement therapy, and peritoneal dialysis. Additionally, a manual search of reference lists of included articles was performed. The review included original clinical studies, systematic reviews, and meta-analyses addressing the diagnosis, treatment, and organization of medical care for AKI in newborns. A total of 41 studies were included in the final qualitative analysis.
Results: The incidence of AKI among newborns admitted to neonatal intensive care units ranged from 20% to 40%, exceeding 50% in critically ill patients. The highest risk of AKI was observed in newborns with congenital heart defects, sepsis, severe perinatal asphyxia, and extremely low birth weight. The development of AKI was associated with increased mortality, longer duration of respiratory support, and prolonged hospital stay. The analysis demonstrated that early identification of high-risk patients, dynamic monitoring of fluid balance, and a multidisciplinary approach to care significantly improve clinical outcomes. Among renal replacement therapy modalities, peritoneal dialysis plays a leading role due to its relative safety and technical feasibility in newborns with hemodynamic instability. Early initiation of peritoneal dialysis was associated with reduced fluid overload and lower mortality.
Discussion: Heterogeneity in diagnostic criteria and the predominance of observational evidence limit direct comparison of findings and causal interpretation. The most consistent evidence supports early risk stratification, dynamic fluid-balance monitoring, multidisciplinary care, and timely consideration of renal replacement therapy.
Conclusion: The findings of this systematic review confirm that improving outcomes in newborns with acute kidney injury requires a comprehensive approach that includes early diagnosis, optimization of the organization of specialized medical care, and timely initiation of renal replacement therapy. Peritoneal dialysis remains the method of choice in this patient population. The development of standardized clinical protocols and the conduct of prospective multicenter studies represent promising directions for further optimization of care for newborns with AKI.
Keywords: Acute Kidney Injury, Infant Newborn, Intensive Care Units Neonatal, Renal Replacement Therapy, Peritoneal Dialysis

ЖАҢА ТУҒАН НӘРЕСТЕЛЕРДЕГІ ЖЕДЕЛ БҮЙРЕК ЗАҚЫМДАНУЫ КЕЗІНДЕ МАМАНДАНДЫРЫЛҒАН МЕДИЦИНАЛЫҚ КӨМЕКТІ ҰЙЫМДАСТЫРУ: ЖҮЙЕЛІ ШОЛУ

Мойынбаева Ш.М.[1], Анарбек А.М.[1] *, Асан А.М.[2], Атымтайқызы Ә.[3]
[1] *«ҚДСЖМ» Қазақстандық медицина университеті, Алматы қ., Қазақстан*
[2] *«А.Н. Сызғанов атындағы Ұлттық ғылыми хирургия орталығы» АҚ, Алматы, Қазақстан*
[3] *«Алматы қаласының орталық отбасылық емханасы» ЖШС, Алматы, Қазақстан*

Өзектілігі: Жаңа туған нәрестелердегі жедел бүйрек зақымдануы (ЖБЗ) неоналдық қарқынды терапияның ең өзекті мәселелерінің бірі болып табылады және жоғары өлім-жітіммен, өкпені жасанды желдету ұзақтығының ұзаруымен, сондай-ақ стационарда болу мерзімінің артуымен сипатталады. Халықаралық диагностикалық критерийлердің енгізілуіне қарамастан, ЖБЗ бар жаңа туған нәрестелерде ерте диагностика, мамандандырылған медициналық көмекті ұйымдастыру және бүйрек-алмастырушы терапияны оңтайлы қолдану мәселелері әлі де талқылануда.
Зерттеу мақсаты: Жаңа туған нәрестелердегі жедел бүйрек зақымдануын диагностикалау, емдеу және мамандандырылған медициналық көмекті ұйымдастыру бойынша заманауи деректерді жүйелі шолу негізінде талдау және жинақтау.
Материалдар мен әдістер: Жүйелі шолу PRISMA 2020 ұсынымдарына сәйкес жүргізілді. Әдебиеттерді іздеу PubMed/MEDLINE, Scopus және Web of Science дерекқорларында 2015–2025 жылдар аралығында жүзеге асырылды. Іздеу стратегиясында acute kidney injury, newborn/neonate, intensive care, renal replacement therapy,

peritoneal dialysis терминдерінің комбинациялары қолданылды. Қосымша ретінде енгізілген мақалалардың әдебиеттер тізімі бойынша қолмен іздеу жүргізілді. Шолуға жаңа туған нәрестелердегі ЖБЗ диагностикасы, емі және медициналық көмекті ұйымдастыру мәселелеріне арналған түпнұсқалық клиникалық зерттеулер, жүйелі шолулар және мета-талдаулар енгізілді. Қорытынды сапалық талдауға 41 зерттеу кірді.
Нәтижелері: Неонаталдық реанимация және қарқынды терапия бөлімшелеріне түскен жаңа туған нәрестелерде жедел бүйрек зақымдануының жиілігі 20–40% аралығында өзгеріп отырды, ал критикалық жағдайдағы пациенттер тобында бұл көрсеткіш 50%-дан асты. ЖБЗ даму қаупі туа біткен жүрек ақаулары бар, сепсиспен, ауыр перинаталдық асфиксиямен және туылған кездегі дене салмағы өте төмен нәрестелерде жоғары болды. ЖБЗ дамуы өлім-жітімнің артуымен, тыныс алуды қолдау ұзақтығының және стационарда болу мерзімінің ұзаруымен байланысты болды. Талдау нәтижелері қауіп жоғары топтағы пациенттерді ерте анықтау, су теңгерімін динамикалық бақылау және мультидисциплинарлық тәсілді қолдану клиникалық нәтижелерді едәуір жақсартатынын көрсетті. Бүйрек-алмастырушы терапия әдістері ішінде гемодинамикасы тұрақсыз жаңа туған нәрестелерде салыстырмалы қауіпсіздігі мен техникалық қолжетімділігіне байланысты перитонеальды диализ жетекші орын алады. Перитонеальды диализді ерте бастау сұйықтықтың шамадан тыс жиналуын азайтып, өлім-жітім деңгейінің төмендеуімен ассоциацияланды.
Талқылау: Диагностикалық критерийлердің әркелкілігі және бақылаулық зерттеулердің басым болуы нәтижелерді тікелей салыстыру мен себеп-салдарлық түсіндіруді шектейді. Ең бірізді деректер қауіп тобын ерте стратификациялауды, сұйықтық теңгерімін динамикалық бақылауды, мультидисциплинарлық жүргізуді және бүйрек-алмастырушы терапияны уақтылы қарастыруды қолдайды.
Қорытынды: Жүйелі шолу нәтижелері жаңа туған нәрестелердегі жедел бүйрек зақымдануы кезіндегі қолайсыз клиникалық нәтижелерді төмендету кешенді тәсілді талап ететінін көрсетті. Бұл тәсіл ерте диагностиканы, мамандандырылған медициналық көмекті ұйымдастыруды жетілдіруді және бүйрек-алмастырушы терапияны уақтылы бастауды қамтиды. Перитонеальды диализ осы пациенттер тобы үшін таңдаулы әдіс болып қала береді. Бірыңғай клиникалық хаттамаларды әзірлеу және көпорталықты проспективті зерттеулер жүргізу жаңа туған нәрестелерге көрсетілетін көмекті одан әрі оңтайландырудың перспективалы бағыттары болып табылады.
Түйінді сөздер: жедел бүйрек зақымдануы, жаңа туған нәрестелер, жаңа туған нәрестелердің реанимация және қарқынды терапия бөлімшелері, бүйрек-алмастырушы терапия, перитонеальды диализ

Введение

Острое почечное повреждение (ОПП) у новорожденных является одной из наиболее значимых проблем неонатальной и педиатрической интенсивной терапии в связи с высокой частотой развития, тяжелым клиническим течением и неблагоприятным прогнозом. По данным многоцентровых исследований, частота ОПП у новорожденных, находящихся в отделениях реанимации и интенсивной терапии, варьирует от 20 до 40%, а в группе критически больных пациентов может превышать 50% [1]. Развитие ОПП ассоциировано с увеличением летальности, продолжительности искусственной вентиляции легких, длительности госпитализации и риском формирования хронической болезни почек в отдаленной перспективе [2].

Особую уязвимость к развитию ОПП демонстрируют новорожденные с критическими состояниями, включая врожденные пороки сердца, сепсис, тяжелую перинатальную асфиксию и экстремально низкую массу тела при рождении. Анатомо-физиологическая незрелость почек, низкая скорость клубочковой фильтрации, высокая чувствительность к гипоперфузии и нефротоксическим воздействиям определяют ограниченные компенсаторные возможности почечной ткани в неонатальном периоде [3].

Несмотря на широкое внедрение международных диагностических критериев (KDIGO, pRIFLE, AKIN), ранняя диагностика ОПП у новорожденных остается затрудненной. Традиционные маркеры функции почек, такие как уровень сывороточного креатинина и диурез, обладают низкой чувствительностью и не отражают ранние стадии повреждения почечной ткани. В этой связи активно изучается роль биомаркеров почечного повреждения (NGAL, цистатин С, KIM-1 и др.), однако их использование в рутинной клинической практике пока не стандартизировано [4].

Наряду с диагностическими трудностями, значительное влияние на исходы ОПП оказывает организация специализированной медицинской помощи. Современные данные свидетельствуют о том, что своевременная идентификация пациентов высокого риска, адекватный мониторинг

водного баланса, мультидисциплинарный подход к лечению и раннее применение почечно-заместительной терапии позволяют существенно улучшить клинические результаты [5]. Среди методов заместительной почечной терапии у новорожденных ведущая роль отводится перитонеальному диализу как наиболее безопасному и технически доступному способу коррекции тяжелых нарушений гомеостаза в данной возрастной группе [6].

В то же время в литературе отсутствует единое представление о стандартах организации специализированной помощи новорожденным с ОПП, показаниях к началу почечно-заместительной терапии и оптимальных лечебных стратегиях. Это обуславливает необходимость систематизации имеющихся данных и формулирования обобщенных подходов к ведению данной категории пациентов.

Целью настоящего систематического обзора является анализ и обобщение современных данных об организации специализированной медицинской помощи, диагностике и лечении острого почечного повреждения у новорожденных.

Научная новизна

В настоящем обзоре комплексно сопоставлены данные о диагностике, организации специализированной медицинской помощи и применении почечно-заместительной терапии при остром почечном повреждении у новорожденных с акцентом на раннюю стратификацию риска, мультидисциплинарное ведение и выбор метода заместительной почечной терапии.

Материалы и методы

Дизайн исследования

Настоящий систематический обзор выполнен в соответствии с рекомендациями PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).

Источники данных и стратегия поиска

Поиск публикаций осуществлялся в электронных базах данных PubMed/MEDLINE, Scopus и Web of Science. В обзор включались статьи, опубликованные за период с 2015 по 2025 год, что позволило охватить современные представления о диагностике, лечении и организации специализированной медицинской помощи при остром почечном повреждении у новорожденных.

В частности, использовались следующие поисковые термины и логические операторы: (“acute kidney injury” OR “AKI”) AND (“newborn” OR “neonate”) AND (“intensive care” OR “renal replacement therapy” OR “peritoneal dialysis”).

Поиск ограничивался публикациями, вышедшими в период с 2015 по 2025 год. Языковых ограничений не применялось.

Дополнительно проводился ручной поиск по спискам литературы включенных в обзор статей с целью выявления дополнительных релевантных публикаций, не обнаруженных в ходе первичного электронного поиска.

Критерии включения

В систематический обзор включались исследования, выполненные в популяции новорожденных детей (возраст ≤ 28 суток), содержащие данные об остром почечном повреждении и посвященные вопросам диагностики, лечения и/или организации специализированной медицинской помощи при данном состоянии. В анализ отбирались оригинальные клинические исследования, а также систематические обзоры и мета-анализы, опубликованные на английском или русском языках.

Критерии исключения

Из систематического обзора исключались исследования, выполненные на взрослых пациентах или животных моделях, клинические случаи (case reports), публикации без доступа к полному тексту, а также статьи, не содержащие данных о клинических исходах или методах ведения пациентов с острым почечным повреждением.

Отбор исследований

Первичный скрининг публикаций осуществлялся по названию и аннотации. Полные тексты потенциально релевантных статей оценивались на соответствие критериям включения двумя независимыми исследователями. Разногласия разрешались путем консенсуса.

Извлечение данных

Из включенных в систематический обзор исследований извлекалась информация о дизайне исследования, характеристиках

изучаемой популяции, применяемых диагностических критериях острого почечного повреждения, используемых подходах к лечению и организации медицинской помощи, а также клинических исходах, включая уровень летальности, длительность искусственной вентиляции легких и потребность в почечно-заместительной терапии.

Исходы обзора

Основными исходами являлись летальность и потребность в почечно-заместительной терапии. Дополнительно анализировались частота и тяжесть ОПП, продолжительность искусственной вентиляции легких и госпитализации, степень перегрузки жидкостью, а также организационные характеристики специализированной медицинской помощи.

Оценка качества исследований

Оценка методологического качества включенных наблюдательных исследований проводилась с использованием шкалы Newcastle–Ottawa Scale. Систематические обзоры оценивались по критериям AMSTAR 2.

Безопасность и этические аспекты

Работа носила неинтервенционный характер и была основана исключительно на опубликованных агрегированных данных. Клинические вмешательства не проводились; поэтому одобрение локального этического комитета и получение информированного согласия не требовались. Сведения о безопасности диагностических и лечебных подходов анализировались по данным включенных публикаций.

Процесс отбора публикаций дополнительно визуализирован с использованием схемы PRISMA 2020, отражающей этапы идентификации, скрининга и включения исследований (рисунок 1).

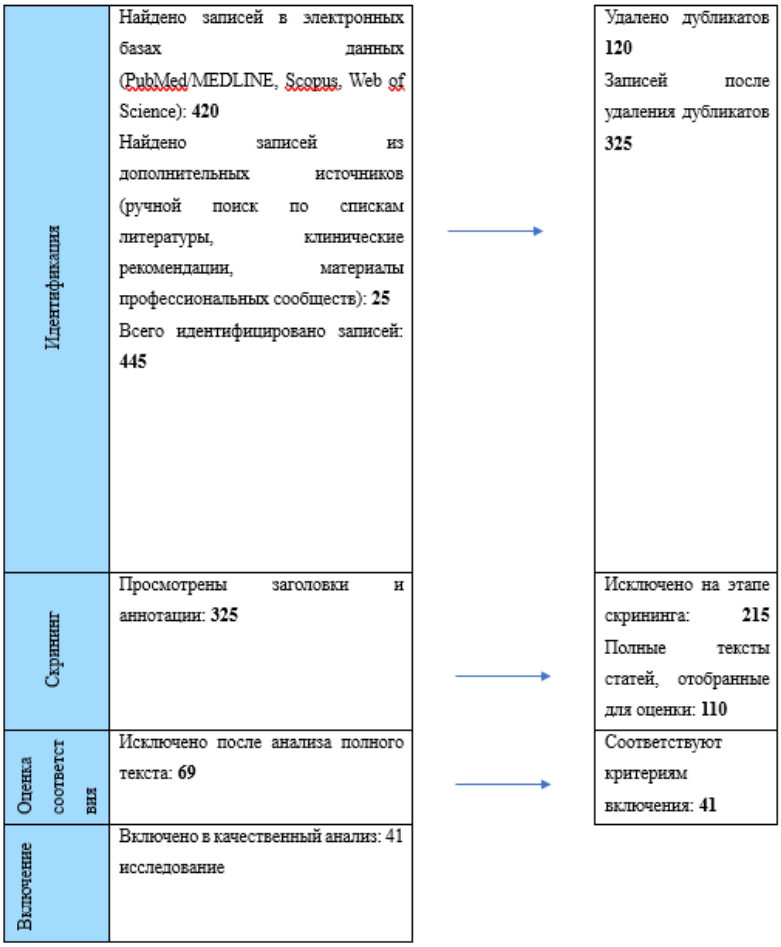


Рисунок 1 - Схема отбора исследований для систематического обзора в соответствии с рекомендациями PRISMA 2020

Результаты

В систематический обзор были включены исследования, посвященные острому почечному повреждению у новорожденных, выполненные в условиях отделений реанимации и интенсивной терапии. В анализ вошли оригинальные клинические исследования, а также систематические обзоры и мета-анализы, отражающие современные подходы к диагностике, лечению и организации специализированной медицинской помощи при ОПП. Большинство публикаций представляли собой наблюдательные когортные исследования, выполненные в неонатальных и педиатрических центрах, включая специализированные кардиохирургические стационары.

Исследования существенно различались по дизайну, характеристикам популяций и применяемым диагностическим критериям ОПП, что отражает отсутствие унифицированного подхода к оценке почечной дисфункции в неонатальном периоде.

По данным включенных исследований, частота острого почечного повреждения у новорожденных, находящихся в отделениях реанимации и интенсивной терапии, варьировала в широких пределах и зависела от тяжести состояния пациентов, наличия сопутствующей патологии и применяемых диагностических критериев [7]. В общей неонатальной популяции ОПП диагностировалось в среднем у 20–40% пациентов, тогда как в группе критически больных новорожденных данный показатель превышал 50% [8].

Наиболее высокая частота ОПП отмечалась у новорожденных с врожденными пороками сердца, перенесших кардиохирургические вмешательства, а также у детей с сепсисом, тяжелой перинатальной асфиксией и экстремально низкой массой тела при рождении [9]. Развитие острого почечного повреждения было ассоциировано с увеличением летальности, продолжительности искусственной вентиляции легких и длительности пребывания в стационаре, что подчеркивает его значимое влияние на исходы лечения данной категории пациентов [10].

В ряде исследований показано, что тяжесть острого почечного повреждения напрямую коррелирует с неблагоприятными клиническими исходами [11]. У новорожденных с ОПП средней и тяжелой степени отмечались более высокие показатели летальности, большая потребность в пролонгированной респираторной поддержке и более длительное пребывание в отделениях интенсивной терапии по сравнению с пациентами без признаков почечной дисфункции [12]. Особенно неблагоприятный прогноз наблюдался у пациентов с развитием ОПП в раннем неонатальном периоде или в ранние сроки после хирургических вмешательств [13].

Отдельные авторы подчеркивают, что наличие острого почечного повреждения у новорожденных следует рассматривать не только как маркер тяжести основного заболевания, но и как самостоятельный прогностически неблагоприятный фактор, независимо от гестационного возраста и ведущей нозологии [14]. Включенные исследования также демонстрируют дозозависимую связь между выраженностью перегрузки жидкостью, степенью почечной дисфункции и увеличением летальности, что подчеркивает клиническую значимость раннего мониторинга водного баланса у данной категории пациентов [15].

В большинстве включенных исследований для диагностики острого почечного повреждения у новорожденных использовались модифицированные неонатальные критерии KDIGO, а также классификационные системы AKIN и pRIFLE [16]. При этом в ряде публикаций отмечались существенные различия в оценке частоты и степени тяжести ОПП в зависимости от выбранной диагностической классификации, что затрудняет сопоставление результатов различных исследований и формирование унифицированных эпидемиологических оценок [17].

Традиционные показатели функции почек, включая уровень сывороточного креатинина и показатели диуреза, демонстрировали ограниченную

чувствительность, особенно в ранние сроки развития заболевания, что связано с физиологическими особенностями неонатального периода и задержкой повышения креатинина после повреждения почечной ткани [18]. В связи с этим в ряде работ подчеркивалась перспективность использования биомаркеров почечного повреждения, таких как нейтрофильный желатиназ-ассоциированный липокалин (NGAL) и цистатин С, позволяющих выявлять почечную дисфункцию на доклинических стадиях [19]. Вместе с тем авторы указывают, что применение биомаркеров в рутинной клинической практике остается ограниченным и требует дальнейшей стандартизации диагностических подходов и определения пороговых значений для неонатальной популяции [20].

Анализ включенных публикаций показал, что исходы острого почечного повреждения у новорожденных во многом определяются уровнем организации специализированной медицинской помощи [21]. Ключевыми элементами эффективного ведения пациентов являлись ранняя идентификация групп высокого риска, динамический мониторинг водного баланса и гемодинамических показателей, а также мультидисциплинарный подход с участием неонатологов, реаниматологов и нефрологов [22].

Во многих исследованиях подчеркивалась важность своевременного принятия решения о начале почечно-заместительной терапии до развития выраженной перегрузки жидкостью и тяжелых метаболических нарушений, ассоциированных с ухудшением клинических исходов и повышением летальности [23]. Раннее начало заместительной почечной терапии рассматривалось как один из ключевых факторов, позволяющих стабилизировать состояние пациентов и предотвратить прогрессирование полиорганной дисфункции у критически больных новорожденных [24].

Среди методов почечно-заместительной терапии у новорожденных ведущая роль в большинстве включенных исследований отводилась перитонеальному диализу, что обусловлено его относительной безопасностью, технической доступностью и возможностью применения у пациентов с низкой массой тела и нестабильной гемодинамикой [25]. Авторы подчеркивали, что перитонеальный диализ не требует сосудистого доступа большого диаметра и системной антикоагуляции, что особенно важно в неонатальной популяции с высоким риском геморрагических осложнений [26].

Применение перитонеального диализа способствовало эффективной коррекции нарушений водно-электролитного баланса, снижению выраженности перегрузки жидкостью и стабилизации гемодинамических показателей у критически больных новорожденных [27]. В ряде исследований отмечено, что раннее начало перитонеального диализа ассоциировано с уменьшением продолжительности искусственной вентиляции легких, сокращением сроков пребывания в отделениях интенсивной терапии и снижением летальности, по сравнению с отсроченным началом заместительной почечной терапии [28].

Таким образом, результаты систематического обзора свидетельствуют о высокой распространенности острого почечного повреждения у новорожденных, особенно в группе критически больных пациентов, и подчеркивают его значимое влияние на клинические исходы. Анализ включенных публикаций показывает, что ранняя диагностика, адекватная организация специализированной медицинской помощи и своевременное начало почечно-заместительной терапии, в частности перитонеального диализа, являются ключевыми факторами, ассоциированными с улучшением выживаемости и снижением частоты неблагоприятных исходов у данной категории пациентов.

Обсуждение

Результаты настоящего систематического обзора подтверждают, что острое почечное повреждение у новорожденных остается одной из ключевых проблем неонатальной интенсивной терапии, существенно влияя на показатели летальности и тяжесть

клинического течения критических состояний [29]. Высокая вариабельность частоты ОПП, выявленная в включенных исследованиях, в значительной степени обусловлена неоднородностью популяций, различиями в применяемых диагностических критериях и особенностями клинической практики в различных центрах [30,31].

Одним из принципиальных выводов обзора является подтверждение того, что ОПП у новорожденных следует рассматривать не только как осложнение основного заболевания, но и как самостоятельный фактор неблагоприятного прогноза. Даже умеренные формы почечной дисфункции ассоциированы с увеличением продолжительности респираторной поддержки и пребывания в отделениях интенсивной терапии, что согласуется с данными ранее опубликованных исследований [32]. Это подчеркивает необходимость активной тактики раннего выявления почечной дисфункции у пациентов группы высокого риска.

Обсуждая диагностические подходы, следует отметить, что, несмотря на широкое внедрение модифицированных неонатальных критериев KDIGO, их чувствительность в ранние сроки заболевания остается ограниченной. Использование сывороточного креатинина и диуреза как основных диагностических маркеров не позволяет своевременно выявлять субклинические формы ОПП, что может приводить к задержке начала лечебных мероприятий [33-35]. Перспективным направлением является внедрение биомаркеров почечного повреждения, однако их клиническое применение в неонатологии пока сдерживается отсутствием стандартизированных пороговых значений и ограниченной доступностью лабораторных методов [36].

Особое внимание в анализируемых публикациях уделяется роли организации специализированной медицинской помощи. Полученные данные свидетельствуют о том, что структурированный подход к ведению новорожденных с риском развития ОПП, включающий мультидисциплинарное взаимодействие специалистов, динамический мониторинг водного баланса и раннюю стратификацию риска, оказывает более выраженное влияние на исходы, чем изолированное применение отдельных фармакологических стратегий [37]. Данный вывод имеет важное практическое значение и подчеркивает приоритет организационных решений в системе оказания помощи критически больным новорожденным.

В контексте заместительной почечной терапии перитонеальный диализ рассматривается большинством авторов как метод выбора у новорожденных, особенно у пациентов с низкой массой тела и нестабильной гемодинамикой. Преимущества перитонеального диализа, включая отсутствие необходимости в сосудистом доступе большого диаметра и системной антикоагуляции, делают его наиболее приемлемым методом ЗПТ в неонатальной практике [38]. Кроме того, данные литературы указывают на потенциальную пользу раннего начала перитонеального диализа, ассоциированного с уменьшением перегрузки жидкостью, снижением продолжительности ИВЛ и улучшением выживаемости [39].

Ограничения исследования

Вместе с тем настоящий обзор имеет ряд ограничений. Во-первых, включенные исследования характеризуются значительной гетерогенностью дизайна и используемых диагностических критериев, что ограничивает возможность прямого сопоставления результатов. Во-вторых, большинство доступных данных основано на наблюдательных исследованиях, что не позволяет в полной мере оценить причинно-следственные связи между отдельными лечебными стратегиями и клиническими исходами [40]. Эти обстоятельства подчеркивают необходимость проведения дальнейших проспективных и рандомизированных исследований, направленных на оптимизацию диагностики и лечения ОПП у новорожденных.

Таким образом, результаты систематического обзора подтверждают, что улучшение исходов у новорожденных с

острым почечным повреждением требует комплексного подхода, включающего раннюю диагностику, оптимальную организацию специализированной медицинской помощи и своевременное применение почечно-заместительной терапии. Формирование унифицированных протоколов ведения и дальнейшее развитие междисциплинарных моделей оказания помощи представляются перспективными направлениями для снижения бремени ОПП в неонатальной популяции [41].

Заключение

Проведенный систематический обзор демонстрирует, что острое почечное повреждение у новорожденных является частым и клинически значимым осложнением, особенно у критически больных пациентов, и ассоциировано с неблагоприятными исходами, включая повышение летальности и увеличение продолжительности интенсивной терапии. Высокая вариабельность показателей распространенности и тяжести ОПП отражает как гетерогенность клинических популяций, так и отсутствие унифицированных диагностических и организационных подходов к ведению данной категории пациентов.

Полученные данные подчеркивают ключевую роль ранней диагностики, своевременной стратификации риска и адекватной организации специализированной медицинской помощи в улучшении клинических исходов у новорожденных с ОПП. Особое значение имеет мультидисциплинарный подход, обеспечивающий непрерывный мониторинг состояния пациентов и обоснованное принятие решений о начале почечно-заместительной терапии.

Среди методов заместительной почечной терапии перитонеальный диализ остается наиболее предпочтительным вариантом для новорожденных, благодаря своей относительной безопасности, технической доступности и возможности применения у пациентов с нестабильной гемодинамикой и низкой массой тела при рождении. Раннее начало перитонеального диализа рассматривается как потенциально эффективная стратегия профилактики тяжелых осложнений и улучшения выживаемости в данной популяции.

Таким образом, оптимизация оказания помощи новорожденным с острым почечным повреждением требует комплексного подхода, включающего совершенствование диагностических алгоритмов, развитие организационных моделей специализированной медицинской помощи и дальнейшее внедрение доказательных стратегий почечно-заместительной терапии. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются разработка стандартизированных протоколов ведения и оценка эффективности раннего вмешательства в рамках проспективных многоцентровых исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1 Jetton JG, Boohaker LJ, Sethi SK, et al. Incidence and outcomes of neonatal acute kidney injury (AWAKEN): a multicentre, multinational, observational cohort study. *Lancet Child Adolesc Health*. 2017;1(3):184–194. doi:10.1016/S2352-4642(17)30069-X

2 Charlton JR, Boohaker L, Askenazi D, et al; Neonatal Kidney Collaborative. Incidence and risk factors of early onset neonatal AKI. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2019;14(2):184–195. doi:10.2215/CJN.03670318

3 Charlton JR, Boohaker L, Askenazi D, et al; NKC. Late onset neonatal acute kidney injury: results from the AWAKEN Study. *Pediatr Res*. 2019;85(3):339–348. doi:10.1038/s41390-018-0255-x

4 Askenazi D, Abitbol C, Boohaker L, et al; NKC. Optimizing the AKI definition during first postnatal week using AWAKEN cohort. *Pediatr Res*. 2019;85(3):329–338. doi:10.1038/s41390-018-0249-8

5 Selewski DT, Charlton JR, Jetton JG, et al. Neonatal acute kidney injury. *Pediatrics*. 2015;136(2):e463–e473. doi:10.1542/peds.2014-3819

6 Zappitelli M, Ambalavanan N, Askenazi DJ, et al. Developing a neonatal AKI research definition: report from NIDDK neonatal AKI workshop. *Pediatr Res.* 2017;82(4):569–573. doi:10.1038/pr.2017.136
7 Harer MW, Selewski DT, Kashani K, et al. Improving quality of neonatal AKI care: neonatal-specific response to ADQI-22. *J Perinatol.* 2021;41(2):185–195. doi:10.1038/s41372-020-00810-z
8 Kashani K, Rosner MH, Haase M, et al. Quality improvement goals for acute kidney injury. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2019;14(6):941–953. doi:10.2215/CJN.01250119
9 Kellum JA, Lameire N; KDIGO AKI Guideline Work Group. KDIGO summary (Part 1): diagnosis, evaluation, and management of AKI. *Crit Care*. 2013;17:204. doi:10.1186/cc11454
10 Jetton JG, Guillet R, Askenazi DJ, et al. Assessment of worldwide AKI epidemiology in neonates: design of a retrospective cohort study. *Front Pediatr*. 2016;4:68. doi:10.3389/fped.2016.00068
11 De Mul A, Parvex P, Héneau A, et al. Urine output monitoring for diagnosis of early-onset AKI in very preterm infants. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2022;17(7):949–956. doi:10.2215/CJN.15231121
12 Starr MC, Griffin RL, Harer MW, et al. AKI defined by fluid-corrected creatinine in premature neonates (secondary analysis PENUT trial). *JAMA Netw Open*. 2023;6(8):e2328182. doi:10.1001/jamanetworkopen.2023.28182
13 Hingorani S, Schmicker RH, Brophy PD, et al; PENUT Investigators. Severe AKI and mortality in extremely low gestational age neonates. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2021;16(6):862–869. doi:10.2215/CJN.18841220
14 Garg PM, Britt AB, Ansari MAY, et al. Severe AKI in neonates with necrotizing enterocolitis: risk factors and outcomes. *Pediatr Res.* 2021;90(3):642–649. doi:10.1038/s41390-020-01320-6
15 Bakhoum CY, Basalely A, Koppel RI, Sethna CB. AKI in preterm infants with necrotizing enterocolitis. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2019;32(19):3185–3190. doi:10.1080/14767058.2018.1459553
16 Morgan CJ, Zappitelli M, Robertson CM, et al. Risk factors and outcomes of AKI in neonates undergoing complex cardiac surgery. *J Pediatr*. 2013;162(1):120–127.e1. doi:10.1016/j.jpeds.2012.06.054
17 Beken S, Akbulut BB, Albayrak E, et al. Neonatal AKI after critical congenital heart disease surgery. *Pediatr Nephrol.* 2021;36(7):1923–1929. doi:10.1007/s00467-020-04890-z
18 Wong JH, Selewski DT, Yu S, et al. Severe AKI following stage 1 Norwood palliation: outcomes and risk at subsequent stages. *Pediatr Crit Care Med*. 2016;17(7):615–623. doi:10.1097/PCC.0000000000000734
19 Madsen NL, Goldstein SL, Frøslev T, Christiansen CF, Olsen M. Cardiac surgery–associated AKI and risk of chronic kidney disease in congenital heart disease. *Kidney Int.* 2017;92(3):751–756. doi:10.1016/j.kint.2017.02.021
20 Cleper R, Shavit I, Blumenthal D, et al. Neonatal AKI: recording rate, course, and outcome—one center experience. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2019;32(20):3379–3385. doi:10.1080/14767058.2018.1463985
21 Harer MW, Pope CF, Conaway MR, Charlton JR. FANCY: follow-up of AKI in neonates during childhood years (prospective cohort). *Pediatr Nephrol.* 2017;32(6):1067–1076. doi:10.1007/s00467-017-3603-x
22 Adegboyega OO, Singh Y, Bhutada A, Kupferman JC, Rastogi S. Recurrent AKI in preterm neonates: worse outcomes and higher mortality. *Pediatr Res.* 2022;92(1):284–290. doi:10.1038/s41390-021-01740-y
23 Vincent K, Rutledge A, Laney Z, et al. Recurrent neonatal AKI in NICU: incidence, predictors, outcomes. *J Perinatol.* 2023 (online). doi:10.1038/s41372-023-01800-7
24 Elgendy MM, Othman HF, Younis M, et al. Trends and disparities for AKI in premature infants: US national database. *Pediatr Nephrol.* 2021;36(9):2789–2795. doi:10.1007/s00467-021-04998-w
25 Bjornstad EC, Marshall SW, Mottl AK, et al. Health insurance/racial disparities in pediatric AKI in the USA. *Pediatr Nephrol.* 2020;35(6):1085–1096. doi:10.1007/s00467-020-04470-1

26 Kaddourah A, Basu RK, Bagshaw SM, Goldstein SL; AWARE Investigators. Epidemiology of AKI in critically ill children and young adults. *N Engl J Med*. 2017;376(1):11–20. doi:10.1056/NEJMoa1611391
27 Hoste EAJ, Bagshaw SM, Bellomo R, et al. AKI–EPI study: epidemiology of AKI in critically ill patients. *Intensive Care Med*. 2015;41(8):1411–1423. doi:10.1007/s00134-015-3934-7
28 Weintraub AS, Connors J, Carey A, Blanco V, Green RS. Spectrum of onset of AKI in premature infants <30 weeks. *J Perinatol*. 2016;36(6):474–480. doi:10.1038/jp.2015.217
29 Zwiers AJ, de Wildt SN, Hop WC, et al. AKI in critically ill neonates on ECMO: 14-year cohort study. *Crit Care*. 2013;17(4):R151. doi:10.1186/cc12830
30 Ronco C, Garzotto F, Brendolan A, et al. CARPEDIEM: miniaturized CRRT machine in neonates/small infants (first-in-human). *Lancet*. 2014;383(9931):1807–1813. doi:10.1016/S0140-6736(14)60799-6
31 Vasudevan A, Iyengar A, Phadke K. Peritoneal dialysis for acute kidney injury in children. *Pediatr Nephrol*. 2017;32(7):1153–1162. doi:10.1007/s00467-016-3482-6
32 Kwiatkowski DM, Goldstein SL, Cooper DS, Nelson DP, Morales DL, Krawczeski CD. Peritoneal dialysis vs furosemide to prevent fluid overload in infants after cardiac surgery. *JAMA Pediatr*. 2017;171(4):357–364. doi:10.1001/jamapediatrics.2016.4538
33 Sasser WC, Dabal RJ, Askenazi DJ, Borasino S, Moellinger AB, Kirklin JK. Prophylactic peritoneal dialysis following cardiopulmonary bypass in children. *Congenit Heart Dis*. 2014;9(4):332–340. doi:10.1111/chd.12072
34 Sethi SK, Wazir S, Sahoo S, et al. Neonatal AKI and peritoneal dialysis: results from the TINKER (PCRRT-ICONIC) registry. *Perit Dial Int*. 2022;42(6):533–541. doi:10.1177/08968608221091023
35 Yang H, Lin C, Zhuang C, Chen J, Jia Y, Shi H. Serum cystatin C as a predictor of AKI in neonates: meta-analysis. *J Pediatr (Rio J)*. 2022;98(3):230–240. doi:10.1016/j.jped.2021.08.005
36 Bargielska A, Wasilewska A, Rybi-Szumińska A. Novel acute kidney injury biomarkers and their utility in children and adolescents-overview. Ital J Pediatr. 2025;51(1):158. doi:10.1186/s13052-025-02005-8
37 Praditaukrit M, Chatatikun M, Tedasen A, et al. Urinary KIM-1 for early detection of AKI in neonates: systematic review and meta-analysis. *Life (Basel)*. 2025;15(12):1842. doi:10.3390/life15121842
38 Mehta RL, Burdmann EA, Cerdá J, et al. ISN 0by25 Global Snapshot: recognition and management of AKI. *Lancet*. 2016;387(10032):2017–2025. doi:10.1016/S0140-6736(16)30240-9
39 Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: PRISMA Statement. *PLoS Med*. 2009;6(7):e1000097. doi:10.1371/journal.pmed.1000097
40 Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. PRISMA 2020 statement. *BMJ*. 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71
41 Shea BJ, Reeves BC, Wells G, et al. AMSTAR 2: критическая оценка систематических обзоров. *BMJ*. 2017;358:j4008. doi:10.1136/bmj.j4008

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Вклад авторов

Ш.М. Мойынбаева - разработка концепции; методология; проведение исследования; формальный анализ; подготовка первоначального варианта рукописи; рецензирование и редактирование рукописи.

А.М. Анарбек - методология; проведение исследования; курирование данных; формальный анализ; визуализация; подготовка первоначального варианта рукописи.

А.М. Асан - методология; валидация; научное руководство; рецензирование и редактирование рукописи.

А. Атымтайқызы - проведение исследования; курирование данных; визуализация;

рецензирование и редактирование рукописи.
Все авторы прочитали и одобрили окончательную версию рукописи и согласились нести ответственность за все аспекты работы.

Финансирование
Финансирование исследования не осуществлялось.

Этическое одобрение и согласие на участие
Обзор основан исключительно на опубликованных и агрегированных данных и не предусматривал взаимодействия с пациентами, использования биологического материала или обработки персональных данных. Одобрение локального этического комитета и получение информированного согласия не требовались.

Согласие на публикацию
Не применимо.

Безопасность
Клинические вмешательства в рамках настоящей работы не проводились. Сведения о безопасности диагностических и лечебных подходов представлены на основании включенных публикаций.

Доступность данных
Все данные, использованные в обзоре, содержатся в рукописи и цитируемых источниках. Отдельный набор первичных данных не формировался.

Conflict of Interest
The authors declare no potential conflicts of interest relevant to this article.

Authors' contributions
Sh.M. Moiynbayeva – Conceptualization; Methodology; Investigation; Formal analysis; Writing – original draft; Writing – review and editing.
A.M. Anarbek – Methodology; Investigation; Data curation; Formal analysis; Visualization; Writing – original draft.
A.M. Asan - Methodology; Validation; Supervision; Writing – review and editing.
A. Atymtaikyzy – Investigation; Data curation; Visualization; Writing – review and editing.
All authors read and approved the final version of the manuscript and agreed to be accountable for all aspects of the work.

Funding
This research received no external funding.

Ethics approval and consent to participate
This review used only published and aggregated data and involved no interaction with patients, biological samples, or processing of personal data. Approval by a local ethics committee and informed consent were therefore not required.

Consent for publication
Not applicable.

Safety
No clinical interventions were performed as part of this study. Safety information on diagnostic and therapeutic approaches was derived from the included publications.

Data availability
All data used in this review are contained in the manuscript and the cited sources. No separate primary dataset was generated.

Мүдделер қақтығысы
Авторлар осы мақалаға қатысты мүдделер қақтығысының жоқ екенін мәлімдейді.

Авторлардың үлесі
Ш.М. Мойынбаева – зерттеу тұжырымдамасын әзірлеу; әдіснама; зерттеу жүргізу; формалды талдау; қолжазбаның бастапқы нұсқасын дайындау; қолжазбаны қайта қарау және редакциялау.

А.М. Анарбек – әдіснама; зерттеу жүргізу; деректерді басқару; формалды талдау; визуализация; қолжазбаның бастапқы нұсқасын дайындау.
А.М. Асан – әдіснама; валидация; ғылыми жетекшілік; қолжазбаны қайта қарау және редакциялау.
Ә. Атымтайқызы – зерттеу жүргізу; деректерді басқару; визуализация; қолжазбаны қайта қарау және редакциялау.
Барлық авторлар қолжазбаның соңғы нұсқасын оқып, мақұлдады және жұмыстың барлық аспектілері үшін жауапкершілік алуға келісті.

Қаржыландыру
Зерттеу қаржыландырылмаған.

Этикалық мақұлдау және зерттеуге қатысуға келісім
Шолу тек жарияланған және жинақталған деректерге негізделді және пациенттермен өзара әрекеттесуді, биологиялық материалды пайдалануды немесе дербес деректерді өңдеуді көздемеді. Жергілікті этикалық комитеттің мақұлдауы және ақпараттандырылған келісім талап етілмеді.

Жариялауға келісім
Қолданылмайды.

Қауіпсіздік
Осы жұмыс аясында клиникалық араласулар жүргізілген жоқ. Диагностикалық және емдік тәсілдердің қауіпсіздігі туралы мәліметтер енгізілген жарияланымдар негізінде берілді.

Деректердің қолжетімділігі
Шолуда пайдаланылған барлық деректер қолжазбада және дәйексөз келтірілген дереккөздерде қамтылған. Жеке бастапқы деректер жиынтығы қалыптастырылған жоқ.

Сведения об авторах:
Корреспондент автор: Анарбек Асқар Мұратәліұлы – магистрант 1 курса КМУ ВШОЗ, Казахстан, e-mail: askar.anarbek@mail.ru, телефон: 87078583175 , ORCID-ID https://orcid.org/0009-0003-8206-703X
Мойынбаева Шарапат Марқашқызы – PhD, PostDoc, директор департамента науки и консалтинга КМУ ВШОЗ, Казахстан, e-mail: sh.moiynbayeva@ksph.kz, ORCID- ID: https://orcid.org/0000-0003-1720-5064
Асан Маздақ Асқарұлы – врач-хирург, АО «ННЦХ им. А.Н. Сызганова», Алматы, Казахстан., e-mail: assanmazdaq@mail.ru, телефон: 87086701097 , ORCID-ID https://orcid.org/0000-0001-8795-7670
Атымтайқызы Әсем – врач-клинический фармаколог, ТОО «Центральная семейная поликлиника города Алматы», Алматы, Казахстан, e-mail: atymtaiqyzy@gmail.com, телефон: 87071577273 , ORCID-ID https://orcid.org/0009-0001-1008-6819

Author Information:
Corresponding author: Anarbek Askar Murateliuly – 1st-year Master's student at KMU KSPH, Kazakhstan; e-mail: askar.anarbek@mail.ru; phone: +7 707 858 3175; ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-8206-703X.
Moiynbayeva Sharapat Markashkyzy – PhD, PostDoc, Director of the Department of Science and Consulting at KMU KSPH, Kazakhstan; e-mail: sh.moiynbayeva@ksph.kz; ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1720-5064.
Asan Mazdaq Askaruly – surgeon, JSC "A.N. Syzganov National Scientific Center of Surgery", Almaty, Kazakhstan.; e-mail: assanmazdaq@mail.ru; phone: +7 708 670 1097; ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8795-7670.
Atymtaiqyzy Asem – clinical Pharmacologist, Almaty City Central Family Polyclinic LLP, Almaty, Kazakhstan.; e-mail: atymtaiqyzy@gmail.com; phone: +7 707 157 7273; ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-1008-6819.

Авторлар туралы мәлімет:
Корреспондент автор: Анарбек Асқар Мұратәліұлы - «Қоғамдық денсаулық сақтау жоғары мектебі» ҚМУ 1-курс магистранты, Қазақстан; e-mail: askar.anarbek@mail.ru; телефон: +7 707 858 3175; ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-8206-703X**.**
Мойынбаева Шарапат Марқашқызы – PhD, PostDoc, «Қоғамдық денсаулық сақтау жоғары мектебі» ҚМУ ғылым және консалтинг департаментінің директоры, Қазақстан; e-mail: sh.moiynbayeva@ksph.kz; ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1720-5064.
Асан Маздақ Асқарұлы - дәрігер-хирург, «А.Н. Сызғанов атындағы Ұлттық ғылыми хирургия орталығы» АҚ, Алматы, Қазақстан; e-mail: assanmazdaq@mail.ru; телефон: +7 708 670 1097; ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8795-7670.
Атымтайқызы Әсем – дәрігер-клиникалық фармаколог, «Алматы қаласының орталық отбасылық емханасы» ЖШС, Алматы, Қазақстан.; e-mail: atymtaiqyzy@gmail.com; телефон: +7 707 157 7273; ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-1008-6819.

Статья поступила: 18.02.2026
Статья принята: 03.03.2026
Тип статьи: Клинический случай
УДК: 616-007.64; 616.329-089.87
МРНТИ: 76.29.34
DOI: 10.24412/1609-8692-2026-1-117-126

ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ ДИВЕРТИКУЛА ЦЕНКЕРА НА ПРИМЕРЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ

Исайко О.В., * Жатқанбаева А.Ж., Турган И.К., Абдразаков А.Н., Хамзе А.К., Мухтаров Р.Н., Аскарулы А.
Казахстанский медицинский университет «Высшей школы общественного здравоохранения», г.Алматы, Казахстан

Введение. Дивертикул Ценкера – мешковидное выпячивание задней стенки глоточно-пищеводного перехода, наиболее характерное для пациентов старших возрастных групп и способное приводить к прогрессирующей дисфагии, регургитации, аспирации и нутритивным нарушениям. Целью работы было представить клинические проявления, диагностический алгоритм, хирургическую тактику и ранние результаты лечения крупного дивертикула Ценкера у пациента с многолетним течением заболевания.
Материалы и методы. Представлено описательное клиническое наблюдение пациента 1954 года рождения, более 30 лет страдавшего выраженной дисфагией с застреванием пищи в области шеи, регургитацией, эпизодами рвоты и прогрессирующей потерей массы тела. Диагностическое обследование включало сбор анамнеза, физикальное и лабораторное обследование, эзофагогастродуоденоскопию и рентгеноскопию пищевода с бариевым контрастированием. После подтверждения диагноза выполнено хирургическое лечение - эндоскопическая миотомия крикофарингеальной мышцы с резекцией дивертикула; послеоперационное наблюдение включало клиническую оценку и инструментальный контроль.
Результаты. При эзофагогастродуоденоскопии выявлен крупный дивертикул Ценкера, заполненный слизью, что препятствовало дальнейшему продвижению гастроскопа. Рентгенконтрастное исследование показало мешковидное выпячивание размером 11,5×9,0×9,0 см с длительной задержкой контраста и его ретроградным поступлением в ротовую полость; дистальнее входа в дивертикул пищевод оставался проходимым. После операции осложнений не отмечено. Через три месяца пациент сообщил о значительном улучшении глотания, восстановлении полноценного приема пищи и увеличении массы тела на 10 кг.
Обсуждение. Длительное течение заболевания без своевременной диагностики, выраженная дисфагия и гигантские размеры дивертикула определяли высокий риск нутритивных нарушений и аспирационных осложнений. Сочетание ЭГДС и рентгеноскопии с барием позволило уточнить анатомические и функциональные особенности дивертикула и обосновать хирургическую тактику. Благоприятный ранний результат согласуется с данными литературы о целесообразности хирургического лечения крупных симптомных дивертикулов Ценкера, однако единичное клиническое наблюдение не позволяет делать выводы о сравнительной эффективности метода и требует более длительного послеоперационного наблюдения.
Заключение. Клинический случай демонстрирует диагностическую ценность сочетания эндоскопического и рентгеноконтрастного исследования при крупном симптомном дивертикуле Ценкера и необходимость индивидуального выбора хирургической тактики. Хирургическая коррекция с крикофарингеальной миотомией сопровождалась благоприятным ранним клиническим исходом; для оценки устойчивости эффекта необходимо более длительное наблюдение.
Ключевые слова: дивертикул Ценкера, дисфагия, рентгеноскопия с контрастом, эзофагогастродуоденоскопия, хирургическое лечение.

DIAGNOSIS AND TREATMENT OF ZENKER'S DIVERTICULUM: A CLINICAL CASE STUDY

Isayko O.V., * Zhatkanbayeva A.Zh., Turgan I.K., Abdrazakov A.N., Khamze A.K., Mukhtarov R.N., Askaruly A.
Kazakhstan Medical University "Higher School of Public Health", Almaty, Kazakhstan

Introduction. Zenker's diverticulum is a sac-like outpouching of the posterior pharyngoesophageal junction, occurring predominantly in older adults and potentially causing progressive dysphagia, regurgitation, aspiration, and nutritional impairment. The aim of this report was to describe the clinical presentation, diagnostic pathway, surgical management,

and early outcome of a large Zenker's diverticulum in a patient with a long-standing disease course.
Materials and Methods. This descriptive case report concerns a patient born in 1954 who had experienced severe dysphagia for more than 30 years, with food impaction in the neck, regurgitation, episodes of vomiting, and progressive weight loss. Evaluation included history taking, physical and laboratory examination, esophagogastroduodenoscopy, and barium contrast fluoroscopy of the esophagus. After confirmation of the diagnosis, surgical treatment consisting of endoscopic cricopharyngeal myotomy with diverticulum resection was performed, followed by clinical and instrumental postoperative assessment.
Results. Esophagogastroduodenoscopy demonstrated a large Zenker's diverticulum filled with mucus, preventing further advancement of the gastroscope. Barium fluoroscopy revealed a sac-like diverticulum measuring 11.5×9.0×9.0 cm, with prolonged contrast retention and retrograde flow into the oral cavity; the esophagus remained patent distal to the diverticular opening. No postoperative complications were observed. At three months, the patient reported marked improvement in swallowing, restoration of full oral intake, and a 10-kg increase in body weight.
Discussion. The prolonged disease course without timely diagnosis, severe dysphagia, and the very large diverticulum were associated with substantial nutritional impairment and a potential risk of aspiration-related complications. The combination of esophagogastroduodenoscopy and barium fluoroscopy provided complementary anatomical and functional information and supported the choice of surgical management. The favorable early outcome is consistent with published evidence supporting intervention for large symptomatic Zenker's diverticula; however, a single case cannot establish comparative treatment efficacy, and longer follow-up is required.
Conclusion. This case demonstrates the diagnostic value of combining endoscopic and contrast radiographic assessment in a large symptomatic Zenker's diverticulum and underscores the need for individualized surgical management. Surgical correction with cricopharyngeal myotomy was associated with a favorable early clinical outcome; longer follow-up is required to assess durability and recurrence.
Keywords: Zenker's diverticulum, dysphagia, barium swallow study, esophagogastroduodenoscopy, surgical treatment

ЦЕНКЕР ДИВЕРТИКУЛЫНЫҢ ДИАГНОСТИКАСЫ ЖӘНЕ ЕМІ: КЛИНИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙ МЫСАЛЫНДА

Исайко О.В., *Жатқанбаева А.Ж., Тұрған И.К., Абдразаков А.Н., Хамзе А.К., Мухтаров Р.Н., Асқаруұлы А.
«Қоғамдық денсаулық сақтау жоғары мектебі» Қазақстандық медицина университеті, Алматы қ., Қазақстан

Кіріспе. Ценкер дивертикулы - жұтқыншақ-өңеш өткелінің артқы қабырғасының қапшық тәрізді шығыңқы болуы; ол көбіне егде жастағы пациенттерде кездесіп, үдемелі дисфагияға, регургитацияға, аспирацияға және нутритивтік бұзылыстарға әкелуі мүмкін. Жұмыстың мақсаты — ауруы ұзақ жылдар бойы жалғасқан пациенттегі ірі Ценкер дивертикулының клиникалық көріністерін, диагностикалық алгоритмін, хирургиялық ем тактикасын және ерте нәтижелерін сипаттау.
Материалдар мен әдістер. 1954 жылы туған, 30 жылдан астам уақыт бойы айқын дисфагиядан, мойын аймағында тағамның тұрып қалуынан, регургитациядан, құсу эпизодтарынан және үдемелі дене салмағын жоғалтудан зардап шеккен пациенттің сипаттамалық клиникалық жағдайы ұсынылды. Диагностикалық тексеру анамнез жинауды, физикалық және зертханалық зерттеуді, эзофагогастродуоденоскопияны және барий контрастымен өңеш рентгеноскопиясын қамтыды. Диагноз расталғаннан кейін крикофарингеальды бұлшықеттің эндоскопиялық миотомиясы және дивертикул резекциясы орындалды; операциядан кейін клиникалық және аспаптық бақылау жүргізілді.
Нәтижелер. Эзофагогастродуоденоскопия кезінде шырышпен толған ірі Ценкер дивертикулы анықталып, гастроскопты әрі қарай өткізу мүмкін болмады. Бариймен контрастылы рентгеноскопия 11,5×9,0×9,0 см көлемді қапшық тәрізді дивертикулды, контрасттың ұзақ кідіруін және оның ауыз қуысына ретроградты түсуін көрсетті; дивертикул кіреберісінен дистальды өңеш еркін өтімді болды. Операциядан кейін асқынулар байқалмады. Үш айдан соң жұтыну айқын жақсарды, толыққанды ауыз арқылы тамақтану қалпына келді және дене салмағы 10 кг-ға артты.
Талқылау. Аурудың ұзақ уақыт бойы дер кезінде анықталмауы, айқын дисфагия және дивертикулдың өте үлкен көлемі нутритивтік бұзылыстар мен аспирациялық асқынулар қаупін арттырды. Эзофагогастродуоденоскопия мен бариймен контрастылы рентгеноскопияны үйлестіру дивертикулдың анатомиялық және функционалдық ерекшеліктерін толық бағалауға және хирургиялық тактиканы негіздеуге мүмкіндік берді. Ерте кезеңдегі қолайлы нәтиже ірі симптомды Ценкер дивертикулдарын хирургиялық емдеу жөніндегі әдебиет деректерімен үйлеседі, алайда бір клиникалық жағдай әдістің салыстырмалы тиімділігі туралы қорытынды жасауға мүмкіндік бермейді және ұзақ мерзімді бақылауды талап етеді.
Қорытынды. Бұл клиникалық жағдай симптомды ірі Ценкер дивертикулында эндоскопиялық және рентгенконтрастты зерттеуді үйлестірудің диагностикалық маңызын және хирургиялық тактиканы жеке таңдаудың қажеттілігін көрсетеді. Крикофарингеальды миотомиямен хирургиялық түзету қолайлы ерте

клиникалық нәтижемен қатар жүрді; ем нәтижесінің тұрақтылығы мен рецидивті бағалау үшін ұзақ мерзімді бақылау қажет.
Түйінді сөздер: Ценкер дивертикулы, дисфагия, контрастылы рентгеноскопия, эзофагогастродуоденоскопия, хирургиялық ем.

Введение. Дивертикулом Ценкера называют мешковидное выпячивание задней стенки глоточно-пищеводного перехода, которое формируется за счет пролабирования слизистой и подслизистой оболочек через слабое место в мышечной пластинке. Этот дивертикул относится к приобретенным аномалиям строения пищевода и чаще всего локализуется на границе между глоткой и пищеводом, в области, известной как зона слабости Killian — пространство между дифференцированными мышцами глотки [1,2,8].

Дивертикул был впервые описан в 1769 году A. Ludlow, однако наиболее полное и системное исследование провел немецкий патологоанатом Фридрих Альберт фон Ценкер в 1877 г. В его честь это заболевание получило свое название — дивертикул Ценкера. Ценкер описал морфологические особенности дивертикула и предположил механизм его возникновения, связанный с нарушением координации мышц глоточно-пищеводного перехода [1,2,3].

Дивертикул Ценкера характеризуется наличием тела и узкого перешейка, через который его полость сообщается с просветом пищевода. Дивертикул Ценкера преимущественно выявляется у пациентов пожилого возраста, чаще всего в возрастной группе 70–80 лет [1]. По различным оценкам, распространенность этого заболевания среди населения колеблется от 0,01% до 0,11% [8], однако точные данные сложно получить, так как многие случаи протекают бессимптомно и остаются невыявленными. Мужчины страдают от дивертикула Ценкера примерно в два раза чаще, чем женщины [2, 12].

На ранних этапах развития дивертикула Ценкера заболевание часто протекает практически бессимптомно или с минимальными проявлениями. Пациенты могут испытывать ощущение першения и дискомфорта в горле, сухой кашель, который иногда принимается за симптомы воспалительных заболеваний зева или верхних дыхательных путей, что приводит к неверной терапии. Кроме того, возникают ощущения инородного тела, повышенное слюноотделение и эпизодические затруднения при глотании. По мере увеличения размера дивертикула клиническая картина становится более выраженной: появляются регулярные трудности с проглатыванием пищи и даже слюны, возможна регургитация непереваренной пищи, а также аспирация с попаданием содержимого в дыхательные пути, что чревато развитием воспалительных осложнений. Нередко пациенты жалуются на неприятный запах изо рта и приступы рвоты [1,8,9,17]. При дальнейшем прогрессировании болезни в области шеи можно прощупать мягкое, эластичное выпячивание, обычно слева, напоминающее зоб, которое при надавливании может издавать характерное урчащее звучание. Сдавление соседних анатомических структур приводит к развитию таких симптомов, как одышка, учащенное сердцебиение, набухание вен шеи и изменение голоса. Постоянное скопление пищи и ее разложение внутри дивертикула нередко приводит к воспалению слизистой оболочки - дивертикулиту, что может стать причиной появления эрозий и кровотечений [4,5]. В исследовании, опубликованном в журнале «Эндоскопическая хирургия» в 2020 году (Дробязгин и соавт., 2020), были проанализированы данные 31 пациента с дивертикулом Ценкера в возрасте от 36 до 83 лет (средний возраст — 45,7 года). Все пациенты предъявляли жалобы на дисфагию, которая встречалась у 100% больных независимо от размера дивертикула и длительности заболевания. При этом степень выраженности дисфагии не коррелировала с размерами дивертикула, поскольку пациенты с меньшими дивертикулами (менее 1,5 см - 9,7% случаев)

нередко жаловались интенсивнее, чем пациенты с более крупными выпячиваниями [6]. Другими распространенными симптомами были саливация (100%), регургитация (80,6%), ощущение инородного тела в глотке (96,8%), чувство удушья при регургитации (77,4%) и задержка пищи в дивертикуле (90,3%). Размеры дивертикулов варьировали от менее 1,5 см до более 4,5 см, при этом у 32,3% пациентов выявлялись дивертикулы свыше 4,5 см [6]. Диагностический процесс при подозрении на дивертикул Ценкера основывается на сочетании клинических данных и инструментальных методов обследования. Ведущую роль занимает рентгеноскопическое исследование с использованием бариевой контрастной смеси, которое позволяет выявить характерные анатомические особенности дивертикула. На рентгеноскопии определяется мешковидное выпячивание задней стенки глоточно-пищеводного перехода, имеющее различную величину, чаще локализованное по левой стороне шеи. Размеры дивертикула варьируют от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров. Стенка выпячивания, как правило, лишена мышечной оболочки, что подтверждает его ложный характер и обуславливает отсутствие сращений с окружающими тканями [5,8,14]. Рентгеноскопия пищевода с контрастированием бариевой суспензией является золотым стандартом диагностики, так как позволяет не только визуализировать сам дивертикул, но и оценить его функциональное состояние - скорость прохождения контрастного вещества, наличие регургитации и степень нарушения пассажа пищи [8,9,12].

Важным дополнением служит эзофагогастродуоденоскопия, дающая возможность осмотреть слизистую оболочку дивертикула, исключить наличие осложнений — воспалительных изменений, язв или опухолей. Однако эндоскопия может быть затруднена из-за анатомических особенностей и риска травматизации стенки дивертикула [9]. В некоторых случаях для уточнения диагноза и исключения сопутствующей патологии применяются компьютерная томография и ультразвуковое исследование мягких тканей шеи [15]. Они особенно полезны при крупных дивертикулах или подозрении на осложнения. Лечение дивертикула Ценкера зависит от выраженности клинических проявлений, размеров дивертикула и наличия осложнений. В отсутствии симптомов или при небольших размерах выпячивания (менее 1 см) возможен консервативный подход, включающий диетические рекомендации и наблюдение. Однако большинство пациентов с выраженной дисфагией и регургитацией требуют хирургического вмешательства [12]. Основной целью оперативного лечения является устранение причины образования дивертикула - спазма крикофарингеальной мышцы - и ликвидация патологического выпячивания для восстановления нормального прохождения пищи. Современные хирургические методы включают как открытые, так и эндоскопические методы [3,4].

Современный подход к лечению дивертикула Ценкера основан преимущественно на хирургическом вмешательстве, направленном на устранение патологического выпячивания и нормализацию функции верхнего пищеводного сфинктера. В настоящее время применяются как открытые, так и эндоскопические методы лечения, выбор которых зависит от размера дивертикула, выраженности симптоматики и общего состояния пациента [7,10].

Традиционные открытые операции включают иссечение дивертикула с последующей миотомией крикофарингеальной мышцы, что способствует снижению внутрипищеводного давления и предотвращает рецидив заболевания [3,13]. Эндоскопические методики, приобретающие все большую популярность, позволяют проводить миотомию с использованием специализированных инструментов — эндоскопических

степлеров, CO2-лазера, гармонического скальпеля или гибких эндоскопов, что значительно уменьшает травматичность вмешательства и ускоряет восстановительный период [4,7,11].

Также в последние годы отмечается внедрение роботизированных технологий, обеспечивающих высокую точность и безопасность процедур. Несмотря на разнообразие методик, основной целью остается эффективное устранение дивертикула и симптомов, с минимизацией риска осложнений и рецидивов [8,9].

Дивертикул Ценкера может сопровождаться рядом осложнений, среди которых наиболее частыми являются нарушение глотания (дисфагия) и регургитация непереваренной пищи, что нередко приводит к развитию аспирационной пневмонии. Воспаление дивертикула (дивертикулит) с последующим образованием эрозий и язв может привести к кровотечениям. Более редкими, но тяжелыми осложнениями являются перфорация дивертикула, образование трахеопищеводного свища, а также паралич голосовых связок вследствие компрессии нервных структур. В редких случаях возможно развитие плоскоклеточного рака пищевода в области дивертикула. Без адекватного лечения симптомы прогрессируют, ухудшая качество жизни и повышая риск серьезных осложнений [16]. Современные хирургические и эндоскопические методы позволяют эффективно устранить патологию и значительно улучшить состояние пациентов. При своевременной диагностике и правильном лечении прогноз благоприятный: восстанавливается нормальное глотание, снижается риск осложнений, а пациенты отмечают улучшение общего состояния и прибавку в весе [5,11,17].

Цель исследования. изучить клинические особенности, методы диагностики и результаты лечения дивертикула Ценкера на примере пациента с выраженной дисфагией.

Материалы и методы. Дизайн исследования и выбор клинического случая. Данное исследование представляет собой клинический анализ случая пациента 1954 года рождения, обратившегося с жалобами на длительную выраженную дисфагию, регургитацию пищи и значительную потерю массы тела. Тип исследования - описательное клиническое наблюдение с использованием инструментальных и эндоскопических методов диагностики, а также хирургического вмешательства с последующим наблюдением.

Критерии отбора клинического наблюдения. Случай был выбран для детального описания в связи с длительным анамнезом выраженной дисфагии и регургитации, значительной потерей массы тела, инструментально подтвержденным крупным дивертикулом Ценкера и наличием послеоперационного наблюдения.

Для изучения клинической картины и диагностики использовались следующие методы: сбор анамнеза, физикальное обследование, рентгенография пищевода с бариевым контрастированием, эзофагогастродуоденоскопия (ЭГДС). Рентгеноскопическое исследование позволило визуализировать размер, локализацию и функциональное состояние дивертикула [14]. Эндоскопия дала возможность оценить состояние слизистой оболочки, исключить воспалительные и опухолевые процессы.

После установления диагноза пациенту было выполнено хирургическое лечение - эндоскопическая миотомия крикофарингеальной мышцы с резекцией дивертикула. Послеоперационное наблюдение включало оценку динамики клинических симптомов, контрольное рентгенологическое исследование и эндоскопический контроль состояния пищевода.

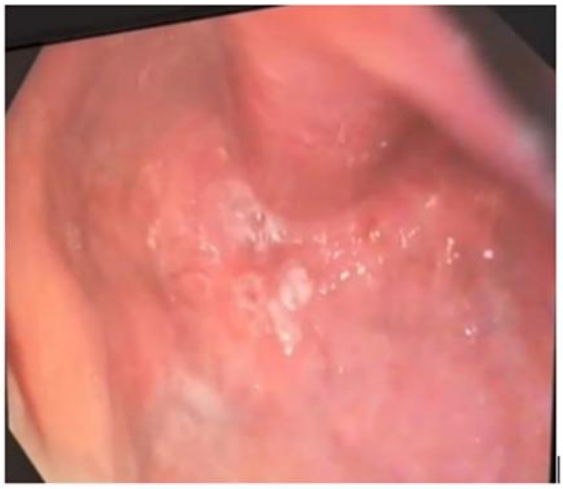
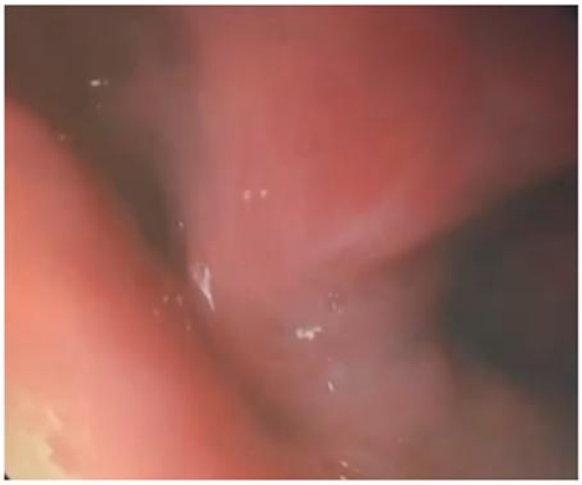



Рисунок 1 - В шейном отделе пищевода по задней стенке определяется дивертикул больших размеров, содержащий слизь. Дальнейшее продвижение гастроскопа невозможно

Исходы и последующее наблюдение. Оценивали динамику дисфагии и способности к полноценному приему пищи, изменение массы тела, наличие послеоперационных осложнений, а также результаты контрольного рентгенологического и эндоскопического наблюдения.

Безопасность. В послеоперационном периоде регистрировали осложнения и иные нежелательные события, связанные с проведенным вмешательством.

Этика и информированное согласие. Методика лечения соответствовала современным стандартам и была одобрена этическим комитетом учреждения. Пациент дал информированное согласие на проведение лечения и участие в исследовании.

Результаты. Пациент 1954 года рождения более 30 лет страдал от выраженного нарушения глотания, сопровождавшегося частым застреванием пищи в области шеи и необходимостью механической помощи для ее продвижения. Отмечалась регулярная регургитация и эпизоды рвоты, за последние 2–3 года наблюдалась значительная потеря массы тела.

Пациент нормостенического телосложения, с признаками недостаточности питания. Кожные покровы бледные. Частота сердечных сокращений - 80 уд/мин, ритм правильный. Артериальное давление - 130/80 мм рт. ст. Границы сердца в пределах нормы, тоны приглушены. В легких выслушивалось везикулярное дыхание. Язык влажный, с белым налетом. Живот мягкий, безболезненный при пальпации. Симптом Пастернацкого с обеих сторон отрицательный. Функции кишечника и мочевыделительной системы не нарушены.

При осмотре область шеи визуально не деформирована в покое, однако после приема пищи определяется умеренное выпячивание в нижних отделах. Кожные покровы над образованием интактны, обычной окраски. Пальпация области выпячивания безболезненна, консистенция образования мягкоэластическая. Щитовидная железа не увеличена, подвижность гортани при глотании сохранена.

Показатели лабораторных исследований в пределах референсных значений.

При эзофагогастродуоденоскопии выявлен крупный дивертикул Ценкера, заполненный слизью, из-за чего продвижение гастроскопа в пищевод оказалось невозможным (рисунок 1). При рентгенконтрастном исследовании пищевода: акт глотания не нарушен, структура элементов гортаноглотки сохранена. В глоточно-пищеводном переходе, больше по задней стенке отмечается свободное поступление контраста в мешковидное выпячивание с четкими контурами, размером 11,5x9,0x9,0см., контраст длительно

задерживается в нем, в положении лежа свободно ретроградно поступает в ротовую полость и далее в пищевод. Пищевод свободно проходим на всем протяжении дистальнее входа в дивертикул, рельеф слизистой сохранен (рисунок 2).

После проведения хирургического вмешательства по удалению дивертикула и миотомии крикофарингеальной мышцы в послеоперационном периоде осложнений не наблюдалось. Через три месяца после операции пациент сообщил о значительном улучшении состояния, восстановлении способности к полноценному приему пищи и прибавке массы тела на 10 кг.

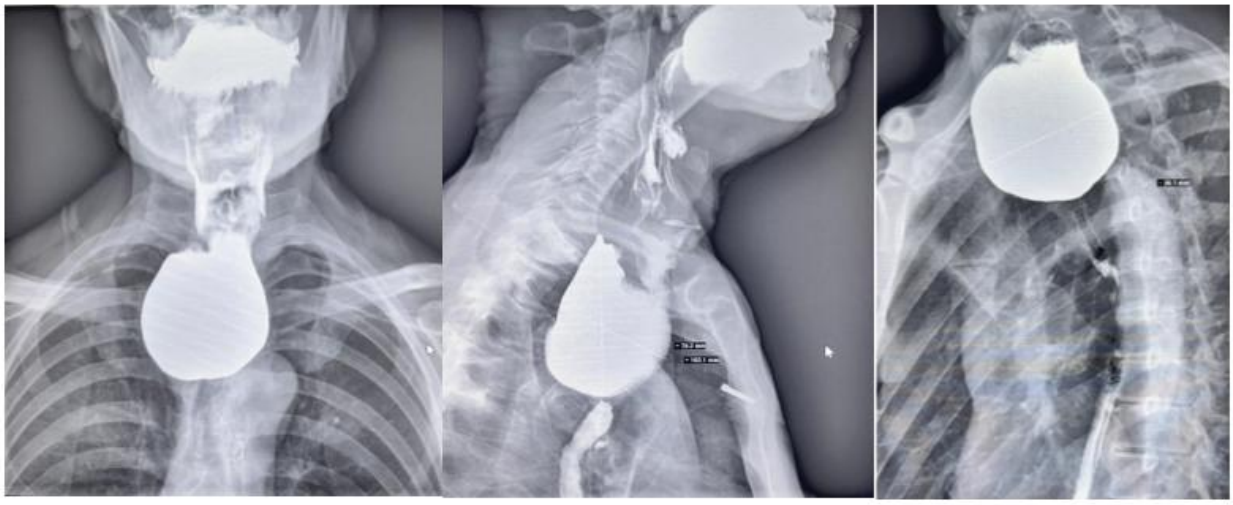


Рисунок 2 - Рентгенограмма пищевода с контрастированием. Крупный дивертикул Ценкера (11,5x9,0x9,0см) с задержкой контрастного вещества и признаками ретроградного заброса содержимого (прямая, боковая и косая проекция)

Обсуждение. Основными результатами данного исследования стали выявление крупных дивертикулов Ценкера у пациента с длительным течением заболевания и выраженной дисфагией, подтверждение диагноза с помощью эндоскопии и рентгеноскопического исследования, а также успешное хирургическое лечение с последующим улучшением состояния пациента.

Полученные результаты соответствуют поставленным целям - изучению клинических проявлений, методов диагностики и лечения дивертикула Ценкера на примере клинического случая. Подтверждена высокая диагностическая значимость рентгенологического контрастного исследования и ЭФГДС, несмотря на сложности с визуализацией пищевода при больших размерах дивертикула. Отмечено, что хирургическое вмешательство является эффективным методом лечения при выраженных симптомах и больших размерах дивертикула [8,9,16,19].

Причины успешного лечения связаны с устранением анатомического препятствия и миотомией крикофарингеальной мышцы, что снижает давление на пищевод и препятствует рецидиву заболевания. Данные результаты совпадают с выводами других авторов, подчеркивающих эффективность хирургического лечения при дивертикуле Ценкера крупных размеров и тяжелой клинической симптоматике [8,17].

Особенность данного клинического случая заключается в длительном анамнезе заболевания, отсутствии адекватной диагностики на ранних этапах и, как следствие, развитии тяжелой формы дивертикула. Это подчеркивает важность своевременного выявления и лечения патологии на ранней стадии. Также стоит отметить, что успешный результат лечения стал возможен благодаря индивидуальному подходу, точной диагностике и выбору адекватной хирургической тактики,

соответствующей тяжести состояния пациента [16].

Научная новизна и практическая значимость. Ценность представленного наблюдения носит прежде всего клинико-образовательный характер и связана с сочетанием более чем 30-летнего анамнеза, крупного размера дивертикула (11,5×9,0×9,0 см), выраженной дисфагии и потери массы тела, а также благоприятного краткосрочного результата хирургического лечения. Случай не претендует на методологическую новизну, но подчеркивает диагностические трудности при позднем выявлении и практическое значение своевременного выбора лечебной тактики.

Ограничения. В первую очередь, это описание одного клинического случая, что ограничивает возможность обобщения результатов на более широкую популяцию пациентов. Кроме того, отсутствие длительного послеоперационного наблюдения затрудняет оценку отдаленных результатов и риска рецидива. Несмотря на это, данный случай иллюстрирует классическую клиническую картину и современные методы диагностики и лечения, что является важным для практической медицины.

Таким образом, полученные данные дополняют существующую литературу, подтверждая эффективность комплексного подхода к диагностике и лечению дивертикула Ценкера, и могут быть полезны врачам при выборе тактики ведения подобных пациентов [8,15,17].

Выводы. Дивертикул Ценкера требует комплексного подхода к диагностике и лечению. Представленный клинический случай иллюстрирует возможность успешного хирургического вмешательства и восстановления функций пищевода при крупном дивертикуле с тяжелой симптоматикой. Раннее выявление и адекватное лечение значительно улучшают прогноз и качество жизни пациентов [19,20].

Доступность данных. Клинические и визуализирующие данные, необходимые для понимания представленного случая, приведены в тексте статьи и на рисунках 1 - 2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1 Krylova EA, Kazakova SS, Aftaeva EV. Gigantskii divertikul Tsenkera kak obekt rentgenologicheskogo issledovaniia [Giant Zenker’s diverticulum as an object of radiological investigation]. Nauka Molodykh (Eruditio Juvenium). 2019;7(3):423-428. doi:10.23888/HMJ201973423-428.

2 Smirnov AA, Dvoretskii SYu, Prudnikov AV, Burakov AN, Bagnenko SF. Endoskopicheskaia ezofagodivertikulostomiia pri lechenii divertikula Tsenkera [Endoscopic esophagodiverticulostomy in the treatment of Zenker’s diverticulum]. Vestn Khir Im I I Grek. 2018;177(3):36-40. doi:10.24884/0042-4625-2018-177-3-36-40.

3 Stegniy KV, Matsak VA, Agapov MYu, Shulga IV, Krekoten AA, Goncharuk RA, et al. Opyt lecheniia patsientov s divertikulami Tsenkera [Experience in the management of patients with Zenker’s diverticula]. Tikhookeanskii Med Zh. 2016;(1):89-91. Available from: https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-lecheniya-patsientov-s-divertikulami-tsenkera/viewer

4 Márquez Rodríguez P, Barrios Rivas JD, Sotillo Carpio BR, Llorente Diz LE, Tortello Vásquez JF, Vargas Rey J, et al. Zenker’s diverticulum: endoscopic treatment or open technique? World J Adv Res Rev. 2022;14(1):7-12. doi:10.30574/wjarr.2022.14.1.0219.

5 Manzeneder J, Römmele C, Manzeneder C, Ebigbo A, Messmann H, Goelder SK. Endoscopic treatment of Zenker’s diverticulum: comparable treatment outcomes in treatment-naïve and pretreated patients. Gastroenterol Res Pract. 2021;2021:9237617. doi:10.1155/2021/9237617.

6 Drobyazgin EA, Sudovykh IE, Chikinev YuV. Endoskopicheskoe lechenie patsientov s divertikulom Tsenkera [Endoscopic treatment of patients with Zenker's diverticulum]. Endoskopicheskaya Khirurgiya. 2020;26(1):29-34. doi:10.17116/endoskop20202601129.
7 Shapovalov AV, Tereshchenko SG, Vakurova ES, Verbovskii AN. Endoscopic treatment method for Zenker's diverticulum: a clinical observation. Clinical Endoscopy. 2023;(4):36-39. doi:10.31146/2415-7813-endo-65-4-36-39.
8 Bykov MI, Grigorov DP, Taran AA. Pervyi opyt endoskopicheskogo lecheniia divertikula Tsenkera [Initial experience with endoscopic treatment of Zenker's diverticulum]. Innov Med Kubani. 2017;3(7). Available from: https://www.innovmedkub.ru/jour/article/view/95
9 Abduraimov AB, Khomeriki SG, Pavlov MV, Afanasev AB, Mikhailova ZF. Kliniko-rentgenologicheskaia diagnostika divertikula Tsenkera [Clinical and radiological diagnosis of Zenker's diverticulum]. Meditsinskii Alfavit. 2018;2(20). Available from: https://www.med-alphabet.com/jour/article/view/733?locale=ru_RU
10 Ivanov YuV, Sazonov DV, Panchenkov DN, Shablovskii OR, Istomin NP. Divertikul Tsenkera: sovremennye podkhody k khirurgicheskomu lecheniiu [Zenker's diverticulum: modern approaches to surgical treatment]. Klin Prakt. 2016;(3). Available from: https://cyberleninka.ru/article/n/divertikul-tsenkera-sovremennye-podhody-k-hirurgicheskomu-lecheniyu
11 Zúñiga-Gazcón H, Flores-Delgado MA, Saavedra Mayorga DE, García Ramírez MH, Osuna Gutierrez F. Endoscopic treatment of Zenker's diverticulum: a review of the literature. Int J Med Sci Clin Res Stud. 2022;2(9). doi:10.47191/ijmscrs/v2-i9-21.
12 Abduraimov AB, Pavlov MV, Afanasev AB, Mikhailova ZF. Divertikul Tsenkera u pozhilykh patsientov [Zenker's diverticulum in elderly patients]. Klin Gerontol. 2019;(1-2):62-68. doi:10.26347/1607-2499201901-02062-068.
13 Stegniy KV, Matsak VA, Agapov MYu, Shulga IV, Krekoten AA, Goncharuk RA, et al. Opyt lecheniia patsientov s divertikulami Tsenkera [Experience in the treatment of patients with Zenker's diverticulum]. Tikhookeanskii Med Zh. 2016;(1):89-91. Available from: https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-lecheniya-patsientov-s-divertikulami-tsenkera
14 Abdulkhakova DA, Abdulkhakov RA. Rentgenodiagnostika divertikulov pishchevoda i zheludka [Radiodiagnosis of esophageal and gastric diverticula]. Vestn Surgut Gos Univ Med. 2022;(3):40-45. doi:10.34822/2304-9448-2022-3-40-45.
15 Bobylev DA. Vozmozhnosti rentgenoskopii i kompiuternoi tomografii v diagnostike divertikulov Tsenkera [Capabilities of fluoroscopy and computed tomography in the diagnosis of Zenker's diverticulum]. Bull Med Internet Conf. 2012;2(2). Available from: https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-rentgenoskopii-i-kompyuternoy-tomografii-v-diagnostike-divertikulov-tsenkera
16 Batyrbekov KU, Zelenyi AG, Galiakbarova AA. Pervyi uspeshnyi opyt endoskopicheskogo lecheniia divertikula Tsenkera v Kazakhstane [First successful experience of Zenker's diverticulum endoscopic therapy in Kazakhstan]. Klin Obzor Dlia Vracha Obshchei Prakt. 2020;(3). doi:10.47407/kr2020.1.3.00023.
17 Tulupov AN, Sinenchenko GI, Safoev MI, Nikitin AV. Tsenkerovskii divertikul: diagnostika i lechenie [Zenker diverticulum: diagnostics and treatment]. Vestn Khir Im I I Grek. 2017;176(4). Available from: https://cyberleninka.ru/article/n/tsenkerovskiy-divertikul-diagnostika-i-lechenie
18 Drobyazgin EA, Chikinev YuV, Arkhipov DA. Vnutriprosvetnye endoskopicheskie vmeshatelstva u patsientov s divertikulami Tsenkera [Endoscopic interventions in patients with Zenker's diverticulum]. Eksp Klin Gastroenterol. 2023;213(5):21-26. doi:10.31146/1682-8658-ecg-213-5-21-26.

19 Scher R, Myssiorek D. Management of Zenker and hypopharyngeal diverticula. In: [book details as cited in source manuscript]. 2018. p.109-111.
20 Koroleva MP. Divertikul Tsenkera: uchebnoe posobie dlia vrachei, ordinatorov, studentov [Zenker's diverticulum: study guide for physicians, residents, and medical students]. Moscow: Specialnoe izdatelstvo meditsinskikh knig; 2023. 80 p.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии потенциальных конфликтов интересов, требующих раскрытия в связи с данной статьей.
Финансирование. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования для проведения данного исследования.
Вклад авторов (CRediT). Исайко О.В.: концептуализация, проведение исследования, курирование данных, формальный анализ, написание первоначального варианта рукописи, рецензирование и редактирование. Жатқанбаева А.Ж.: концептуализация, проведение исследования, курирование данных, формальный анализ, написание первоначального варианта рукописи, рецензирование и редактирование. Турган И.К.: концептуализация, проведение исследования, курирование данных, формальный анализ, написание первоначального варианта рукописи, рецензирование и редактирование. Абдразаков А.Н.: концептуализация, проведение исследования, курирование данных, формальный анализ, написание первоначального варианта рукописи, рецензирование и редактирование. Хамзе А.К.: концептуализация, проведение исследования, курирование данных, формальный анализ, написание первоначального варианта рукописи, рецензирование и редактирование. Мухтаров Р.Н.: концептуализация, проведение исследования, курирование данных, формальный анализ, написание первоначального варианта рукописи, рецензирование и редактирование. Аскарулы А.: концептуализация, проведение исследования, курирование данных, формальный анализ, написание первоначального варианта рукописи, рецензирование и редактирование. Все авторы прочитали и одобрили окончательную версию рукописи и согласились нести ответственность за содержание работы.
Этическое одобрение и согласие пациента. Методика лечения была одобрена этическим комитетом учреждения. Пациент предоставил информированное согласие на проведение лечения и участие в исследовании.
Доступность данных. Все клинические и визуализирующие данные, необходимые для понимания клинического случая, представлены в рукописи и на рисунках 1–2.

Conflict of Interest. The authors declare no potential conflicts of interest requiring disclosure in relation to this article.
Funding. The authors declare that no external funding was received for this study.
CRediT authorship contribution statement. Isayko O.V.: Conceptualization, Investigation, Data curation, Formal analysis, Writing – original draft, Writing – review and editing. Zhatkanbayeva A.Zh.: Conceptualization, Investigation, Data curation, Formal analysis, Writing – original draft, Writing – review and editing. Turgan I.K.: Conceptualization, Investigation, Data curation, Formal analysis, Writing – original draft, Writing – review and editing. Abdrazakov A.N.: Conceptualization, Investigation, Data curation, Formal analysis, Writing – original draft, Writing – review and editing. Khamze A.K.: Conceptualization, Investigation, Data curation, Formal analysis, Writing – original draft, Writing – review and editing. Mukhtarov R.N.: Conceptualization, Investigation, Data curation, Formal analysis, Writing – original draft, Writing – review and editing. Askaruly A.: Conceptualization, Investigation, Data curation, Formal analysis, Writing – original draft, Writing – review and editing. All authors read and approved the final version of the manuscript and agreed to be accountable for the content of the work.
Ethics approval and patient consent. The treatment approach was approved by the institutional

ethics committee. The patient provided informed consent for treatment and participation in the study. **Data availability.** All clinical and imaging data necessary to understand the case are presented in the manuscript and Figures 1–2.

Мүдделер қақтығысы. Авторлар осы мақалаға байланысты жариялауды талап ететін ықтимал мүдделер қақтығысының жоқ екенін мәлімдейді.
Қаржыландыру. Авторлар зерттеуді жүргізу үшін сыртқы қаржыландыру болмағанын мәлімдейді.
CRediT таксономиясына сәйкес авторлардың үлесі. Исайко О.В.: тұжырымдамалау, зерттеу жүргізу, деректерді басқару, формалды талдау, қолжазбаның бастапқы нұсқасын жазу, рецензиялау және редакциялау. Жатқанбаева А.Ж.: тұжырымдамалау, зерттеу жүргізу, деректерді басқару, формалды талдау, қолжазбаның бастапқы нұсқасын жазу, рецензиялау және редакциялау. Тұрған И.К.: тұжырымдамалау, зерттеу жүргізу, деректерді басқару, формалды талдау, қолжазбаның бастапқы нұсқасын жазу, рецензиялау және редакциялау. Абдразаков А.Н.: тұжырымдамалау, зерттеу жүргізу, деректерді басқару, формалды талдау, қолжазбаның бастапқы нұсқасын жазу, рецензиялау және редакциялау. Хамзе А.К.: тұжырымдамалау, зерттеу жүргізу, деректерді басқару, формалды талдау, қолжазбаның бастапқы нұсқасын жазу, рецензиялау және редакциялау. Мухтаров Р.Н.: тұжырымдамалау, зерттеу жүргізу, деректерді басқару, формалды талдау, қолжазбаның бастапқы нұсқасын жазу, рецензиялау және редакциялау. Асқаруλы А.: тұжырымдамалау, зерттеу жүргізу, деректерді басқару, формалды талдау, қолжазбаның бастапқы нұсқасын жазу, рецензиялау және редакциялау. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы нұсқасын оқып, мақұлдады және жұмыстың мазмұны үшін жауапкершілік алуға келісті.
Этикалық мақұлдау және пациенттің келісімі. Емдеу тәсілін мекеменің этикалық комитеті мақұлдады. Пациент емделуге және зерттеуге қатысуға ақпараттандырылған келісім берді.
Деректердің қолжетімділігі. Клиникалық жағдайды түсінуге қажетті барлық клиникалық және бейнелеу деректері қолжазбада және 1–2-суреттерде ұсынылған.

Сведения об авторах:
Корреспондирующий автор. Жатқанбаева Айнұр Жанатқызы – резидент, Казахстанский медицинский университет «ВШОЗ», 87026033177, ainyuka_91@mail.ru, ID ORCID: https://orcid.org/0009-0006-4512-6864.
Исайко Оксана Владимировна - врач рентгенолог «МЦ Дивера», врач высшей категории, преподаватель Казахстанский медицинский университет «ВШОЗ», +7 777 121 06 38, Jlok7@mail.ru, ID ORCID: https://orcid.org/0009-0002-8458-3575
Тұрған Инара Кахардинқызы – резидент, Казахстанский медицинский университет «ВШОЗ», 87075184110, inalochka@mail.ru, ID ORCID: https://orcid.org/0009-0007-3045-9620
Абдразаков Азат Низамдунович – резидент, Казахстанский медицинский университет «ВШОЗ», +7747 438 43 28, abdrazakov.azat@inbox.ru, ID ORCID: https://orcid.org/0009-0009-2055-8857
Хамзе Ақмарал Кәдірқызы – резидент, Казахстанский медицинский университет «ВШОЗ», 8 701 015 95 95, Akmaral.hamze@gmail.com, ID ORCID: https://orcid.org/0009-0000-9021-9310
Мухтаров Руфат Нодарович – резидент, Казахстанский медицинский университет «ВШОЗ», +7 702 760 7330, www.rufat.ur@list.ru, ID ORCID: https://orcid.org/0009-0000-8471-3734
Асқаруλы Асыл – резидент, Казахстанский медицинский университет «ВШОЗ», +77757506221, asylfmg@gmail.com, ID ORCID: https://orcid.org/0009-0006-3137-0495

Авторлар туралы мәлімет:
Корреспондент автор: Жатқанбаева Айнұр Жанатқызы – резидент, «ҚДСЖМ» Қазақстандық медицина университеті, 87026033177, ainyuka_91@mail.ru,

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-4512-6864
Исайко Оксана Владимировна – «Дивера» медициналық орталығының дәрігер-рентгенологы, жоғары санатты дәрігер, «ҚДСЖМ» Қазақстандық медицина университетінің оқытушысы, +7 777 121 06 38, Jlok7@mail.ru, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-8458-3575
Тұрған Инара Кахардинқызы – резидент, «ҚДСЖМ» Қазақстандық медицина университеті, 87075184110, inalochka@mail.ru, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-3045-9620
Абдразаков Азат Низамдунович – резидент, «ҚДСЖМ» Қазақстандық медицина университеті, +7 747 438 43 28, abdrazakov.azat@inbox.ru, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-2055-8857
Хамзе Ақмарал Кәдірқызы – резидент, «ҚДСЖМ» Қазақстандық медицина университеті, 8 701 015 95 95, Akmaral.hamze@gmail.com, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-9021-9310
Мухтаров Руфат Нодарович – резидент, «ҚДСЖМ» Қазақстандық медицина университеті, +7 702 760 7330, www.rufat.ur@list.ru, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-8471-3734
Асқарұлы Асыл – резидент, «ҚДСЖМ» Қазақстандық медицина университеті, +7 775 750 62 21, asylfmg@gmail.com, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-3137-0495

Author Information:
Corresponding Author. Ainur Zhatkanbayeva – Resident, Kazakhstan's Medical University "KSPH", Phone: 87026033177, Email: ainyuka_91@mail.ru, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-4512-6864
Oksana Isaiko – Radiologist at "Divera" Medical Center, Doctor of the highest category, Lecturer at Kazakhstan's Medical University "KSPH", Phone: +7 777 121 06 38, Email: Jlok7@mail.ru, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-8458-3575
Inara Turgan – Resident, Kazakhstan's Medical University "KSPH", Phone: 87075184110, Email: inalochka@mail.ru, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-3045-9620
Azat Abdrazakov – Resident, Kazakhstan's Medical University "KSPH", Phone: +7 747 438 43 28, Email: abdrazakov.azat@inbox.ru, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-2055-8857
Akmaral Khamze – Resident, Kazakhstan's Medical University "KSPH", Phone: 8 701 015 95 95, Email: Akmaral.hamze@gmail.com, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-9021-9310
Rufat Mukhtarov – Resident, Kazakhstan's Medical University "KSPH", Phone: +7 702 760 7330, Email: www.rufat.ur@list.ru, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-8471-3734
Asyl Askaruly – Resident, Kazakhstan's Medical University "KSPH", Phone: +7 775 750 62 21, Email: asylfmg@gmail.com, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-3137-0495

Мақала түсті: 10.02.2026
Мақала қабылданды: 27.02.2026
ӘОЖ: 615.33:616-022.7:616-036.22
ҒТАХА: 76.29.50; 76.29.48
DOI: 10.24412/1609-8692-2026-1-62-75
Мақала түрі: Құрылымдалған нарративтік шолу

СТАЦИОНАР ЖАҒДАЙЫНДА RESERVE САНАТЫНДАҒЫ АНТИБИОТИКТЕРДІ ҚОЛДАНУ ЖӘНЕ ОНЫҢ АНТИМИКРОБТЫҚ РЕЗИСТЕНТТІЛІКПЕН БАЙЛАНЫСЫ: ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ

Мойынбаева Ш.М., Атымтайқызы Ә.*, Асан А.М., Анарбек А.М.
«Қоғамдық денсаулық сақтау жоғары мектебі» Қазақстан медицина университеті, Алматы, Қазақстан
** Хат-хабар алмасуға жауапты автор*

Кіріспе. Антимикробтық резистенттілік (АМР) жаһандық қоғамдық денсаулық сақтаудың негізгі қауіптерінің бірі болып қала береді және антибиотиктерді, әсіресе стационарларда, ұтымсыз қолданумен байланысты. Мультирезистентті патогендер тудырған инфекцияларды емдеуге арналған Reserve санатындағы антибиотиктерді негізсіз пайдалану олардың тиімділігін жоғалту қаупін арттырады. COVID-19 пандемиясы антибиотиктерді ұтымды пайдалану мен инфекциялық бақылаудағы бұрыннан бар проблемаларды күшейтті.
Мақсаты. Стационар жағдайында антибиотиктерді, оның ішінде Reserve санатындағы препараттарды қолдану туралы деректерді талдау және олардың жаһандық деңгейде және Қазақстан Республикасында АМР көрсеткіштерімен байланысын бағалау.
Материалдар мен әдістер. PubMed, Web of Science және Google Scholar дерекқорларында, сондай-ақ ДДҰ, CDC, ECDC, БҰҰ және Қазақстан Республикасының ресми материалдары бойынша 2025 жылғы қыркүйек-қазан айларында құрылымдалған іздеу жүргізілген нарративтік шолу орындалды. 2019 жылдан 2025 жылғы қазанға дейінгі жарияланымдар, эпидемиологиялық қадағалау есептері және антибиотиктерді тұтынудың сандық көрсеткіштерін (DDD, DID, AWaRe) және/немесе басым бактериалдық патогендер бойынша АМР деректерін қамтитын реттеуші құжаттар енгізілді. Дереккөздерді іріктеу PRISMA 2020 ағын сызбасының бейімделген құрылымымен көрсетілді. Формальды мета-талдау жүргізілген жоқ; 29 дереккөз нарративтік синтезге енгізілді.
Нәтижелер. Пандемияға дейінгі кезеңде антибиотиктерді тұтынудың өсуі және Watch санатындағы препараттардың басымдығы анықталды. 2020-2021 жылдары стационарларда кең спектрлі эмпириялық терапия кеңейіп, медициналық көмек көрсетуге байланысты инфекциялар жиілеген. Постпандемиялық кезеңде жалпы тұтыну ішінара тұрақтанғанымен, көптеген елдерде, соның ішінде Қазақстанда, Access үлесі нысаналы деңгейден төмен болып, Watch және Reserve препараттарын қолданудың өсу үрдісі сақталды. Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae және MRSA арасында резистенттіліктің жоғары деңгейлері байқалды.
Талқылау. Антибиотиктерді қолдану құрылымындағы өзгерістер мен АМР көрсеткіштерінің бағыттас динамикасы антимикробтық стюардшипті күшейту қажеттігін қолдайды. Алайда дереккөздердің гетерогенділігі, бақылаулық және қадағалау деректерінің басымдығы, сондай-ақ Қазақстандағы Reserve-спецификалық деректердің шектеулілігі тікелей себеп-салдарлық қорытынды жасауға мүмкіндік бермейді.
Қорытынды. Watch және Reserve санатындағы антибиотиктерді негізсіз кеңінен қолдану олардың тиімділігін жоғалту қаупін арттырады. Access препараттарын ұтымды басым қолдану, стационарлық антимикробтық стюардшип, микробиологиялық диагностика және АМР қадағалауын күшейту постпандемиялық кезеңдегі басым бағыттар болып табылады.
Түйінді сөздер. Антимикробтық резистенттілік; Reserve санатындағы антибиотиктер; стационарлық медициналық көмек; AWaRe жіктемесі; антибиотиктерді тұтыну; антимикробтық стюардшип; Қазақстан Республикасы.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНТИБИОТИКОВ КАТЕГОРИИ RESERVE В СТАЦИОНАРАХ И ЕГО СВЯЗЬ С АНТИМИКРОБНОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТЬЮ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Ш.М. Мойынбаева, А. Атымтайкызы*, А.М. Асан, А.М. Анарбек
Казахстанский медицинский университет «Высшая школа общественного здравоохранения», Алматы, Казахстан
** Автор, ответственный за корреспонденцию*

Введение. Антимикробная резистентность (АМР) остается одной из основных угроз глобальному общественному здоровью и связана с нерациональным применением антибиотиков, особенно в стационарах. Необоснованное использование антибиотиков категории Reserve, предназначенных для лечения инфекций,

вызванных мультирезистентными патогенами, повышает риск утраты их эффективности. Пандемия COVID-19 усилила существовавшие проблемы рационального применения антибиотиков и инфекционного контроля.
Цель. Проанализировать данные об использовании антибиотиков, включая препараты категории Reserve, в стационарных условиях и оценить их связь с показателями АМР на глобальном уровне и в Республике Казахстан.
Материалы и методы. Выполнен структурированный нарративный обзор с поиском в PubMed, Web of Science и Google Scholar, а также в официальных материалах ВОЗ, CDC, ECDC, ООН и Республики Казахстан в сентябре-октябре 2025 года. Включались публикации с 2019 года по октябрь 2025 года, отчеты эпидемиологического надзора и регуляторные документы, содержащие количественные показатели потребления антибиотиков (DDD, DID, AWaRe) и/или данные об АМР приоритетных бактериальных патогенов. Отбор источников представлен с использованием адаптированной структуры диаграммы PRISMA 2020. Формальный метаанализ не проводился; в нарративный синтез включено 29 источников.
Результаты. В допандемический период отмечались рост потребления антибиотиков и преобладание препаратов категории Watch. В 2020-2021 годах в стационарах расширилось эмпирическое применение антибиотиков широкого спектра и увеличилась частота инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи. В постпандемический период общее потребление частично стабилизировалось, однако во многих странах, включая Казахстан, доля Access оставалась ниже целевых значений, а использование Watch и Reserve демонстрировало тенденцию к росту. Высокие уровни резистентности сохранялись у Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae и MRSA.
Обсуждение. Однонаправленная динамика структуры потребления антибиотиков и показателей АМР подтверждает необходимость усиления антимикробного стюардшипа. Вместе с тем гетерогенность источников, преобладание наблюдательных и надзорных данных и ограниченность Reserve-специфических данных по Казахстану не позволяют устанавливать прямую причинно-следственную связь.
Заключение. Необоснованное расширение применения антибиотиков категорий Watch и Reserve повышает риск утраты их эффективности. Приоритетными направлениями остаются рациональное использование препаратов Access, укрепление стационарных программ антимикробного стюардшипа, микробиологической диагностики и систем надзора за АМР.
Ключевые слова. Антимикробная резистентность; антибиотики категории Reserve; стационарная медицинская помощь; классификация AWaRe; потребление антибиотиков; антимикробный стюардшип; Республика Казахстан.

USE OF RESERVE ANTIBIOTICS IN HOSPITAL SETTINGS AND ITS ASSOCIATION WITH ANTIMICROBIAL RESISTANCE: A LITERATURE REVIEW

Sh.M. Moiynbayeva, A. Atymtaikyzy*, A.M. Asan, A.M. Anarbek
Kazakhstan Medical University "Higher School of Public Health", Almaty, Kazakhstan
** Corresponding author*

Introduction. Antimicrobial resistance (AMR) remains a major global public health threat and is associated with inappropriate antibiotic use, particularly in hospitals. Unjustified use of Reserve antibiotics intended for infections caused by multidrug-resistant pathogens increases the risk of losing their effectiveness. The COVID-19 pandemic intensified pre-existing problems in antibiotic stewardship and infection prevention and control.
Objective. To analyze evidence on the use of antibiotics, including Reserve agents, in hospital settings and assess its association with AMR indicators globally and in the Republic of Kazakhstan.
Methods. A structured narrative review was conducted using PubMed, Web of Science, and Google Scholar, together with official materials from WHO, CDC, ECDC, the United Nations, and the Republic of Kazakhstan. Searches were performed in September-October 2025. Publications from 2019 through October 2025, surveillance reports, and regulatory documents containing quantitative antibiotic-consumption indicators (DDD, DID, and AWaRe) and/or AMR data for priority bacterial pathogens were eligible. Source selection was presented using an adapted PRISMA 2020 flow-diagram structure. No formal meta-analysis was performed; 29 sources were included in the narrative synthesis.
Results. The pre-pandemic period was characterized by increasing antibiotic consumption and predominance of Watch antibiotics. During 2020-2021, empirical broad-spectrum antibiotic use expanded in hospitals, accompanied by increased healthcare-associated infections. Although total consumption partially stabilized after the pandemic, the Access share remained below target levels in many countries, including Kazakhstan, while Watch and Reserve use showed an increasing trend. High resistance levels persisted among Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae, and methicillin-resistant Staphylococcus aureus.
Discussion. Parallel changes in antibiotic-consumption structure and AMR indicators support the need for stronger antimicrobial stewardship. However, heterogeneity of the evidence, predominance of observational and surveillance data, and limited Reserve-specific hospital data from Kazakhstan preclude direct causal inference.

Conclusion. Unjustified expansion of Watch and Reserve antibiotic use increases the risk of losing their effectiveness. Rational prioritization of Access antibiotics, stronger hospital antimicrobial stewardship, microbiological diagnostics, and AMR surveillance remain key post-pandemic priorities.
Keywords. Antimicrobial resistance; Reserve antibiotics; hospital care; AWaRe classification; antibiotic consumption; antimicrobial stewardship; Republic of Kazakhstan.

Кіріспе

Антимикробтық резистенттілік (АМР) қазіргі уақытта жаһандық денсаулық сақтау жүйесіне және медициналық көмектің тұрақтылығына төнетін ең күрделі қауіптердің бірі ретінде қарастырылады. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы АМТ-ны әлем халқының денсаулығына төнетін он негізгі қауіптің қатарына жатқызады [1]. Жаһандық аурулар ауыртпалығының бағалауы бойынша, 2019 жылы кемінде 1,27 млн өлім жағдайы резистентті бактериялық патогендерден туындаған инфекциялармен тікелей байланысты болған, ал АМР-мен байланысты өлім жағдайларының жалпы саны 4,95 млн-ға жеткен [2]. 2016 жылы жарияланған сараптамалық сценарий бойынша, тиімді шаралар қабылданбаған жағдайда 2050 жылға қарай жыл сайынғы өлім саны 10 млн жағдайға дейін жетуі мүмкін [2,3]. Дәріге төзімді микроорганизмдердің таралуы қазіргі медицинаның жетістіктеріне қауіп төндіріп, инфекциялық ауруларды емдеу мүмкіндіктерін шектейді және хирургиялық араласулар, химиотерапия және басқа да инвазивті процедуралар кезінде қауіп-қатерді арттырады [3].

Антимикробтық резистенттіліктің қалыптасуы мен таралуында антибактериалды препараттарды ұтымсыз қолдану ерекше рөл атқарады, әсіресе ауыр науқастар шоғырланған және кең спектрлі антибиотиктермен эмпирикалық терапия кеңінен қолданылатын стационар жағдайында. Ерекше алаңдаушылық тудыратын мәселе – мультирезистентті қоздырғыштардан туындаған инфекцияларды емдеуге арналған және «соңғы резерв» препараттары ретінде қарастырылатын Reserve санатындағы антибиотиктерді қолдану. Оларды негізсіз немесе шамадан тыс пайдалану резистентті штамдардың селекциясын жеделдетіп, ұзақ мерзімді перспективада денсаулық сақтау жүйесінің емдік мүмкіндіктерін төмендетуі мүмкін.

COVID-19 пандемиясы антибиотиктерді ұтымды қолдану және АМР-ды бақылау мәселелерін айтарлықтай ушықтырды. Жоғары белгісіздік, стационарлардың шамадан тыс жүктелуі және жедел микробиологиялық диагностика қолжетімділігінің шектеулілігі жағдайында көптеген елдерде COVID-19 бар пациенттерге антибактериалды терапия жаппай және көбіне негізсіз тағайындалған. ДДҰ деректеріне сәйкес, COVID-19-мен госпитализацияланған пациенттердің шамамен 75 %-ы антибиотиктер алған, ал расталған бактериялық қосалқы инфекция тек шамамен 8 % науқаста анықталған [4,5]. Мұндай сәйкессіздік клиникалық көрсеткіштермен әрдайым негізделмеген профилактикалық немесе эмпирикалық антибиотик тағайындаудың айтарлықтай көлемін көрсетеді, бұл қосымша селективті қысым туғызып, резистентті микроорганизмдердің қалыптасуына ықпал етті.

Сонымен қатар пандемия антибиотиктерге резистентті қоздырғыштармен байланысты ауруханаішілік инфекциялардың өсуімен қатар жүрді, бұл стационарлардың шамадан тыс жүктелуімен, кадрлар мен ресурстардың тапшылығымен, сондай-ақ инфекциялық бақылаудың стандартты шараларының бұзылуымен түсіндіріледі. Мысалы, АҚШ-та пандемияның алғашқы жылында антибиотиктерге резистентті микроорганизмдерден туындаған госпитальдық инфекциялар санының және олармен байланысты өлім-жітімнің 2019 жылмен салыстырғанда кемінде 15 %-ға артқаны тіркелді [6]. Бұл деректер COVID-19 пандемиясының, әсіресе стационарлық денсаулық сақтау деңгейінде, антимикробтық резистенттілік саласындағы

қолайсыз үрдістердің катализаторы болғанын көрсетеді.

Постпандемиялық кезеңде АМР қаупінің ауқымын түсіну халықаралық саяси және ұйымдастырушылық бастамалардың жандануына алып келді. 2024 жылы Біріккен Ұлттар Ұйымы Бас Ассамблеясы деңгейінде дәріге төзімділікпен күреске жаһандық міндеттемені күшейтуге арналған жоғары деңгейдегі арнайы саммит өткізілді [7]. Халықаралық ұйымдар денсаулық сақтау, ветеринария, ауыл шаруашылығы және қоршаған ортаны қорғау салаларының күш-жігерін біріктіретін «Біртұтас денсаулық» (One Health) тұжырымдамасын іске асыруды қамтитын кешенді және секторaралық тәсілдің қажеттілігін атап өтуде [8]. 2024 жылғы саяси декларацияда 2030 жылға қарай адам денсаулығында қолданылатын антибиотиктердің кемінде 70%-ын Access тобына жатқызу жөніндегі жаңартылған жаһандық нысаналы көрсеткіш бекітілді [7].

Қазақстан Республикасы үшін де антимикробтық резистенттілік мәселесі өзекті болып қала береді, әсіресе стационарлық медициналық көмек көрсету контекстінде. COVID-19 пандемиясы кезеңінде антибиотиктерді, оның ішінде кең спектрлі препараттарды тұтынудың өсуі байқалды, көбінесе жеткілікті клиникалық көрсеткіштерсіз қолданылған. 2020–2021 жылдары антибактериалды препараттарды қолдану соңғы жылдардағы ең жоғары деңгейге жетіп, пандемияға дейінгі көрсеткіштерден асып түсті. Пандемияның алғашқы кезеңдерінде COVID-19 емінде клиникалық тиімділігі дәлелденбегеніне қарамастан, азитромицин кеңінен қолданылды [9]. Қосымша қауіп факторы ретінде локдаун кезеңінде антибиотиктерді рецептсіз босатуға бақылаудың уақытша әлсіреуі болды [10]. Осы сын-қатерлерге жауап ретінде Қазақстанда 2023–2027 жылдарға арналған микробқа қарсы препараттарға резистенттілікті тежеу жөніндегі Жол картасы бекітілді, ол секторaралық стратегиялық шараларды енгізуді және антибиотиктерді ұтымды пайдалану бағдарламаларын дамытуды көздейді [11].

Осылайша, стационар жағдайында резервтік антибиотиктерді қолдануды және оның антимикробтық резистенттілік көрсеткіштерімен байланысын талдау маңызды ғылыми әрі практикалық міндет болып табылады. Reserve санатындағы препараттарды қолдану үлгілерін зерттеу және АМР көрсеткіштерін бағалаумен ұштастыру клиникалық тәжірибені оңтайландыруға және антимикробтық стюардшипті күшейтуге бағытталған ықтимал араласу нүктелерін анықтауға мүмкіндік береді.

Зерттеудің мақсаты

Осы шолудың мақсаты - қазіргі сын-қатерлер мен Қазақстан Республикасының ұлттық контекстіне ерекше назар аудара отырып, стационарларда антибиотиктерді, оның ішінде Reserve санатындағы препараттарды қолдану туралы деректерді талдау және оларды антимикробтық резистенттілік көрсеткіштерімен салыстыру.

Ғылыми жаңалығы

Шолудың ғылыми жаңалығы антибиотиктерді тұтынудың жаһандық және қазақстандық деректерін пандемияға дейінгі, пандемиялық және постпандемиялық кезеңдер бойынша бір аналитикалық құрылымда біріктіріп, AWaRe жіктемесі, DDD/DID көрсеткіштері және басым патогендердің резистенттілігі тұрғысынан салыстыруда. Reserve санатындағы препараттарды стационарларда қолдануға және ұлттық қадағалау деректеріндегі олқылықтарға арнайы назар аударылды; қорытындылар себеп-салдарлық әсерді дәлелдеу емес, клиникалық және ұйымдастырушылық тәуекелдерді айқындау мақсатында берілді.

Материалдар мен әдістер

Зерттеу дизайны. Жаһандық деңгейде және Қазақстан Республикасында стационарларда антибиотиктерді, оның ішінде Reserve санатындағы препараттарды қолдануды және оның АМР көрсеткіштерімен байланысын талдауға арналған құрылымдалған нарративтік шолу

жүргізілді. Дереккөздерді іздеу мен іріктеудің ашықтығын арттыру үшін PRISMA 2020 ағын сызбасының құрылымы бейімделді; жұмыс жүйелі шолу немесе мета-талдау ретінде қарастырылмайды. Шолу хаттамасы алдын ала тіркелмеген (PROSPERO/OSF).

Дереккөздер және іздеу стратегиясы. Библиографиялық іздеу 2025 жылдың қыркүйек-қазан айларында PubMed, Web of Science және Google Scholar электрондық деректер базаларында жүргізілді. Қосымша түрде Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының (ДДҰ/WHO), Ауруларды бақылау және алдын алу орталықтарының (CDC), Еуропалық аурулардың алдын алу және бақылау орталығының (ECDC), сондай-ақ Біріккен Ұлттар Ұйымының ресми материалдары мен деректер базалары талданды. Ұлттық деңгейдегі бөлім үшін Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігінің нормативтік және талдамалық материалдары, оның ішінде «2023-2027 жылдарға арналған микробқа қарсы препараттарға төзімділікті тежеу жөніндегі жол картасы» пайдаланылды.

Іздеуге сондай-ақ реттеуші деңгейдегі «сұр» дереккөздер (нұсқаулықтар, эпидемиологиялық қадағалау жүйелерінің есептері, талдамалық бюллетеньдер) енгізілді, егер оларда антибиотиктерді тұтыну және/немесе антимикробтық төзімділік бойынша жиынтық сандық көрсеткіштер болған жағдайда.

Іздеу сұраныстары. Іздеу стратегиялары булев операторлары мен орыс және ағылшын тілдеріндегі кілт сөздерді қолдана отырып қалыптастырылды, оның ішінде келесі комбинациялар пайдаланылды: antimicrobial resistance OR antibiotic resistance, antibiotic consumption OR DDD OR DID AND AWaRe, reserve antibiotics AND hospital, healthcare-associated infection AND antimicrobial resistance, Kazakhstan AND (antibiotic use OR AMR).

PubMed деректер базасында іздеу барысында MeSH-терминдер (Anti-Bacterial Agents/therapeutic use, Drug Resistance, Microbial, Hospitals) және жарияланым түрі мен бақылау кезеңі бойынша сүзгілер қолданылды.

Іріктеу және алып тастау критерийлері. Талдауға 2019 жылдан 2025 жылғы қазанға дейін жылдар аралығында жарияланған рецензияланған түпнұсқалық зерттеулер, шолулар және мета-талдаулар, сондай-ақ халықаралық және ұлттық эпидемиологиялық қадағалау жүйелерінің (GLASS/ДДҰ, EARS-Net/ECDC, CDC) есептері мен жиынтықтары және жариялану жылы бойынша шектеусіз ресми реттеуші құжаттар енгізілді.

Іріктеу критерийі ретінде дереккөздерде антибиотиктерді тұтынудың сандық көрсеткіштерінің (DDD, DID мәндері және AWaRe жіктемесі бойынша бөлінісі) және/немесе басым бактериалдық патогендердің антимикробтық төзімділігі туралы деректердің болуы қарастырылды.

Талдаудан антибиотиктерді қолдану және/немесе антимикробтық төзімділік тақырыбына қатысы жоқ жарияланымдар, сондай-ақ антибактериалды препараттарды тұтыну немесе микроорганизмдердің төзімділік көрсеткіштері бойынша сандық деректерді қамтымайтын материалдар (негізгі стратегиялық және нормативтік құжаттарды қоспағанда) алып тасталды.

Жарияланымдардың қайталанулары жойылды; бір деректер массивіне негізделген қайталанатын дереккөздер болған жағдайда талдауға ең толық әрі өзекті нұсқасы, басым түрде бастапқы есеп немесе рецензияланған мақала енгізілді.

Көрсеткіштер мен анықтамалар. Антибиотиктерді тұтыну халықаралық стандартты көрсеткіштер – DDD (defined daily doses, тәуліктік доза) және DID (1000 тұрғынға шаққандағы тәуліктік DDD) арқылы бағаланды, AWaRe (Access, Watch, Reserve) жіктемесі бойынша бөлінісімен бірге. Негізгі назар стационар жағдайында Reserve санатындағы антибиотиктерді қолдануды талдауға аударылды.

Антимикробтық резистенттілік басым бактериалдық патогендердің төзімді изоляттарының үлесі бойынша бағаланды, оның ішінде Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae, метициллинге төзімді

Staphylococcus aureus (MRSA), сондай-ақ ESBL-продукциялайтын энтеробактериялар, ұлттық және халықаралық қадағалау жүйелерінің деректері негізінде. Талдау клиникалық тұрғыдан маңызды инфекция ошақтары бойынша жүргізілді (қан ағымы, зәр шығару жолдары және т.б.).

Шолудың нәтижелік көрсеткіштері. Негізгі нәтижелік көрсеткіш антибиотиктерді стационарлық қолданудың уақыттық және құрылымдық өзгерістері, соның ішінде AWaRe жіктемесі бойынша Access, Watch және Reserve үлестері және Reserve препараттарын қолдану үрдісі болды. Қосымша нәтижелерге басым бактериалдық патогендердің AMP көрсеткіштері, жаһандық және қазақстандық үлгілердің ұқсастықтары мен айырмашылықтары, сондай-ақ антимикробтық стюардшип пен инфекциялық бақылауға қатысты ұйымдастырушылық факторлар енгізілді.

Уақыт аралықтары шартты түрде қарастырылып, динамиканы сипаттау үшін пайдаланылды: пандемияға дейінгі кезең (2019 жылға дейін – 2020 жылдың басы), пандемия кезеңі (2020-2021 жж.) және постпандемиялық кезең (2022 жылдан бастап).

Дереккөздерді іріктеу процесі. Бастапқы жарияланымдарды іріктеу атаулары мен аннотацияларын талдау негізінде жүргізілді, одан кейін мақалалардың толық мәтіндік нұсқалары бағаланды. Дубликаттар скрининг кезеңіне дейін жойылды. Алып тастау жағдайлары себептері көрсетіле отырып тіркелді (сандық деректердің болмауы, тақырыпқа сәйкес келмеуі, бір деректер массивін қайталап пайдалану). Қорытынды талдауға 29 дереккөз енгізілді.

Деректерді алу және өңдеу. Енгізілген жарияланымдардан келесі мәліметтер алынды: бақылау жылы немесе кезеңі, зерттеу жүргізілген ел немесе өңір, дереккөз түрі (алғашқы қадағалау деректері, рецензияланған мақала, реттеуші есеп), антибиотиктерді тұтыну көрсеткіштері (DDD, DID, AWaRe құрылымы), антимикробтық төзімділік көрсеткіштері, клиникалық контекст (стационарлық немесе амбулаториялық деңгей), сондай-ақ ұйымдастырушылық факторлар, оның ішінде антибиотиктерді ұтымды қолдану бағдарламаларының болуы және инфекциялық бақылау шаралары.

Деректерді синтездеу және талдау. Зерттеу дизайндарындағы және қолданылған индикаторлардағы айқын гетерогенділікке байланысты формальды мета-талдау жүргізілмеді. Деректерді нарративтік синтездеу қолданылып, антибиотиктерді тұтыну және антимикробтық төзімділік көрсеткіштері уақыт кезеңдері мен денсаулық сақтау секторлары бойынша салыстырылды, ал негізгі нәтижелер тақырыптық бөлімдер бойынша жинақталды.

Қауіпсіздік аспектілері. Шолу аясында клиникалық араласу жүргізілген жоқ және пациенттерге қатысты қауіпсіздік оқиғалары қалыптастырылмады. Қауіпсіздік аналитикалық тұрғыдан бағаланды: кең спектрлі және Reserve антибиотиктерін негізсіз қолданудан туындайтын селективті қысым, емдік мүмкіндіктердің тарылуы, медициналық көмек көрсетуге байланысты инфекциялар, микробиологиялық диагностиканың кешігуі және инфекциялық бақылаудың жеткіліксіздігі қарастырылды.

Сапаны сыни бағалау және этикалық аспектілер. Зерттеу дизайндарының гетерогенділігіне байланысты барлық дереккөздерге ортақ формальды risk-of-bias құралы қолданылған жоқ. Интерпретация кезінде зерттеу дизайны, дереккөз түрі, көрсеткіштердің анықтамасы, деректердің салыстырмалылығы және өзіндік есеп беру немесе қадағалау жүйелеріне тән шектеулер сапалық тұрғыдан ескерілді. Тек жарияланған агрегатталған деректер пайдаланылғандықтан, жергілікті этика комитетінің мақұлдауы және ақпараттандырылған келісім талап етілмеді.



1-сурет - Дереккөздерді іріктеу ағыны (PRISMA 2020 құрылымына бейімделген)

Нәтижелер

Антибиотиктерді тұтыну және антимикробтық резистенттіліктің жаһандық үрдістері. Пандемияға дейінгі кезеңде антибиотиктерді әлемдік деңгейде тұтынудың тұрақты өсуі байқалды: жалпы көлемі шамамен 16%-ға артты – 2016 жылғы 29,5 млрд DDD-дан 2023 жылы 34,3 млрд DDD-ға дейін, бұл орташа тәуліктік көрсеткіштің 13,7-ден 15,2 DID-ке дейін өсуіне сәйкес келеді. 2016–2019 жылдары тұтынудың өсуі негізінен табысы төмен және орташа елдерге тән болды (+9,8%), ал табысы жоғары елдерде көрсеткіштердің төмендеуі байқалды (−5,8%) [12]. 2018–2019 жылдары-ақ Access санатындағы антибиотиктердің үлесі талданған кезеңде ДДҰ қолданған кемінде 60% нысаналы деңгейден төмен болып қалды, ал тұтыну құрылымында Watch санатындағы препараттар басым болды [13,14].

2019 жылға қарай антимикробтық резистенттіліктің жаһандық ауыртпалығы жоғары деңгейде сипатталды: шамамен 1,27 млн өлім жағдайы тікелей төзімді бактериялық инфекциялармен байланысты болды, ал жалпы байланысты өлім саны 4,95 млн-ға жетті [2]. GLASS жүйесінің деректеріне сәйкес, пандемияға дейінгі кезеңде төзімділіктің медианалық деңгейі Escherichia coli үшін III буын цефалоспориндеріне шамамен 42%-ды, ал MRSA үшін шамамен 35%-ды құрады (76 ел деректері бойынша). E. coli қоздырған зәр шығару жолдарының инфекцияларының шамамен 20%-ы стандартты пероральды терапияға жауап бермеген, ал Klebsiella pneumoniae сезімталдықтың айқын төмендеуін, оның ішінде карбапенемдерге төзімділікті көрсетті [14].

COVID-19 пандемиясы кезеңінде (2020-2021 жж.) антибиотиктерді тұтынудағы өзгерістер біркелкі болған жоқ. 2020 жылы табысы жоғары бірқатар елдерде антибиотиктерді тағайындаудың жалпы саны алдыңғы жылмен салыстырғанда 17–18%-ға төмендеген, ал табысы төмен және орташа елдерде 2021 жылы қайтадан өсім тіркелді. 2021–2022 жылдары жаһандық тұтыну көрсеткіштері қайтадан өсу траекториясына оралды [12]. 2022 жылы GLASS деректері бойынша (60 ел)

антибиотиктерді тұтынудың медианалық деңгейі 18,3 DID (аралық 7,7–67,7 DID) құрады, ең жоғары көрсеткіштер Оңтүстік-Шығыс Азия елдерінде (~26,6 DID) және Шығыс Жерорта теңізі өңірінде (~23,0 DID) тіркелді [14].

Стационарлар деңгейінде пандемия кезеңінде COVID-19 бар пациенттерге антибиотиктерді тағайындаудың жоғары жиілігі тіркелді, бұл көпорталықты нүктелік зерттеулер нәтижелерімен расталған [15]. Сонымен қатар пандемияның екінші жылында ауруханаішілік инфекциялардың, оның ішінде төзімді микроорганизмдерден туындаған жағдайлардың өсуі байқалды [16]. Тағайындау құрылымында кең спектрлі препараттардың, оның ішінде макролидтердің (әсіресе азитромицин), III буын цефалоспориндердің және фторхинолондардың үлесі артты; 2020–2021 жылдары макролидтерді тұтынудың өсуі COVID-19 сырқаттанушылығы толқындарымен корреляцияланды [17,18].

2022 жылдың қорытындысы бойынша Access санатындағы антибиотиктердің үлесі жаһандық көлемнің шамамен 52%-ын құрады, ал Watch санатындағы препараттар 45%-дан асты; Access бойынша мақсатты көрсеткіштерге 60 елдің тек 19-ы ғана жетті. 2023 жылға қарай антибиотиктерді жаһандық тұтыну деңгейі пандемияға дейінгі көрсеткіштерден асып түсті [12].

Постпандемиялық кезеңде тұтыну құрылымының Watch санатындағы антибиотиктер жағына ығысуы сақталды, ал Access үлесі жеткіліксіз деңгейде қалды [14]. Басым патогендер бойынша төзімділік үлесі жоғары күйінде сақталды: 2020-2022 жылдары қан ағымынан бөлінген E. coli изоляттарының жартысынан астамы III буын цефалоспориндерге төзімді болды, K. pneumoniae штамдарының бір бөлігі карбапенемазалар өндіретіні анықталды, ал MRSA деңгейі тұрақты түрде жоғары көрсеткіштерде сақталды [1,14]. Ұқсас үрдістер Еуропалық эпидемиологиялық қадағалау деректерімен де расталды [19].

Қазақстан Республикасындағы антибиотиктерді пайдалану және AMP бойынша ұлттық деректер. Пандемияға дейінгі кезеңде Қазақстан Республикасында жүйелік антибиотиктерді (J01) жалпы тұтыну деңгейі 12-13 DID (2019 жыл) шамасында бағаланды. Тұтыну құрылымы Watch санатындағы антибиотиктердің басымдығымен сипатталды және Access үлесінің 2017–2019 жылдары шамамен 39%-дан 30%-ға дейін төмендеуі байқалды.

Пандемия кезеңінде жалпы көрсеткіш 2020 жылы 14,47 DID ең жоғары деңгейге жетті, 2021 жылы жоғары деңгейде сақталды және 2022 жылы 10,87 DID-ке дейін төмендеді; 2019-2022 жылдар аралығындағы орташа жылдық өзгеру қарқыны AAPC = −2,45% құрады [9].

2020-2021 жылдары елде ең жиі қолданылған антибиотиктер азитромицин, цефтриаксон және ципрофлоксацин болды, олардың барлығы Watch санатына жатады [9]. Стационар жағдайында ингибиторлармен қорғалған пенициллиндер мен карбапенемдерді қолданудың кеңеюі байқалды; Ақтөбе қаласындағы көпсалалы стационарлардың бірінде Access санатындағы антибиотиктердің үлесі 2019 жылғы шамамен 39%-дан 2020-2021 жылдары 22–28%-ға дейін төмендеген, ал Watch үлесі 72%-ға дейін артқан [18]. Ұлттық деңгейде Watch санатындағы препараттар 2019-2023 жылдар бойы басым болды, ал осы топтағы ең жиі тағайындалатын бес антибиотикті қабылдаған пациенттер саны 2019 жылғы шамамен 72,6 мыңнан 2023 жылы 94,6 мыңға дейін артты [9].

Постпандемиялық кезеңде Қазақстанда Access санатындағы антибиотиктердің үлесі талданған кезеңде қолданылған 60% нысаналы деңгейден төмен болып қалды, Watch тобы басымдыққа ие болды. Reserve санатындағы антибиотиктерді қолдану жалпы алғанда шектеулі деңгейде сақталғанымен, олардың біртіндеп арту үрдісі байқалды. Алғашқы медициналық-санитариялық көмек деңгейіне арналған модельдеу нәтижелері бойынша, инерциялық сценарий кезінде 2030 жылға қарай Access үлесі шамамен 34%-ға дейін төмендеп, Watch үлесі 65%-дан асуы мүмкін [20].

Секторлар бөлінісінде тұтынудың негізгі көлемі амбулаториялық деңгейге тиесілі болды, алайда 2020–2021 жылдары ірі ауруханалардың инфекциялық стационарларға қайта бейімделуіне байланысты стационарларда кең спектрлі антибиотиктерді тағайындау күрт артты [18,21].

Қазақстан Республикасындағы антимикробтық резистенттілік бойынша деректер фрагментарлы сипатқа ие. Қолда бар дереккөздер стационар жағдайында MRSA, ESBL-продукциялайтын энтеробактериялар, сондай-ақ E. coli және K. pneumoniae үшін III буын цефалоспориндеріне және фторхинолондарға төзімділік деңгейінің жоғары екенін көрсетеді [14,22].

Жаһандық және ұлттық үрдістерді салыстыру. Жаһандық және ұлттық деректерді салыстыру ұқсас үлгілерді анықтады: пандемияға дейінгі кезеңде антибиотиктерді тұтынудың жоғары базалық деңгейі, 2020-2021 жылдары тағайындау құрылымының Watch санатындағы антибиотиктер жағына айқын ығысуы және 2022–2024 жылдары көрсеткіштердің ішінара тұрақтануы. Сонымен қатар, жаһандық деңгейде де, Қазақстан Республикасында да басым бактериалдық патогендер бойынша төзімділіктің жоғары үлесі сақталды [1,9,12].

Талқылау

Халықаралық және ұлттық деректерді салыстыру COVID-19 пандемиясының антибактериалды терапия тәжірибесі мен антимикробтық резистенттілік динамикасында маңызды бетбұрыс кезең болғанын көрсетеді. COVID-19 бар пациенттерде расталған бактериялық қосалқы инфекциялардың жиілігі төмен болғанына қарамастан, клиникалық тәжірибеде антибиотиктерді жаппай тағайындау сақталды, бұл бактериялық популяцияларға селективті қысымның күшеюіне және төзімді штамдардың таралуына ықпал етуі мүмкін екенін көрсетеді [23,24].

Қазақстан Республикасы үшін де ұқсас үрдіс тән: 2020 жылы антибиотиктерді тұтынудың күрт өсуі, 2021–2022 жылдары жоғары деңгейдің сақталуы және құрылымның кең спектрлі препараттар жағына ығысуы байқалды. Модельдік бағалаулар антибиотиктерді қолдану саясаты бойынша мақсатты шаралар болмаған жағдайда бұл өзгерістердің тұрақтанып қалу қаупін көрсетеді. Аталған үрдістер пандемияның екінші жылында инфекциялық бақылау көрсеткіштерінің төмендеуі мен ауруханаішілік инфекциялардың өсуін сипаттайтын халықаралық деректермен сәйкес келеді [25].

Анықталған өзгерістер тек тағайындаулардың жалпы көлемінің артуымен ғана емес, тұтыну құрылымының трансформациясымен де сипатталды. Көптеген елдерде, соның ішінде Қазақстанда, Watch санатына жататын макролидтер, III буын цефалоспориндер және респираторлық фторхинолондардың үлесінің артуы байқалды. Пандемияның бастапқы кезеңінде бұған жекелеген антибактериалды препараттардың, әсіресе азитромициннің, ықтимал вирусқа қарсы немесе иммуномодуляторлық әсері туралы болжамдар ықпал етті, алайда бұл кейін рандомизацияланған клиникалық зерттеулерде расталмады [26]. Дегенмен, клиникалық тәжірибенің инерциясы, бактериялық және вирустық инфекцияларды жедел ажырату мүмкіндігінің шектеулілігі, сондай-ақ микробиологиялық зерттеулердің қолжетімділігінің төмендігі эмпирикалық тағайындаулардың жоғары деңгейін сақтап тұрды.

Қосымша факторлар ретінде стационарлардың шамадан тыс жүктелуі, жоспарлы зертханалық қызметтің жұмысының бұзылуы және ауыр пациенттерде эмпирикалық терапияға көрсеткіштердің кеңеюі әсер етті. Жаһандық деңгейде бұл 2020-2022 жылдары кейбір антибиотиктер кластарын сатудың өсуімен қатар жүрді, бұл фармацевтикалық деректерді талдау нәтижелерінде көрсетілген [17].

Жалпы алғанда, аталған факторлар тұтыну құрылымының Watch санатындағы препараттар жағына тұрақты ығысуын, ал бірқатар стационарларда Reserve санатындағы антибиотиктердің біртіндеп қолданылуын түсіндіруге мүмкіндік береді, бұл антимикробтық резистенттіліктің қалыптасуы тұрғысынан елеулі қауіп ретінде қарастырылады.

COVID-19 пандемиясы стационар жағдайындағы инфекциялық бақылау жүйесінің әлсіз тұстарын айқын көрсетті. Кереуеттік қорды қайта бейіндеу, медициналық персонал мен жеке қорғаныс құралдарының тапшылығы, сондай-ақ ауыр ағымдағы пациенттерде инвазивті араласулардың жиі жүргізілуі MRSA, VRE және басқа да төзімді патогендерден туындаған инфекцияларды қоса алғанда, екіншілік нозокомиалдық инфекциялардың даму қаупін арттыруы ықтимал болды. АҚШ-тың ұлттық эпидемиологиялық қадағалау жүйесінің деректеріне сәйкес, 2020 жылы және одан кейінгі кезеңде медициналық көмек көрсетумен байланысты инфекциялар көрсеткіштерінің айтарлықтай өсуі тіркелді, бұл олардың көпжылдық төмендеу үрдісінен кейін байқалды [25]. Мұндай ұйымдастырушылық және клиникалық факторлар, госпитализация ұзақтығының артуымен бірге, антибактериалды терапияның спектрі мен ұзақтығын кеңейтуге ықпал етіп, селективті қысымды күшейтіп, төзімділіктің қалыптасуын жеделдетуі мүмкін болды.

Практикалық маңызы

Алынған нәтижелер ұлттық денсаулық сақтау жүйесі үшін тікелей қолданбалы маңызға ие. Біріншіден, клиникалық хаттамаларды жаңарту, терапияны деэскалациялаудың жергілікті алгоритмдерін енгізу және антибактериалды емдеу курстарының ұзақтығын жүйелі түрде аудиттеу арқылы стационарлық және амбулаториялық деңгейде Access санатындағы антибиотиктердің үлесін мақсатты түрде қалпына келтіру қажет. Антимикробтық стюардшип бағдарламаларының (AMS) антибиотиктерді ұтымсыз қолдануды азайтудағы және төзімділіктің өсу қарқынын баяулатудағы тиімділігі жүйелі шолулар мен жинақталған зерттеулерде көрсетілген [27].

Екіншіден, антибиотиктерді жалпы тұтынуда амбулаториялық сектордың үлесі жоғары екенін ескере отырып, жедел респираторлық вирустық инфекциялар кезінде диагностикалық алгоритмдердің маңызы зор. Оған клиникалық негізделген жағдайларда жедел биомаркерлерді (С-реактивті ақуыз, прокальцитонин және т.б.) ұтымды пайдалану, сондай-ақ рецепттік бақылауды күшейту жатады, бұл «профилактикалық» және негізсіз тағайындауларды азайтуға мүмкіндік береді [28]. Сонымен қатар, One Health тұжырымдамасы аясында секторaралық қадағалаудағы алшақтықтарды жою қажет, оның ішінде денсаулық сақтау, ветеринария, агроөнеркәсіптік сектор және экологиялық мониторинг арасындағы көрсеткіштерді үйлестіру, бұл «Біртұтас денсаулық» бойынша 2022-2026 жылдарға арналған Бірлескен іс-қимыл жоспарының қағидаларына сәйкес келеді [29].

Жалпы алғанда, COVID-19 пандемиясы антибиотиктерді қолданудағы қолайсыз үрдістердің катализаторы болды: инфекциялық бақылаудың әлсіреуі мен диагностикадағы кідірістер жағдайында тағайындалатын препараттар көлемінің артуы және спектрінің кеңеюі микроорганизмдерге селективті қысымды күшейтті. Сонымен бірге бұл үрдістердің сақталуы міндетті емес. Антимикробтық стюардшиптің мақсатты бағдарламаларын іске асыру, қадағалау жүйелерін қалпына келтіру және секторaралық үйлестіру антибиотиктерді тұтыну құрылымын қауіпсіз профильге қайта келтіруге және антимикробтық резистенттілік динамикасын тұрақтандыруға мүмкіндік береді.

Зерттеудің шектеулері

Бұл шолудың бірқатар шектеулері бар. Біріншіден, ол алдын ала тіркелген жүйелі шолу емес, сондықтан дереккөздерді іріктеу және жарияланымдық ығысу тәуекелін

толық жоққа шығару мүмкін емес. Екіншіден, іздеу PubMed, Web of Science және Google Scholar дерекқорларымен шектелді; Google Scholar нәтижелерінің қайталанғыштығы төмен, ал тәуелсіз қосарланған скрининг пен деректерді алу рәсімі құжатталмаған. Үшіншіден, барлық дизайндарға бірыңғай формальды risk-of-bias бағалауы қолданылмады. Төртіншіден, DDD, DID, AWaRe үлестері, патогендер, клиникалық орталар және қадағалау анықтамалары бойынша айқын гетерогенділік сандық біріктіруге мүмкіндік бермеді. Бесіншіден, Қазақстан бойынша АМР деректері фрагментарлы, ал стационарлық Reserve-спецификалық көрсеткіштер шектеулі. Сондықтан анықталған қатар жүретін үрдістерді тікелей себеп-салдарлық байланыс ретінде түсіндіруге болмайды.

Қорытынды

Жүргізілген талдау пандемияға дейінгі және әсіресе пандемия кезеңінде антибиотиктерді тұтыну құрылымының кең спектрлі препараттарға, негізінен Watch санатына қарай ығысқанын көрсетті, сонымен қатар стационар жағдайында бірқатар дереккөздерде Reserve санатындағы антибиотиктерді қолданудың өсу үрдісі сипатталған. Бұл өзгерістер жаһандық деңгейде де, Қазақстан Республикасында да басым бактериалдық патогендер арасында антимикробтық резистенттіліктің тұрақты жоғары деңгейімен қатар жүрді.

COVID-19 пандемиясы анықталған қолайсыз үрдістердің ықтимал катализаторы ретінде көрінді, себебі эмпирикалық антибактериалды терапияның кеңеюі және стационарларда инфекциялық бақылаудың әлсіреуі селективті қысымның күшеюімен қатар жүрді. Алынған деректер антибиотиктерді, әсіресе «соңғы резерв» препараттарын ұтымсыз қолдану олардың тиімділігін жоғалту қаупін арттыратынын көрсетеді.

Осыған байланысты антимикробтық стюардшипті күшейту, Access санатындағы антибиотиктердің үлесін қалпына келтіру және антимикробтық резистенттілікке эпидемиологиялық қадағалауды дамыту бойынша жүйелі шаралар басым бағытқа айналады. Аталған тәсілдерді іске асыру постпандемиялық кезеңде АМР динамикасын тұрақтандыруға және денсаулық сақтау жүйесінің тұрақтылығын арттыруға ықпал етуі мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР / REFERENCES

1 World Health Organization. Antimicrobial resistance [Internet]. Geneva: World Health Organization; [cited 2025 Oct 6]. Available from: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance

2 Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. Lancet. 2022;399(10325):629-655. doi:10.1016/S0140-6736(21)02724-0.

3 O'Neill J. Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations. London: Review on Antimicrobial Resistance; 2016. 84 p.

4 World Health Organization. WHO reports widespread overuse of antibiotics in patients hospitalized with COVID-19 [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2024 Apr 26 [cited 2025 Oct 7]. Available from: https://www.who.int/news/item/26-04-2024-who-reports-widespread-overuse-of-antibiotics-in-patients--hospitalized-with-covid-19

5 Langford BJ, So M, Raybardhan S, Leung V, Soucy JPR, Westwood D, et al. Antibiotic prescribing in patients with COVID-19: rapid review and meta-analysis. Clin Microbiol Infect. 2021;27(4):520-531. doi:10.1016/j.cmi.2020.12.018.

6 Centers for Disease Control and Prevention. COVID-19 and antimicrobial resistance [Internet]. Atlanta (GA): CDC; 2025 Feb 5 [cited 2025 Oct 7]. Available from: https://www.cdc.gov/antimicrobial-resistance/data-research/threats/COVID-19.html

7 United Nations General Assembly. Political declaration of the High-Level Meeting on Antimicrobial Resistance. Resolution 79/2. New York: United Nations; 2024.

8 Organisation for Economic Co-operation and Development. Embracing a One Health framework to fight antimicrobial resistance. Paris: OECD Publishing; 2023. doi:10.1787/ce44c755-en.
9 Semenova Y, Yergaliyeva A, Aimurziyeva A, Manatova A, Kuntuganova A, Makalkina L, et al. A nationwide evaluation of antibiotic consumption in Kazakhstan from 2019 to 2023. Antibiotics (Basel). 2024;13(12):1123. doi:10.3390/antibiotics13121123.
10 Semenova Y, Kassym L, Kussainova A, Aimurziyeva A, Makalkina L, Avdeyev A, et al. Knowledge, attitudes, and practices towards antibiotics, antimicrobial resistance, and antibiotic consumption in the population of Kazakhstan. Antibiotics (Basel). 2024;13(8):718. doi:10.3390/antibiotics13080718.
11 Ministry of Healthcare of the Republic of Kazakhstan. Roadmap for containing antimicrobial resistance in the Republic of Kazakhstan for 2023-2027. Astana: Ministry of Healthcare of the Republic of Kazakhstan; 2022. [In Russian and Kazakh].
12 Klein EY, Impalli I, Poleon S, Denoel P, Cipriano M, Van Boeckel TP, et al. Global trends in antibiotic consumption during 2016-2023 and future projections through 2030. Proc Natl Acad Sci U S A. 2024;121(49):e2411919121. doi:10.1073/pnas.2411919121.
13 World Health Organization. 2019 WHO AWaRe classification database of antibiotics for evaluation and monitoring of use [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2019 [cited 2025 Oct 3]. Available from: https://www.who.int/publications/i/item/WHOEMPIAU2019.11
14 World Health Organization. Global antimicrobial resistance and use surveillance system (GLASS) report: 2022. Geneva: World Health Organization; 2022.
15 Papst L, Luzzati R, Carević B, Tascini C, Gorišek Miksić N, Vlahović Palčevski V, et al. Antimicrobial use in hospitalised patients with COVID-19: an international multicentre point-prevalence study. Antibiotics (Basel). 2022;11(2):176. doi:10.3390/antibiotics11020176.
16 Lastinger LM, Alvarez CR, Kofman A, Konnor RY, Kuhar DT, Nkwata A, et al. Continued increases in the incidence of healthcare-associated infection during the second year of the COVID-19 pandemic. Infect Control Hosp Epidemiol. 2023;44(6):997-1001. doi:10.1017/ice.2022.116.
17 Nandi A, Pecetta S, Bloom DE. Global antibiotic use during the COVID-19 pandemic: analysis of pharmaceutical sales data from 71 countries, 2020-2022. EClinicalMedicine. 2023;57:101848. doi:10.1016/j.eclinm.2023.101848.
18 Balapasheva AA, Smagulova GA, Mussina AZ, Ziganshina LE, Nurgaliyeva ZZ. Pharmacoepidemiological analysis of antibacterial agents used in a provisional hospital in Aktobe, Kazakhstan, in the context of COVID-19: a comparison with the pre-pandemic period. Antibiotics (Basel). 2023;12(11):1596. doi:10.3390/antibiotics12111596.
19 European Centre for Disease Prevention and Control. Antimicrobial resistance in the EU/EEA (EARS-Net): annual epidemiological report 2022. Stockholm: ECDC; 2023.
20 Akhmetova K, Makalkina L, Pivina L, Lim L, Aukenov N, Boranbayev K, et al. Trends in 'Watch' and 'Reserve' antibiotic use in primary care in Kazakhstan: the imperative for enhancing stewardship strategies. Antibiotics (Basel). 2025;14(10):963. doi:10.3390/antibiotics14100963.
21 Balapasheva AA, Smagulova GA, Mussina AZ, Dilmagambetov DS, Yermekbayeva KZ, Kelimberdiev MS, et al. Comparative assessment of antibacterial drugs used at the hospital level before and during COVID-19, according to the WHO AWaRe classification. Front Pharmacol. 2025;16:1642830. doi:10.3389/fphar.2025.1642830.
22 Food and Agriculture Organization of the United Nations, United Nations Environment Programme, World Health Organization, World Organisation for Animal Health. Tracking AMR country self-assessment survey (TrACSS): Kazakhstan [Internet]. [cited 2025 Oct 6]. Available from: https://new.amrcountryprogress.org/country/kazakhstan/responses/
23 Rawson TM, Wilson RC, Holmes A. Understanding the role of bacterial and fungal infection in COVID-19. Clin Microbiol Infect. 2021;27(1):9-11. doi:10.1016/j.cmi.2020.09.025.

24 Vaughn VM, Gandhi TN, Petty LA, Patel PK, Prescott HC, Malani AN, et al. Empiric antibacterial therapy and community-onset bacterial coinfection in patients hospitalized with COVID-19: a multi-hospital cohort study. Clin Infect Dis. 2021;72(10):e533-e541. doi:10.1093/cid/ciaa1239.
25 Weiner-Lastinger LM, Pattabiraman V, Konnor RY, Patel PR, Wong E, Xu SY, et al. The impact of coronavirus disease 2019 (COVID-19) on healthcare-associated infections in 2020: a summary of data reported to the National Healthcare Safety Network. Infect Control Hosp Epidemiol. 2022;43(1):12-25. doi:10.1017/ice.2021.362.
26 RECOVERY Collaborative Group. Azithromycin in patients admitted to hospital with COVID-19 (RECOVERY): a randomised, controlled, open-label, platform trial. Lancet. 2021;397(10274):605-612. doi:10.1016/S0140-6736(21)00149-5.
27 Davey P, Marwick CA, Scott CL, Charani E, McNeil K, Brown E, et al. Interventions to improve antibiotic prescribing practices for hospital inpatients. Cochrane Database Syst Rev. 2017;2(2):CD003543. doi:10.1002/14651858.CD003543.pub4.
28 Aabenhus R, Jensen JUS, Jørgensen KJ, Hróbjartsson A, Bjerrum L. Biomarkers as point-of-care tests to guide prescription of antibiotics in patients with acute respiratory infections in primary care. Cochrane Database Syst Rev. 2014;(11):CD010130. doi:10.1002/14651858.CD010130.pub2.
29 Food and Agriculture Organization of the United Nations, United Nations Environment Programme, World Health Organization, World Organisation for Animal Health. One Health joint plan of action (2022-2026): working together for the health of humans, animals, plants and the environment. Rome: FAO; 2022. 86 p. doi:10.4060/cc2289en.

ДЕКЛАРАЦИЯЛАР

Этикалық мақұлдау және зерттеуге қатысуға келісім

Шолу тек жарияланған жинақталған деректерге негізделді және пациенттермен немесе зерттеуге қатысушылармен тікелей өзара әрекеттесуді, биологиялық материалды пайдалануды немесе дербес деректерді өңдеуді көздеген жоқ. Осыған байланысты жергілікті этика комитетінің мақұлдауы және ақпараттандырылған келісім алу талап етілмеді.

Жариялауға келісім

Қолданылмайды.

Қауіпсіздік

Авторлар клиникалық араласу жүргізген жоқ. Қолжазбада қауіпсіздік мәселелері антибиотиктерді негізсіз қолданудан туындайтын селективті қысым, Reserve препараттарының тиімділігін жоғалту қаупі, медициналық көмек көрсетуге байланысты инфекциялар және инфекциялық бақылаудың ұйымдастырушылық шектеулері тұрғысынан талданды.

Мүдделер қақтығысы

Авторлар жариялауды талап ететін мүдделер қақтығысының жоқ екенін мәлімдейді.

Қаржыландыру

Зерттеу мемлекеттік, коммерциялық немесе коммерциялық емес ұйымдардан мақсатты қаржыландыру алған жоқ.

Деректердің қолжетімділігі

Нарративтік синтез үшін пайдаланылған барлық деректер мақала мәтінінде және сілтеме жасалған жарияланымдарда қамтылған. Осы шолу аясында бастапқы деректердің жеке жалпыға қолжетімді жиынтығы жасалған жоқ.

Авторлардың үлесі:

Ш.М. Мойынбаева - зерттеу тұжырымдамасын әзірлеу; әдіснама; зерттеу жүргізу; деректерді басқару; формалды талдау; қолжазбаның бастапқы нұсқасын дайындау; қолжазбаны қайта қарау және редакциялау.

Ә. Атымтайқызы - әдіснама; зерттеу жүргізу; деректерді басқару; формалды талдау; қолжазбаның бастапқы нұсқасын дайындау.

А.М. Асан - әдіснама; нәтижелерді валидациялау; ғылыми жетекшілік; қолжазбаны қайта қарау және редакциялау.
А.М. Анарбек - зерттеу жүргізу; деректерді басқару; визуализация; қолжазбаны қайта қарау және редакциялау.
Барлық авторлар қолжазбаның соңғы нұсқасын оқып, мақұлдады және жұмыстың барлық аспектілері үшін жауапкершілік алуға келісті.

ДЕКЛАРАЦИИ

Этическое одобрение и согласие на участие

Обзор основан исключительно на опубликованных агрегированных данных и не предусматривал взаимодействия с пациентами или участниками исследований, использования биологического материала либо обработки персональных данных. В связи с этим одобрение локального этического комитета и получение информированного согласия не требовались.

Безопасность

Авторы не проводили клинических вмешательств. Вопросы безопасности анализировались с учетом селективного давления при необоснованном применении антибиотиков, риска утраты эффективности препаратов категории Reserve, инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, и организационных ограничений инфекционного контроля.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия.

Финансирование

Исследование не получало целевого финансирования со стороны государственных, коммерческих или некоммерческих организаций.

Доступность данных

Все данные, использованные для нарративного синтеза, содержатся в тексте статьи и цитируемых публикациях. Отдельный общедоступный набор первичных данных в рамках настоящего обзора не создавался.

Вклад авторов

Ш.М. Мойынбаева - разработка концепции исследования; методология; проведение исследования; курирование данных; формальный анализ; подготовка первоначального варианта рукописи; рецензирование и редактирование рукописи.
А. Атымтайкызы - методология; проведение исследования; курирование данных; формальный анализ; подготовка первоначального варианта рукописи.
А.М. Асан - методология; валидация; научное руководство; рецензирование и редактирование рукописи.
А.М. Анарбек - проведение исследования; курирование данных; визуализация; рецензирование и редактирование рукописи.
Все авторы прочитали и одобрили окончательную версию рукописи и согласились нести ответственность за все аспекты работы.

DECLARATIONS

Ethics approval and consent to participate

This review was based exclusively on published aggregate data and did not involve direct interaction with patients or research participants, the use of biological materials, or the processing of personal data. Therefore, local ethics committee approval and informed consent were not required.

Consent for publication

Not applicable.

Safety considerations
The authors conducted no clinical interventions. Safety was analyzed in terms of selection pressure from inappropriate antibiotic use, the risk of losing the effectiveness of Reserve agents, healthcare-associated infections, and organizational limitations of infection prevention and control.

Conflict of interest
The authors declare no conflicts of interest requiring disclosure.

Funding
This study received no targeted funding from governmental, commercial, or nonprofit organizations.

Data availability
All data used in the narrative synthesis are contained in the manuscript and the cited publications. No separate publicly available primary dataset was generated for this review.

Author contributions:
Sh.M. Moiynbayeva - Conceptualization; Methodology; Investigation; Data curation; Formal analysis; Writing - original draft; Writing - review and editing.
A. Atymtaikyzy - Methodology; Investigation; Data curation; Formal analysis; Writing - original draft.
A.M. Asan - Methodology; Validation; Supervision; Writing - review and editing.
A.M. Anarbek - Investigation; Data curation; Visualization; Writing - review and editing.
All authors read and approved the final version of the manuscript and agreed to be accountable for all aspects of the work.

Авторлар туралы мәліметтер:
Әсем Атымтайқызы - «Қоғамдық денсаулық сақтау жоғары мектебі» Қазақстан медицина университетінің 1-курс магистранты, Алматы, Қазақстан; e-mail: atymtaiqyzy@gmail.com; тел.: +7 707 157 7273; ORCID: 0009-0001-1008-6819. Хат-хабар алмасуға жауапты автор.
Шарапат Марқашқызы Мойынбаева - PhD, PostDoc, «Қоғамдық денсаулық сақтау жоғары мектебі» Қазақстан медицина университетінің Ғылым және консалтинг департаментінің директоры, Алматы, Қазақстан; e-mail: sh.moiynbayeva@ksph.kz; ORCID: 0000-0003-1720-5064.
Маздақ Асқарұлы Асан - «Қоғамдық денсаулық сақтау жоғары мектебі» Қазақстан медицина университетінің 1-курс магистранты, Алматы, Қазақстан; e-mail: assenmazdaq@mail.ru; тел.: +7 708 670 1097; ORCID: 0000-0001-8795-7670.
Асқар Мұратәліұлы Анарбек - «Қоғамдық денсаулық сақтау жоғары мектебі» Қазақстан медицина университетінің 1-курс магистранты, Алматы, Қазақстан; e-mail: askar.anarbek@mail.ru; тел.: +7 707 858 3175; ORCID: 0009-0003-8206-703X.

Сведения об авторах:
Атымтайкызы Асем - магистрант 1-го курса Казахстанского медицинского университета «Высшая школа общественного здравоохранения», Алматы, Казахстан; e-mail: atymtaiqyzy@gmail.com; тел.: +7 707 157 7273; ORCID: 0009-0001-1008-6819. Автор, ответственный за корреспонденцию.
Мойынбаева Шарапат Маркашкызы - PhD, PostDoc, директор Департамента науки и консалтинга Казахстанского медицинского университета «Высшая школа общественного здравоохранения», Алматы, Казахстан; e-mail: sh.moiynbayeva@ksph.kz; ORCID: 0000-0003-1720-5064.
Асан Маздак Аскарулы - магистрант 1-го курса Казахстанского медицинского университета «Высшая школа общественного здравоохранения», Алматы, Казахстан; e-mail: assenmazdaq@mail.ru; тел.: +7 708 670 1097; ORCID: 0000-0001-8795-7670.

Анарбек Аскар Мураталиулы - магистрант 1-го курса Казахстанского медицинского университета «Высшая школа общественного здравоохранения», Алматы, Казахстан; e-mail: askar.anarbek@mail.ru; тел.: +7 707 858 3175; ORCID: 0009-0003-8206-703X.

Information about the authors

Assem Atymtaikyzy - first-year Master's student, Kazakhstan Medical University "Higher School of Public Health", Almaty, Kazakhstan; e-mail: atymtaiqyzy@gmail.com; tel.: +7 707 157 7273; ORCID: 0009-0001-1008-6819. Corresponding author.

Sharapat Markashkyzy Moiynbayeva - PhD, PostDoc, Director of the Department of Science and Consulting, Kazakhstan Medical University "Higher School of Public Health", Almaty, Kazakhstan; e-mail: sh.moiynbayeva@ksph.kz; ORCID: 0000-0003-1720-5064.

Mazdaq Askaruly Asan - first-year Master's student, Kazakhstan Medical University "Higher School of Public Health", Almaty, Kazakhstan; e-mail: assenmazdaq@mail.ru; tel.: +7 708 670 1097; ORCID: 0000-0001-8795-7670.

Askar Murataliuly Anarbek - first-year Master's student, Kazakhstan Medical University "Higher School of Public Health", Almaty, Kazakhstan; e-mail: askar.anarbek@mail.ru; tel.: +7 707 858 3175; ORCID: 0009-0003-8206-703X.

Мақала түсті: 20.02.2026
Мақала қабылданды: 02.03.2026
ӘОЖ: 614.2:616-08
DOI: 10.24412/1609-8692-2026-1-26-37
Мақала түрі: Құрылымдалған нарративтік шолу

ПАЦИЕНТТЕРДІ ТҮСТІК КОД БОЙЫНША МЕДИЦИНАЛЫҚ СҰРЫПТАУ (TRIAGE): ҚАБЫЛДАУ БӨЛІМІНДЕГІ СҰРЫПТАУ ЖЫЛДАМДЫҒЫ МЕН ПАЦИЕНТТЕРДІҢ БОЛУ ҰЗАҚТЫҒЫНА ӘСЕР ЕТЕТІН ФАКТОРЛАР

Мойынбаева Ш.М. [1], **Асан А.М.** [1]*, **Атымтайқызы Ә.** [1], **Анарбек А.М.** [1], **Каратаев М.М.** [2]
[1] *Қазақстандық медицина университеті «ҚДСЖМ», Алматы, Қазақстан*
[2] *И.К. Ахунбаев атындағы Қырғыз мемлекеттік медицина академиясы, Бішкек, Қырғызстан*
* *Хат-хабар алмасуға жауапты автор*

Кіріспе. Шұғыл медициналық көмек бөлімдерінің шамадан тыс жүктелуі күту уақытының ұзаруымен, диагностика мен емнің кешігуімен және пациент қауіпсіздігіне қауіптің артуымен байланысты. Триаж пациенттерді шұғылдық дәрежесіне қарай басымдықпен сұрыптаудың негізгі механизмі болып табылады, алайда оның нәтижелілігі клиникалық, ұйымдастырушылық және технологиялық жағдайларға тәуелді.
Мақсаты. 2021–2026 жылдардағы заманауи жарияланымдарды талдау негізінде қабылдау бөлімдеріндегі триаж тиімділігі мен сұрыптау жылдамдығына әсер ететін факторларды анықтау және олардың шамадан тыс жүктелумен, пациенттердің болу ұзақтығымен және қауіпсіздік нәтижелерімен байланысын сипаттау.
Материалдар мен әдістер. PubMed, Scopus, Cochrane Library және Google Scholar дерекқорларында құрылымдалған іздеу жүргізілген аналитикалық нарративтік шолу орындалды. Негізгі іздеу 2021–2026 жылдардағы жарияланымдарға бағытталды; тақырып үшін әдіснамалық маңызы бар жекелеген ертерек жұмыстар контекст ретінде сақталды. Түпнұсқа зерттеулер, жүйелі шолулар және мета-талдаулар енгізілді. Қорытынды сапалық синтезге 46 жарияланым кірді.
Нәтижелер. Триаж жылдамдығы мен пациенттердің болу ұзақтығына әсер ететін бес факторлар тобы анықталды: пациент сипаттамалары; уақыттық және экологиялық жағдайлар; ұйымдастырушылық ресурстар; диагностикалық-емдік үдерістер; түсу және маршрутизация тәсілі. Шамадан тыс жүктелу ұзақ болумен, кешігулермен және қолайсыз нәтижелермен байланысты болды. Машиналық оқыту мен үлкен тілдік модельдер шешімдерді қолдауға әлеуетті, бірақ қолда бар деректер оларды тәжірибелі маманның бағасын алмастырушы емес, қосымша құрал ретінде қарастыруды қолдайды.
Талқылау. Жинақталған деректер триаж нәтижелерін бір ғана шкала немесе алгоритм анықтамайтынын көрсетеді. Клиникалық бағалау сапасы кадрлық қамтамасыз етуге, төсек-орын қолжетімділігіне, консультациялар мен зерттеулердің жылдамдығына, пациент ағынына және технологияларды қауіпсіз енгізуге тәуелді. Дәлелдердің басым бөлігі бақылаулық және әдіснамалық тұрғыдан әртекті болғандықтан, анықталған байланыстарды тікелей себеп-салдарлық әсер ретінде түсіндіруге болмайды.
Қорытынды. Триажды жетілдіру стандартталған алгоритмдерді, персоналды даярлауды, бөлім ішіндегі үдерістерді және аурухана деңгейіндегі өткізу қабілетін бір мезгілде оңтайландыруды талап етеді. Цифрлық шешімдер клиникалық шешім қабылдауды толықтыруы тиіс. Нәтижелер жергілікті контексте проспективті зерттеулер жүргізу және бірыңғай операциялық көрсеткіштерді енгізу қажеттігін көрсетеді.
Түйінді сөздер: шұғыл медициналық көмек; триаж; қабылдау бөлімі; шамадан тыс жүктелу; болу ұзақтығы; пациент қауіпсіздігі; машиналық оқыту; жасанды интеллект; медициналық қызмет сапасы.

СИСТЕМА МЕДИЦИНСКОЙ СОРТИРОВКИ ПАЦИЕНТОВ ПО ЦВЕТОВОМУ КОДУ (TRIAGE): ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СКОРОСТЬ СОРТИРОВКИ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПРЕБЫВАНИЯ В ОТДЕЛЕНИИ НЕОТЛОЖНОЙ ПОМОЩИ

Мойынбаева Ш.М. [1], **Асан А.М.** [1]*, **Атымтайқызы Ә.**[1], **Анарбек А.М.** [1], **Каратаев М.М.** [2]
[1] *Казахстанский медицинский университет «ВШОЗ», Алматы, Казахстан*
[2] *Кыргызская государственная медицинская академия имени И.К. Ахунбаева, Бишкек, Кыргызстан*
* *Автор, ответственный за корреспонденцию*

Введение. Перегрузка отделений неотложной помощи связана с увеличением времени ожидания, задержками диагностики и лечения и рисками для безопасности пациентов. Триаж является основным механизмом приоритетной сортировки по срочности, однако его результативность зависит от клинических, организационных и технологических условий.

Цель. На основании публикаций 2021–2026 гг. определить факторы, влияющие на эффективность и скорость триажа в отделениях неотложной помощи, и охарактеризовать их связь с перегрузкой, продолжительностью пребывания и показателями безопасности.
Материалы и методы. Выполнен структурированный нарративный обзор с поиском в PubMed, Scopus, Cochrane Library и Google Scholar. Основной поиск охватывал публикации 2021–2026 гг.; отдельные более ранние методологически значимые работы сохранены для контекста. Включали оригинальные исследования, систематические обзоры и метаанализы. В итоговый качественный синтез вошло 46 публикаций.
Результаты. Выделены пять групп факторов: характеристики пациента; временные и средовые условия; организационные ресурсы; диагностико-лечебные процессы; способ поступления и маршрутизация. Перегрузка была связана с увеличением продолжительности пребывания, задержками и неблагоприятными исходами. Модели машинного обучения и большие языковые модели имеют потенциал поддержки решений, но имеющиеся данные не позволяют рассматривать их как замену экспертной оценке подготовленного медицинского персонала.
Обсуждение. Результаты показывают, что эффективность триажа не определяется одной шкалой или алгоритмом. Она зависит от кадрового обеспечения, доступности коек, своевременности консультаций и исследований, управления потоком пациентов и безопасного внедрения технологий. Из-за преобладания наблюдательных и методологически неоднородных исследований выявленные связи не следует интерпретировать как доказанные причинные эффекты.
Заключение. Совершенствование триажа требует одновременной стандартизации алгоритмов, обучения персонала, оптимизации процессов внутри отделения и повышения пропускной способности стационара. Цифровые решения должны дополнять клиническое решение. Необходимы проспективные исследования и единые операционные показатели в локальном контексте.
Ключевые слова: неотложная медицинская помощь; триаж; отделение неотложной помощи; перегрузка; продолжительность пребывания; безопасность пациента; машинное обучение; искусственный интеллект; качество медицинской помощи.

COLOR-CODED MEDICAL TRIAGE OF PATIENTS: FACTORS ASSOCIATED WITH TRIAGE SPEED AND LENGTH OF STAY IN THE EMERGENCY DEPARTMENT

Moiynbayeva Sh.M. [1], Asan A.M. [1]*, Atymtaikyzy A. [1], Anarbek A.M. [1], Karataev M.M. [2]
[1] Kazakhstan Medical University "KSPH", Almaty, Kazakhstan
[2] I.K. Akhunbaev Kyrgyz State Medical Academy, Bishkek, Kyrgyzstan
** Corresponding author*

Introduction. Emergency department overcrowding is associated with prolonged waiting, delayed diagnosis and treatment, and patient-safety risks. Triage is the principal mechanism for prioritizing patients by urgency, but its performance depends on clinical, organizational, and technological conditions.
Objective. To identify factors associated with triage efficiency and speed in emergency departments and to describe their relationship with crowding, length of stay, and safety outcomes, based primarily on publications from 2021–2026.
Materials and Methods. A structured narrative review was conducted using PubMed, Scopus, the Cochrane Library, and Google Scholar. The main search focused on publications from 2021–2026; selected earlier methodologically relevant studies were retained for context. Original studies, systematic reviews, and meta-analyses were eligible. Forty-six publications were included in the qualitative synthesis.
Results. Five groups of factors were identified: patient characteristics; temporal and environmental conditions; organizational resources; diagnostic and treatment processes; and mode of arrival and routing. Crowding was associated with prolonged length of stay, delays, and adverse outcomes. Machine-learning and large-language models may support decisions, but current evidence favors their use as adjuncts rather than replacements for trained clinical assessment.
Discussion. Triage performance is not determined by a single scale or algorithm. It depends on staffing, bed availability, timely consultation and testing, patient-flow management, and safe technology implementation. Because the evidence is predominantly observational and methodologically heterogeneous, the reported associations should not be interpreted as established causal effects.
Conclusion. Improving triage requires simultaneous standardization of algorithms, workforce training, optimization of internal processes, and adequate hospital throughput. Digital tools should complement clinical judgment. Prospective local studies and standardized operational metrics are needed.
Keywords: emergency medical care; triage; emergency department; overcrowding; length of stay; patient safety; machine learning; artificial intelligence; healthcare quality.

Кіріспе

Жедел медициналық көмек денсаулық сақтау жүйесінің ажырамас құрамдас бөлігі және медициналық қызметтермен жалпыға бірдей қамтуды қамтамасыз етудің негізгі тетіктерінің бірі болып табылады [1,2].

Жедел көмек бөлімдерінің шамадан тыс жүктелуі пациенттердің болу ұзақтығының ұзаруымен және өлім-жітім қаупінің артуымен байланысты болуы мүмкін [3,4].

Догоспитальдық бағалау, пациентті тасымалдау немесе тасымалдамау туралы шешім және телефондық триаж стационарға түсетін ағынға әсер ететін маңызды буындар болып табылады [5,6]. Олар ресурстарды неғұрлым ұтымды бөлуге көмектіргенімен, қауіпсіз маршруттау мен кейінгі бақылаудың нақты критерийлерін талап етеді.

Жедел көмек бөлімдеріне жиі жүгіну және ауыр науқастардың жоғары үлесі пациент ағынын күрделендіріп, бөлімде болу ұзақтығын арттыруы мүмкін [7,8]. Осыған байланысты пациент жағдайының нашарлау белгілерін уақтылы анықтау және шұғылдықты дұрыс бағалау пациент қауіпсіздігінің негізгі шарттарының бірі болып қала береді.

Триаж пациенттерді медициналық көмектің шұғылдылық дәрежесіне қарай бастапқы сұрыптау үдерісі ретінде стандартталған жүйелермен және клиникалық бағалаумен жүзеге асырылады. Ресурстары шектеулі ортаға бейімделген жүйелер, терең оқыпу және машиналық оқыту модельдері триажды қолдаудың әртүрлі тәсілдерін ұсынады [9–11]. Алайда олардың нәтижелілігі деректер сапасына, сыртқы валидацияға және клиникалық жұмыс үдерісіне дұрыс енгізілуіне тәуелді.

Соңғы жылдары жедел медициналық көмек бөлімдерінің шамадан тыс жүктелуі жүйелік сипатқа ие болды. Жүктемені өлшеу индекстері мен бір орталықты зерттеулер сұраныс пен қолда бар ресурстар арасындағы теңгерімсіздіктің күту уақытын және емдеу үдерісін қиындататынын көрсетеді [12,13]. Сондықтан пациенттерді сұрыптау жылдамдығына және олардың жедел медициналық көмек бөлімдерінде болу ұзақтығына әсер ететін факторларды талдау ерекше өзектілікке ие.

Зерттеудің мақсаты – жедел медициналық көмек көрсету кезінде триаж жылдамдығына және пациенттердің бөлімшеде болу ұзақтығына әсер ететін факторларға арналған заманауи әдеби деректерді, негізінен 2021–2026 жылдардағы жарияланымдарды талдау.

Ғылыми жаңалығы

Бұл шолудың ғылыми жаңалығы клиникалық ауырлық, уақыттық жағдайлар, кадрлық және төсек-орын ресурстары, диагностикалық үдерістер, маршрутизация және цифрлық шешімдер туралы деректерді триаж жылдамдығы мен бөлімде болу ұзақтығын түсіндіретін біртұтас құрылымға біріктіруінде. Жұмыс жаңа жиынтық әсер көрсеткішін есептеуге емес, дәлелдердегі қайталанатын заңдылықтарды, әдіснамалық шектеулерді және жедел көмек жүйесін басқаруға арналған практикалық бағыттарды анықтауға арналған.

Материалдар мен әдістер

Шолу дизайны

Жұмыс құрылымдалған іздеу элементтері бар аналитикалық нарративтік шолу форматында орындалды. Зерттеулердің дизайны, клиникалық ортасы, қолданылған триаж немесе жүктеме көрсеткіштері және нәтижелері айтарлықтай әртекті болғандықтан, статистикалық біріктіру жүргізілген жоқ; деректер тақырыптық сапалық синтез арқылы қорытындыланды.

Ақпарат көздері және іздеу стратегиясы

Ғылыми жарияланымдарды іздеу PubMed, Scopus, Cochrane Library және Google Scholar дерекқорларында жүргізілді. Негізгі назар 2021–2026 жылдардағы жарияланымдарға аударылды; тақырыптың операциялық және әдіснамалық негіздерін сипаттайтын жекелеген ертерек жұмыстар контекст ретінде сақталды. Іздеу барысында “triage”, “emergency department”, “length of stay”, “emergency overcrowding”, “patient safety”, “triage systems”, “START”, “SALT”, “MTS”, “machine learning” және “artificial intelligence in triage” терминдері мен олардың комбинациялары қолданылды.

Іріктеу критерийлері

Шолуға адамдарға жүргізілген түпнұсқа зерттеулер (ретроспективті, проспективті және когорттық), жүйелі шолулар мен мета-талдаулар енгізілді. Жарияланымдар жедел көмек бөліміндегі триаж, бөлімнің шамадан тыс жүктелуі, күту уақыты, болу ұзақтығы,

маршрутизация, кадрлық және диагностикалық факторлар, пациент қауіпсіздігі немесе цифрлық шешімдерді қолдау мәселелерінің кемінде бірін бағалауы тиіс болды. Триаж бен жедел көмек үдерістеріне қатысы жоқ жұмыстар, редакциялық материалдар, жеткілікті әдістемелік немесе нәтижелік деректері жоқ жарияланымдар және толық мәтіні бағалауға қолжетімсіз мақалалар шығарылды.

Жарияланымдарды іріктеу және деректерді синтездеу

Тақырыптар мен аннотациялар бастапқы сәйкестікке бағаланып, ықтимал релевантты материалдардың толық мәтіні қаралды. Әр жарияланымнан зерттеу ортасы мен дизайны, пациенттер немесе бөлім сипаттамалары, триаж және болу ұзақтығы көрсеткіштері, ұйымдастырушылық факторлар, негізгі ассоциациялар және әдіснамалық шектеулер ескерілді. Қорытынды сапалық талдауға 46 жарияланым енгізілді.

Негізгі және қосымша нәтижелер

Негізгі нәтижелер триажды өткізу уақытына немесе жылдамдығына және жедел көмек бөлімінде болу ұзақтығына байланысты факторлар болды. Қосымша нәтижелерге бөлімнің шамадан тыс жүктелуі, күту және диагностикалық-емдік кідірістер, госпитализация немесе ауыстыру, қайта жүгіну, қолайсыз оқиғалар, қысқа мерзімді немесе ауруханаішілік өлім-жітім, сондай-ақ цифрлық шешімдерді қолдау модельдерінің көрсеткіштері кірді.

Қауіпсіздік көрсеткіштері

Шолу интервенциялық зерттеу болып табылмайды және қатысушыларға тікелей әсер ету жүргізілген жоқ. Қауіпсіздік пациенттерге қатысты жарияланған нәтижелер — кідірістер, клиникалық нашарлау, қайта жүгіну, бөлімде ұзақ күту, қолайсыз оқиғалар және өлім-жітім — арқылы бағаланды.

Этикалық аспектілер

Жұмыс тек бұрын жарияланған агрегатталған деректерге негізделді, жаңа қатысушылар тартылған жоқ және дербес медициналық ақпарат өңделмеді. Сондықтан этикалық комитеттің мақұлдауы мен жаңа ақпараттандырылған келісім алу талап етілмеді.

Нәтижелер

Шолу материалдарының жалпы сипаттамасы

Енгізілген 46 жарияланымды талдау жедел медициналық көмек бөлімдерінде триаждың рөлі мен пациенттердің болу ұзақтығына әсер ететін факторлар туралы заманауи деректерді жүйелеуге мүмкіндік берді. Жұмыстар ретроспективті және проспективті бақылаулық зерттеулерді, ұлттық және көпорталықты талдауларды, жүйелі шолуларды, мета-талдауларды және цифрлық модельдерді валидациялау зерттеулерін қамтыды.

Триаж, шамадан тыс жүктелу және пациент ағыны

Шамадан тыс жүктелуді бағалайтын индекстер мен бөлім жұмысын талдау құралдары триаждың жылдамдығы пациенттер санына ғана емес, төсек-орын қолжетімділігіне, бөлімнің өткізу қабілетіне және пациент ағынының үйлестірілуіне тәуелді екенін көрсетті [14,15]. Болу ұзақтығын басқару жүйелері, жекелеген клиникалық жағдайлардағы нәтижелер және ұлттық деректер пациент пен ауруханасипаттамаларының кідірістер мен өлім-жітіммен байланысын сипаттайды [16–18].

Ресурстар тапшылығы жағдайында триаж ең ауыр пациенттерге басымдық беруді қамтамасыз етеді және жүйенің мүмкіндіктерін ұтымды пайдалануға мүмкіндік береді [19]. Шамадан тыс жүктелудің себептері мен оны азайту стратегияларын талдаған шолулар тиімділікті жақсарту үшін кіріс, ішкі үдеріс және шығару кезеңдеріне қатар әсер ету қажеттігін көрсетеді [20,21].

Емдеудің кешігуі, мейіргерлер тап болатын ұйымдастырушылық кедергілер және ұлттық деңгейдегі болу ұзақтығының динамикасы клиникалық шешімнің орындалуы бөлімнің операциялық жағдайына тәуелді екенін көрсетеді [22–24]. Әртүрлі елдердегі зерттеулер мен сапа стандарттары пациент сипаттамалары, медициналық ұйым ресурстары және

маршруттардың ұзақ болумен байланысын растайды [25–27].

Жедел көмек бөлімдерінің шамадан тыс жүктелуі қолайсыз нәтижелердің маңызды маркері болып қала береді. Зерттеулер бөлім жұмысының жеткіліксіз өткізу қабілетін ұзақ болумен, диагностикадағы кідірістермен, персонал қабылдайтын жүктеменің артуымен және медициналық көмек сапасының төмендеуімен байланыстырды [28–30].

Болу ұзақтығына әсер ететін факторлардың негізгі топтары

Жарияланымдарды талдау болу ұзақтығына әсер ететін факторлардың бес тобын анықтауға мүмкіндік берді. Бірінші топқа пациент сипаттамалары жатады: егде жас, жоғары коморбидтілік, ауыр клиникалық жағдай, симптомдардың ұзақтығы және қатар жүретін аурулар [29,30]. Екінші топ уақыттық және экологиялық факторлармен байланысты: түнгі ауысымдар, демалыс және мереке күндері, маусымдық ауытқулар және бөлімнің жалпы жүктемесі [28].

Үшінші топ ұйымдастырушылық сипаттамаларды қамтиды: медициналық ұйым деңгейі, кадрлық қамтамасыз ету, пациенттер мен медицина қызметкерлерінің арақатынасы, консультациялардың кешігуі және төсек-орын қорының қолжетімділігі [29]. Төртінші топ диагностикалық-емдік үдерістермен байланысты: зертханалық және аспаптық зерттеулер көлемі, компьютерлік томография қажеттілігі, нәтижелерді күту және бейінді мамандардың қатысуы [30]. Бесінші топ пациенттің түсу тәсілімен анықталады: жедел жәрдеммен жеткізілген немесе басқа мекемеден ауыстырылған пациенттер жағдайының ауырлығына және кеңейтілген диагностика қажеттілігіне байланысты бөлімде ұзақ болуы мүмкін [29].

Ұзақ болу мәселесін зерттеген жүйелі шолу, ұлттық және бір орталықты талдаулар пациент факторлары мен ұйымдық кедергілердің өзара әрекеттесетінін көрсетті [31–36]. Нәтижелер триаждың кешігуі мен болу ұзақтығының ұлғаюы көпфакторлы сипатта екенін және бір ғана көрсеткішпен түсіндірілмейтінін айқындайды.

Цифрлық шешімдерді қолдау

Адам мен жасанды интеллект бағасын салыстырған зерттеулер үлкен тілдік модельдер мен алгоритмдердің клиникалық шұғылдықты жіктеуге қабілетті екенін, бірақ олардың нәтижелері тапсырмаға, енгізілген деректерге және эталондық бағалауға тәуелді екенін көрсетті [37,38]. Сондықтан оларды автоматты алмастырушы емес, клиникалық шешімді қолдайтын және міндетті түрде валидацияланатын құрал ретінде қарастыру орынды.

Талқылау

Негізгі нәтижелер және интерпретация

Алынған деректер жедел медициналық көмек бөлімдерінің тиімділігі тек пациенттердің клиникалық ауырлығымен ғана емес, жалпы денсаулық сақтау жүйесінің ұйымдастырушылық құрылымымен анықталатынын көрсетеді. Бөлімнен қарқынды терапия бөліміне ауыстыру уақыты мен нәтижелер арасындағы байланыс аурухана ішіндегі маршруттың триаждан кейін де пациент қауіпсіздігі үшін маңызды екенін көрсетеді [39]. Операциялық тұрғыдан болу ұзақтығы кіріс көлемі, диагностикалық цикл, консультация және төсек-орынға шығару кезеңдерінің жиынтық нәтижесі болып табылады [40].

Шамадан тыс жүктелуді түсіндіруге және алдын ала болжауға арналған түсіндірілетін машиналық оқыту модельдері ресурстарды алдын ала жоспарлауға мүмкіндік беруі мүмкін [41]. Дегенмен модельдің жоғары дискриминациялық көрсеткіші клиникалық пайданың автоматты дәлелі емес: сыртқы валидация, әділдік, деректердің толықтығы, жауапкершілік және жұмыс үдерісіне ықпалы бағалануы тиіс.

Балалар бөлімдеріндегі болу ұзақтығы туралы деректер клиникалық жас тобы мен жергілікті ресурстық жағдайдың нәтижелерге әсерін көрсетеді [42]. Шығарылғаннан кейінгі қайта жүгіну қаупі [43] және бөлімде госпитализацияны күтіп ұзақ қалудың клиникалық нәтижелері [44] болу ұзақтығын тек операциялық көрсеткіш емес, пациент қауіпсіздігімен байланысты

маркер ретінде қарастыру қажеттігін күшейтеді.

Практикалық маңызы

Триажды оңтайландыру стандартталған сұрыптау алгоритмдерін, қызметкерлердің тұрақты даярлығын және клиникалық шешімнен кейінгі маршрутты жеделдетуді қатар қамтуы тиіс. Ауыр пациенттерді жедел көмек бөлімінен қарқынды терапия бөліміне уақтылы ауыстыру [45], төсек-орын ағынын басқару және көпкомпонентті араласулар туралы жинақталған дәлелдер [46] бөлім ішіндегі өзгерістер аурухана деңгейіндегі өткізу қабілетімен үйлескенде ғана тұрақты нәтиже беретінін көрсетеді.

Догоспитальдық және қашықтан триаж стационарға негізсіз тасымалдауды азайтуы мүмкін, бірақ нақты қауіпсіздік критерийлерін, қайта байланысу механизмдерін және сапа аудитін талап етеді. Цифрлық құралдар шешім қабылдауды жылдамдатуға көмектіргенімен, клиникалық жауапкершілік пен күрделі жағдайларды бағалау дайындалған медицина қызметкерінде қалуы тиіс.

Күшті жақтары мен шектеулері

Шолудың күшті жақтарына төрт ақпарат көзін қамту, заманауи жарияланымдарға басымдық беру және клиникалық, уақыттық, ұйымдастырушылық, диагностикалық, маршруттық және технологиялық факторларды бір құрылымда талдау жатады. Сонымен бірге бұл жұмыс жүйелі шолу немесе мета-талдау емес. Хаттама алдын ала тіркелмеген, дерекқорларға арналған толық іздеу жолдары мен іздеу нәтижелерінің барлық кезеңдік сандары бастапқы қолжазбада сақталмаған, ал барлық дизайндарға бірыңғай формалды сапа немесе жүйелік қателік құралы қолданылмаған.

Google Scholar іздеуі толық қайталанымды болмауы мүмкін. Енгізілген зерттеулер популяция, триаж жүйесі, бөлім құрылымы, болу ұзақтығының анықтамасы және нәтижелер бойынша айтарлықтай әртекті болды. Бастапқы зерттеулер мен екінші реттік шолуларды қатар қарастыру дәлелдердің ішінара қайталануына әкелуі мүмкін. Көптеген жұмыстар бақылаулық болғандықтан, ауырлық, бөлім ресурстары және басқа аралас факторлар анықталған ассоциацияларды түсіндіруі ықтимал. Қазақстан мен Орталық Азияға қатысты деректердің шектеулілігі нәтижелерді жергілікті жүйеге тікелей көшіруге мүмкіндік бермейді.

Осы шектеулерді ескере отырып, нәтижелер нақты бір триаж шкаласының артықшылығын дәлелдемейді және себеп-салдарлық қорытынды жасауға арналмаған. Олар бөлім жұмысын бағалау үшін клиникалық шұғылдықпен қатар күту уақыты, консультация мен зерттеу кідірісі, төсекке орналастыру, қайта жүгіну және қауіпсіздік нәтижелерін бірлесіп бақылау қажеттігін көрсетеді.

Қорытынды

Қазіргі әдеби деректерді талдау триаждың жедел медициналық көмекті ұйымдастырудың негізгі элементі және пациент қауіпсіздігін қамтамасыз етудің маңызды құралы екенін көрсетеді. Сұрыптау тиімділігі диагностика уақтылығымен, пациенттерді маршрутизациялаумен және клиникалық нәтижелермен байланысты.

Жедел көмек бөлімінде пациенттердің болу ұзақтығы жүйенің жұмыс сапасының интегралды көрсеткіші болып табылады және клиникалық жағдайдың ауырлығымен қатар медициналық ұйымның ұйымдастырушылық ерекшеліктерін көрсетеді. Болу уақытының ұзаруы шамадан тыс жүктелумен, өткізу қабілетінің төмендеуімен және қолайсыз нәтижелер қаупімен байланысты.

Триаж жылдамдығына және болу ұзақтығына әсер ететін факторлар көпдеңгейлі сипатқа ие: пациенттің клиникалық ерекшеліктері, уақыттық және маусымдық жағдайлар, кадрлық және төсек-орын ресурстары, диагностикалық үдерістер және маршрутизация. Сондықтан бір ғана сұрыптау шкаласын енгізу жүйелік кедергілерді жоймайды.

Триаж алгоритмдерін стандарттау, медицина қызметкерлерінің біліктілігін арттыру, бөлім ішіндегі үдерістерді

оңтайландыру, аурухана деңгейіндегі пациент ағынын басқару және шешім қабылдауды қолдайтын технологияларды сақтықпен енгізу жедел медициналық көмек жүйесінің тиімділігі мен тұрақтылығын арттырудың басым бағыттары болып табылады.

Келесі зерттеулерде проспективті көпорталықты дизайн, біріздендірілген уақыт көрсеткіштері, нақты қауіпсіздік нәтижелері және цифрлық модельдердің сыртқы клиникалық валидациясы қолданылуы тиіс.

ӘДЕБИЕТТЕР / REFERENCES

1 Schell CO, Khalid K, Wharton-Smith A, et al. Essential emergency and critical care: a consensus among global clinical experts. BMJ Glob Health. 2021;6(9):e006585. doi: 10.1136/bmjgh-2021-006585.
2 Lindner G, Woitok BK. Emergency department overcrowding: analysis and strategies to manage an international phenomenon. Wien Klin Wochenschr. 2021;133(5–6):229–33. doi: 10.1007/s00508-019-01596-7.
3 Al-Qahtani MF, Khubrani FY. Exploring potential association between emergency department crowding status and patients' length of stay at a university hospital in Saudi Arabia. Open Access Emerg Med. 2021;13:257–63. doi: 10.2147/OAEM.S305885.
4 Af Ugglas B, Lindmarker P, Ekelund U, Järv T, Holzmann MJ. Emergency department crowding and mortality in 14 Swedish emergency departments: a cohort study using the Swedish Emergency Department Registry (SVAR). PLoS One. 2021;16(3):e0247881. doi: 10.1371/journal.pone.0247881.
5 Malm F, Elfström A, Olsson-Nevo E, Höglund E. Time consumption in prehospital emergency care for non-conveyed patients: a prospective descriptive and comparative study. PLoS One. 2021;16(5):e0251686. doi: 10.1371/journal.pone.0251686.
6 Thierrin S, Augsburger A, Dami F, Monney S, Stalder P, Clair C. Effect of a telephone triage service for patients with non-critical emergencies in Switzerland: a cross-sectional study. PLoS One. 2021;16(4):e0249287. doi: 10.1371/journal.pone.0249287.
7 Al-Surimi K, Yenugadhati N, Shaheen N, Althagafi M, Alsalamah M. Epidemiology of frequent visits to the emergency department at a tertiary care hospital in Saudi Arabia: rate, visitors' characteristics, and associated factors. Int J Gen Med. 2021;14:909–21. doi: 10.2147/IJGM.S299531.
8 Yang Z, Song K, Lin H, Li C, Ding N. Factors associated with emergency department length of stay in critically ill patients: a single-center retrospective study. Med Sci Monit. 2021;27:e931286. doi: 10.12659/MSM.931286.
9 Mashao MM, Hlongwane L, Makhudwana T, et al. A triage system for resource-limited settings: a systematic review of the literature. Afr J Emerg Med. 2021;11(2):281–6. doi: 10.1016/j.afjem.2021.02.002.
10 Yao H, Yang L, Tang X, et al. Development and validation of a deep-learning model for triage of emergency department patients. JMIR Med Inform. 2021;9(4):e27008. doi: 10.2196/27008.
11 Gao Z, Qi X, Zhang X, et al. Developing and validating an emergency triage model using machine learning algorithms with medical big data. Risk Manag Healthc Policy. 2022;15:1545–51. doi: 10.2147/RMHP.S355176.
12 Badr S, Nyce A, Awan T, Cortes D, Mowdawalla C, Rachoin JS. Measures of emergency department crowding: a systematic review. Open Access Emerg Med. 2022;14:5–14. doi: 10.2147/OAEM.S338079.
13 Improta G, Majolo M, Raiola E, Russo G, Longo G, Triassi M. A case study to investigate the impact of overcrowding indices in emergency departments. BMC Emerg Med. 2022;22(1):143. doi: 10.1186/s12873-022-00703-8.

14 Colella Y, Di Laura D, Borrelli A, Triassi M, Amato F, Improta G. Overcrowding analysis in emergency department through indexes: a single-center study. BMC Emerg Med. 2022;22(1):181. doi: 10.1186/s12873-022-00735-0.
15 Savioli G, Ceresa IF, Gri N, et al. Emergency department overcrowding: understanding the factors to find corresponding solutions. J Pers Med. 2022;12(2):279. doi: 10.3390/jpm12020279.
16 Kim YE, Lee HY. The effects of an emergency department length-of-stay management system on severely ill patients' treatment outcomes. BMC Emerg Med. 2022;22(1):204. doi: 10.1186/s12873-022-00760-z.
17 Huang Y, et al. Emergency department crowding negatively influences outcomes for adults presenting with asthma: a population-based retrospective cohort study. BMC Emerg Med. 2022;22(1):209. doi: 10.1186/s12873-022-00766-7.
18 Lee KS, Min HS, Moon JY, et al. Patient and hospital characteristics predict prolonged emergency department length of stay and in-hospital mortality: a nationwide analysis in Korea. BMC Emerg Med. 2022;22(1):183. doi: 10.1186/s12873-022-00745-y.
19 Fekadu G, Lamesa A, Mussa I, et al. Length of stay and associated factors among adults attending an emergency department: Eastern Ethiopia. SAGE Open Med. 2022;10:20503121221116867. doi: 10.1177/20503121221116867.
20 Sartini M, Carbone A, Demartini A, et al. Overcrowding in emergency department: causes, consequences, and solutions—a narrative review. Healthcare (Basel). 2022;10(9):1625. doi: 10.3390/healthcare10091625.
21 Maninchedda M, Proia AS, Bianco L, Aromatario M, Orsi GB, Napoli C. Control strategies to reduce overcrowding in emergency departments: systematic review. Risk Manag Healthc Policy. 2023;16:255–66. doi: 10.2147/RMHP.S399045.
22 Darraj A, Hudays A, Hazazi A, Hobani A, Alghamdi A. ED overcrowding and delay in treatment: a systematic review. Healthcare (Basel). 2023;11(3):385. doi: 10.3390/healthcare11030385.
23 Al-Ghabeesh SH, Thabet A, Rayan A, Abu-Snieneh HM. Challenges facing emergency department nurses in Jordan: a qualitative study. Heliyon. 2023;9(3):e14141. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e14141.
24 Alharbi AA, Mukhaiya M, Alkhudairi R, et al. ED length-of-stay dynamics in Saudi Arabia: nationwide surveillance data analysis. Front Public Health. 2023;11:1265707. doi: 10.3389/fpubh.2023.1265707.
25 Belayneh AG, Temachu YZ, Messelu MA, Gebrie MH. Prolonged emergency department length of stay and associated factors in Northwest Ethiopia. BMC Emerg Med. 2023;23(1):34. doi: 10.1186/s12873-023-00804-y.
26 Alanzi F, Alosaimi A, Alsafar A, et al. Factors associated with emergency department length of stay among critically ill patients. Int J Med Dev Ctries. 2023;7:496–503. doi: 10.24911/IJMDC.51-1677618629.
27 Bani Odeh AA, Wallis LA, Hamdan M, Stassen W. Consensus-based quality standards for emergency departments in Palestine. BMJ Open Qual. 2024;13(1):e002598. doi: 10.1136/bmjoq-2023-002598.
28 Butun A, Kafdag EE, Gunduz H, et al. Emergency department overcrowding: causes and solutions. Emerg Crit Care Med. 2023. doi: 10.1097/EC9.0000000000000078.
29 Guerrero JG, et al. Perceived causes and effects of overcrowding among emergency department nurses: a multicenter study. Risk Manag Healthc Policy. 2024;17:973–82. doi: 10.2147/RMHP.S454925.
30 Getachew M, Musa I, Degefu N, et al. Emergency department overcrowding and associated factors in Eastern Ethiopia. Afr J Emerg Med. 2024;14(1):26–32. doi: 10.1016/j.afjem.2023.12.002.
31 Ayenew T, Gedfew M, Fetene MG, Telayneh AT, Adane F, Amlak BT, et al. Prolonged length of stay and associated factors among emergency department patients in Ethiopia: systematic review and meta-analysis. BMC Emerg Med. 2024;24(1):212. doi: 10.1186/s12873-024-01131-6.

32 Badheeb AM, Almutairi MA, Almakrami AH, et al. Factors affecting emergency department length of stay at a teaching hospital in Najran: a retrospective study. Cureus. 2024;16(7):e64684. doi: 10.7759/cureus.64684.
33 Kim M, Lee S, Choi M, et al. Factors that predict emergency department length of stay in analysis of national data. Clin Exp Emerg Med. 2025;12(1):35–46. doi: 10.15441/ceem.24.309.
34 Uzun N. Factors associated with prolonged emergency department length of stay before admission. J Acad Res Med. 2024;14(1):14–18. doi: 10.4274/jarem.galenos.2024.59244.
35 Alnahari A, Aakula A. Demographic factors and emergency department length of stay. PLoS One. 2024;19:e0298598. doi: 10.1371/journal.pone.0298598.
36 Zeleke TA, Nora VT, Denberu MT, et al. Length of stay and associated factors among pediatric emergency department patients in Ethiopia. BMC Emerg Med. 2024;24(1):170. doi: 10.1186/s12873-024-01089-5.
37 Zaboli A, Brigo F, Sibilio S, Mian M, Turcato G. Human intelligence versus ChatGPT: who performs better in correctly classifying patients in triage? Am J Emerg Med. 2024;79:44–47. doi: 10.1016/j.ajem.2024.02.008.
38 Williams CYK, Zack T, Miao BY, et al. Use of a large language model to assess clinical acuity of adults in the emergency department. JAMA Netw Open. 2024;7(5):e248895. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2024.8895.
39 van Herwerden MC, Groenland CNL, Termorshuizen F, Rietdijk WJR, Blokzijl F, Cleffken BI, et al. Emergency department triage, transfer times, and hospital mortality of patients admitted to the ICU: a retrospective replication and continuation study. Crit Care Med. 2024;52(12):1856–65. doi: 10.1097/CCM.0000000000006396.
40 Sarıyer G, Ataman MG, Kızıloğlu İ. Factors affecting length of stay in the emergency department: a research from an operational viewpoint. Int J Healthc Manag. 2020;13(2):173–82. doi: 10.1080/20479700.2018.1489992.
41 Nevanlinna P, Eidstø A, Ylä-Mattila J, Koivistoinen T, Oksala N, Kanniainen J, et al. Forecasting mortality-associated emergency department crowding using explainable machine learning. J Med Syst. 2025;49(1):9. doi: 10.1007/s10916-024-02137-0.
42 Melkamu N, Faris A, Yigezu M, et al. Pediatric emergency department length of stay and associated factors in Eastern Ethiopia. PLoS One. 2025;20(1):e0313146. doi: 10.1371/journal.pone.0313146.
43 Ylä-Mattila J, Eidstø A, Nevanlinna J, Huhtala H, Koivistoinen T, Mustajoki S. The effect of emergency department occupancy on the revisitation rate within seven days among patients discharged by triage. BMC Emerg Med. 2025;25(1):157. doi: 10.1186/s12873-025-01315-8.
44 Htet NN, Walker JA, Jafari D, Rech MA, Hintze T, Moran M, et al. Outcomes of boarding critically ill patients in U.S. emergency departments: a systematic review and meta-analysis. Am J Emerg Med. 2025;99:339–47. doi: 10.1016/j.ajem.2025.10.036.
45 Özkaya S, Yurdakul MS. Impact of emergency department-to-intensive care unit transfer time on in-hospital mortality: a retrospective cohort study. Medicine (Baltimore). 2025;104(51):e46724. doi: 10.1097/MD.0000000000046724.
46 Santos E, Brito AC, Fonseca L, Figueiredo M, Esteves M, Santos D. Interventions to reduce overcrowding in emergency departments: an umbrella review. Int Emerg Nurs. 2026:101729. doi: 10.1016/j.ienj.2025.101729.

Этикалық мақұлдау және қатысуға келісім. Қолданылмайды: шолу тек бұрын жарияланған деректерге негізделген, жаңа қатысушылар тартылған жоқ және дербес деректер өңделмеді.
Жариялауға келісім. Қолданылмайды.
Мүдделер қақтығысы. Авторлар мүдделер қақтығысының жоқ екенін мәлімдейді.
Қаржыландыру. Зерттеу сыртқы қаржыландыру алған жоқ.

Деректердің қолжетімділігі. Шолуда талданған барлық деректер сілтеме жасалған жарияланымдарда берілген; жаңа бастапқы деректер жиынтығы жасалған жоқ.

Этическое одобрение и согласие на участие. Не применимо: обзор основан исключительно на ранее опубликованных данных; новые участники не привлекались, персональные данные не обрабатывались.
Согласие на публикацию. Не применимо.
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Финансирование. Исследование не получало внешнего финансирования.
Доступность данных. Все данные, проанализированные в обзоре, содержатся в цитируемых публикациях; новый первичный набор данных не создавался.

Ethics approval and consent to participate. Not applicable. This review used only previously published data; no new participants were recruited and no personal data were processed.
Consent for publication. Not applicable.
Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interest.
Funding. No external funding was received for this work.
Data availability. All data analyzed in this review are contained in the cited publications; no new primary dataset was generated.

Авторлардың үлесі:
Ш.М. Мойынбаева - тұжырымдамалау; әдіснама; ғылыми жетекшілік; қолжазбаның бастапқы нұсқасын дайындау; қолжазбаны қайта қарау және редакциялау.
М.М. Каратаев - тұжырымдамалау; әдіснама; валидация; ғылыми жетекшілік; қолжазбаны қайта қарау және редакциялау.
А.М. Асан - әдіснама; әдебиеттерді іздеу; деректерді басқару; формалды талдау; қолжазбаның бастапқы нұсқасын дайындау.
А.М. Анарбек - әдіснама; валидация; формалды талдау; қолжазбаны қайта қарау және редакциялау.
Ә. Атымтайқызы - әдебиеттерді іздеу және талдау; деректерді басқару; визуализация; қолжазбаны қайта қарау және редакциялау.
Барлық авторлар қолжазбаның соңғы нұсқасын оқып, мақұлдады және жұмыстың тұтастығына жауап береді.

Вклад авторов:
Ш.М. Мойынбаева - концептуализация; методология; научное руководство; подготовка первоначального варианта рукописи; рецензирование и редактирование.
М.М. Каратаев - концептуализация; методология; валидация; научное руководство; рецензирование и редактирование.
А.М. Асан - методология; поиск литературы; курирование данных; формальный анализ; подготовка первоначального варианта рукописи.
А.М. Анарбек - методология; валидация; формальный анализ; рецензирование и редактирование.
Ә. Атымтайқызы - поиск и анализ литературы; курирование данных; визуализация; рецензирование и редактирование.
Все авторы прочитали и одобрили окончательную версию рукописи и несут ответственность за целостность работы.

Author Contributions:
Sh.M. Moiynbayeva - Conceptualization; Methodology; Supervision; Writing - original draft; Writing - review and editing.
M.M. Karataev - Conceptualization; Methodology; Validation; Supervision; Writing - review and editing.
A.M. Asan - Methodology; Literature search; Data curation; Formal analysis; Writing - original draft.
A.M. Anarbek - Methodology; Validation; Formal analysis; Writing - review and editing.
A. Atymtaikyzy - Literature search and analysis; Data curation; Visualization; Writing - review and editing.
All authors read and approved the final manuscript and accept responsibility for the integrity of the work.

Авторлар туралы ақпарат:
Асан Маздақ Асқаруұлы - 1-курс магистранты, Қазақстандық медицина университеті «ҚДСЖМ», Алматы, Қазақстан; e-mail: assanmazdaq@mail.ru; тел.: +7 708 670 1097; ORCID: 0000-0001-8795-7670. Хат-хабар алмасуға жауапты автор.
Мойынбаева Шарапат Марқашқызы - PhD, PostDoc, Қазақстандық медицина университеті «ҚДСЖМ» Ғылым және консалтинг департаментінің директоры, Алматы, Қазақстан; e-mail: sh.moiynbayeva@ksph.kz; ORCID: 0000-0003-1720-5064.
Атымтайқызы Әсем - 1-курс магистранты, Қазақстандық медицина университеті «ҚДСЖМ», Алматы, Қазақстан; e-mail: atymtaiqyzy@gmail.com; тел.: +7 707 157 7273; ORCID: 0009-0001-1008-6819.
Анарбек Асқар Мұратәліұлы - 1-курс магистранты, Қазақстандық медицина университеті «ҚДСЖМ», Алматы, Қазақстан; e-mail: askar.anarbek@mail.ru; тел.: +7 707 858 3175; ORCID: 0009-0003-8206-703X.
Қаратаев Мадамин Мұсаұлы - медицина ғылымдарының докторы, профессор, И.К. Ахунбаев атындағы Қырғыз мемлекеттік медицина академиясы, Бішкек, Қырғызстан; e-mail: karataev_62@mail.ru; тел.: +996 556 557 012; ORCID: 0000-0002-6424-6283.

Информация об авторах:
Асан Маздак Аскарович - магистрант 1 курса, Казахстанский медицинский университет «ВШОЗ», Алматы, Казахстан; e-mail: assanmazdaq@mail.ru; тел.: +7 708 670 1097; ORCID: 0000-0001-8795-7670. Автор для корреспонденции.
Мойынбаева Шарапат Маркашевна - PhD, PostDoc, директор Департамента науки и консалтинга Казахстанского медицинского университета «ВШОЗ», Алматы, Казахстан; e-mail: sh.moiynbayeva@ksph.kz; ORCID: 0000-0003-1720-5064.
Атымтайкызы Асем - магистрант 1 курса, Казахстанский медицинский университет «ВШОЗ», Алматы, Казахстан; e-mail: atymtaiqyzy@gmail.com; тел.: +7 707 157 7273; ORCID: 0009-0001-1008-6819.
Анарбек Аскар Мураталиевич - магистрант 1 курса, Казахстанский медицинский университет «ВШОЗ», Алматы, Казахстан; e-mail: askar.anarbek@mail.ru; тел.: +7 707 858 3175; ORCID: 0009-0003-8206-703X.
Каратаев Мадамин Мусаевич - доктор медицинских наук, профессор, Кыргызская государственная медицинская академия имени И.К. Ахунбаева, Бишкек, Кыргызстан; e-mail: karataev_62@mail.ru; тел.: +996 556 557 012; ORCID: 0000-0002-6424-6283.

Information about the Authors:
Asan Mazdaq Askaruly - first-year Master's student, Kazakhstan Medical University "KSPH", Almaty, Kazakhstan; e-mail: assanmazdaq@mail.ru; tel.: +7 708 670 1097; ORCID: 0000-0001-8795-7670. Corresponding author.
Moiynbayeva Sharapat Markashkyzy - PhD, PostDoc, Director of the Department of Science and Consulting, Kazakhstan Medical University "KSPH", Almaty, Kazakhstan; e-mail: sh.moiynbayeva@ksph.kz; ORCID: 0000-0003-1720-5064.
Atymtaikyzy Assem - first-year Master's student, Kazakhstan Medical University "KSPH", Almaty, Kazakhstan; e-mail: atymtaiqyzy@gmail.com; tel.: +7 707 157 7273; ORCID: 0009-0001-1008-6819.
Anarbek Askar Murataliuly - first-year Master's student, Kazakhstan Medical University "KSPH", Almaty, Kazakhstan; e-mail: askar.anarbek@mail.ru; tel.: +7 707 858 3175; ORCID: 0009-0003-8206-703X.
Karataev Madamin Musaevich - Doctor of Medical Sciences, Professor, I.K. Akhunbaev Kyrgyz State Medical Academy, Bishkek, Kyrgyzstan; e-mail: karataev_62@mail.ru; tel.: +996 556 557 012; ORCID: 0000-0002-6424-6283.

Article received: 06.02.2026
Article accepted: 19.03.2026
Article type: Original Research
UDC: 614.2:614.44
IRSTI: 76.29.15; 76.29.41
DOI: 10.24412/1609-8692-2026-1-104-116

ASSESSMENT OF KNOWLEDGE AND PRACTICE OF INFECTION PREVENTION AND CONTROL AMONG NURSES IN A HOSPICE IN ALMATY, KAZAKHSTAN

Kataeva A.K.[1], Baymuratova M.A.[1], Alibayeva G.A.[2], Omarova A.A.[3], Saussanova D.Zh.[5], Abdukalikova D.B.[1], Toigombaeva V.S.[4]
[1]Kazakh Medical University "Higher School of Public Health" (KSPH), Almaty, Kazakhstan
[2]West Kazakhstan Higher Medical College LLP, Uralsk, Kazakhstan
[3]City Palliative Care Center, Public Health Department of Almaty, Almaty, Kazakhstan
[4]I.K. Akhunbaev Kyrgyz State Medical Academy, Bishkek, Kyrgyz Republic
[5]MSE on REM "City Polyclinic No. 17" of the Almaty PHD, Almaty, Kazakhstan.

Introduction. Infection safety is critical in palliative care settings, where nurses have frequent direct contact with patients and biological materials; adherence to standard precautions and personal protective measures is essential for staff and patient safety.
Objective. To assess hospice nurses' infection prevention and control (IPC) knowledge/awareness, self-reported practices, and resource availability, and to explore differences according to work experience.
Materials and Methods. A cross-sectional study was conducted among 32 nurses in a hospice in Almaty using an adapted version of the questionnaire developed by Tafere et al. (2024; PMCID: PMC10807260) [13]. The instrument was translated into Russian, contextually adapted for palliative/hospice care, and piloted with five nurses. It included 18 knowledge/IPC-awareness items, 15 self-reported practice items with dichotomous responses, and a resource-availability section. Descriptive statistics, the Mann–Whitney U test, Pearson's χ^2 test, and Fisher's exact test when appropriate were used.
Results. The mean knowledge/awareness score was 14.6/18; all participants scored at least 9/18, and no statistically significant difference in overall knowledge was reported between experience groups. Self-reported practice differed by experience: the median score was 11 (IQR 10–12) among nurses with ≤10 years of experience and 14 (IQR 13–15) among those with >10 years ($p < 0.001$). Item-level differences were not statistically significant. Alcohol-based hand rub, sharps containers, and color-coded waste bags were reported as available by all participants; regular IPC training was reported as provided by 28/32 nurses (87.5%), whereas 19/32 (59.4%) reported having completed IPC training within the previous 12 months.
Conclusion. A high knowledge/awareness score coexisted with lower self-reported adherence to several personal-protection practices among less experienced nurses. Targeted recurrent training, simulation-based reinforcement, and monitoring of standard precautions may strengthen staff safety and IPC performance.
Keywords: infection control; hospice care; nurses; standard precautions; personal protective equipment; occupational exposure.

АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНДАҒЫ ХОСПИС МЕДБИКЕЛЕРІНІҢ ИНФЕКЦИЯЛАРДЫҢ АЛДЫН АЛУ ЖӘНЕ БАҚЫЛАУ БОЙЫНША БІЛІМ ДЕҢГЕЙІН, ПРАКТИКАЛЫҚ ДАҒДЫЛАРЫН ЖӘНЕ РЕСУРСТЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТІЛУІН БАҒАЛАУ

Катаева А.К.[1], Баймуратова М.А.[1], Алибаева Г.А.[2], Омарова А.А.[3], Саусанова Д.Ж.[5], Абдукаликова Д.Б.[1], Тойгомбаева В.С.[4]
[1]«Қоғамдық денсаулық сақтау жоғары мектебі» Қазақстандық медицина университеті, Алматы, Қазақстан
[2]«Батыс Қазақстан жоғары медициналық колледжі» ЖШС, Орал, Қазақстан
[3]«Қалалық паллиативтік көмек орталығы», Алматы, Қазақстан
[4]І.К. Ахунбаев атындағы Қырғыз мемлекеттік медициналық академиясы, Бішкек, Қырғыз Республикасы
[5] Алматы қ. ҚДСБ ШЖҚ «№17 қалалық емхана» КМК, Алматы, Қазақстан

Кіріспе. Паллиативтік көмек ұйымдарында инфекциялық қауіпсіздік ерекше маңызды: медбикелер пациенттермен және биологиялық материалдармен тұрақты тікелей байланыста болады, сондықтан стандартты сақтық және жеке қорғаныс шараларын сақтау персонал мен пациенттердің қауіпсіздігі үшін қажет.

Мақсат. Хоспис медбикелерінің инфекциялардың алдын алу және бақылау (IPC) бойынша білімін/хабардарлығын, өздері мәлімдеген тәжірибесін және ресурстық қамтамасыз етілуін бағалау, сондай-ақ жұмыс өтіліне байланысты айырмашылықтарды зерттеу.
Материалдар мен әдістер. Алматы қаласындағы хосписте 32 медбикенің қатысуымен көлденең зерттеу жүргізілді. Tafere et al. (2024; PMCID: PMC10807260) әзірлеген сауалнаманың бейімделген нұсқасы қолданылды [13]. Құрал орыс тіліне аударылып, паллиативтік/хоспистік көмек жағдайына бейімделді және бес медбикеде сынақтан өткізілді. Сауалнама 18 білім/хабардарлық тармағынан, 15 тәжірибе тармағынан (дихотомиялық жауаптар) және ресурстардың қолжетімділігі бөлімінен тұрды. Сипаттамалық статистика, Манн–Уитни U-тесті, Пирсонның χ^2 критерийі және қажет болған жағдайда Фишердің нақты критерийі қолданылды.
Нәтижелер. Білім/хабардарлықтың орташа балы 14,6/18 болды; барлық қатысушы кемінде 9 балл жинады, ал жалпы балл бойынша жұмыс өтілі топтары арасында статистикалық мәнді айырмашылық тіркелмеді. Тәжірибе балының медианасы өтілі ≤10 жыл топта 11 (IQR 10–12), ал >10 жыл топта 14 (IQR 13–15) болды ($p < 0,001$). Жекелеген тармақтар бойынша айырмашылықтар статистикалық мәнді болған жоқ. Антисептик, өткір заттарға арналған контейнерлер және түспен кодталған қалдық пакеттері барлық қатысушыда қолжетімді деп көрсетілді; тұрақты IPC оқытуы ұйымдық ресурс ретінде 28/32 (87,5%) қатысушыда көрсетілсе, соңғы 12 айда IPC оқытуынан өткенін 19/32 (59,4%) медбике хабарлады.
Қорытынды. Білім/хабардарлық деңгейінің жоғары болуына қарамастан, жұмыс өтілі аз медбикелерде жеке қорғанысқа қатысты бірқатар тәжірибелердің орындалуы төменірек болды. Нысаналы қайталама тренингтер, симуляциялық оқыту және стандартты сақтық шараларын жүйелі бақылау персонал қауіпсіздігі мен IPC тәжірибесін жақсартуға көмектесуі мүмкін.
Түйінді сөздер: инфекциялық бақылау; хоспис; медбикелер; стандартты сақтық шаралары; жеке қорғаныс құралдары; кәсіби экспозиция.

ОЦЕНКА ЗНАНИЙ, ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ И РЕСУРСНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ МЕДСЕСТЕР ХОСПИСА ПО ПРОФИЛАКТИКЕ И КОНТРОЛЮ ИНФЕКЦИЙ В Г. АЛМАТЫ

Катаева А.К.[1], Баймуратова М.А.[1], Алибаева Г.А.[2], Омарова А.А.[3], Саусанова Д.Ж.[5], Абдукаликова Д.Б.[1], Тойгомбаева В.С.[4]
[1]Казахстанский медицинский университет «Высшая школа общественного здравоохранения», Алматы, Казахстан
[2]ТОО «Западно-Казахстанский высший медицинский колледж», Уральск, Казахстан
[3]КГП на ПХВ «Городской центр паллиативной помощи» УОЗ г. Алматы, Алматы, Казахстан
[4]Кыргызская государственная медицинская академия имени И.К. Ахунбаева, Бишкек, Кыргызская Республика
[5] КГП на ПХВ «Городская поликлиника №17» УОЗ г. Алматы, Алматы, Казахстан.

Введение. Инфекционная безопасность имеет особое значение в паллиативной помощи, где медсестры регулярно контактируют с пациентами и биологическими материалами, а соблюдение стандартных мер предосторожности и личной защиты определяет безопасность персонала и пациентов.
Цель. Оценить знания/осведомленность, самооценку практик и ресурсную обеспеченность медсестер хосписа по профилактике и контролю инфекций (IPC), а также изучить различия в зависимости от стажа работы.
Материалы и методы. Проведено поперечное (одномоментное) исследование среди 32 медсестер хосписа в г. Алматы с использованием адаптированной анкеты Tafere et al. (2024; PMCID: PMC10807260) [13]. Инструмент был переведен на русский язык, контекстуально адаптирован к условиям паллиативной/хосписной помощи и апробирован на пяти медсестрах. Он включал 18 пунктов по знаниям/осведомленности, 15 пунктов по самооценке практик с дихотомическими ответами и блок ресурсной обеспеченности. Использовали описательную статистику, U-критерий Манна–Уитни, χ^2 Пирсона и точный критерий Фишера при необходимости.
Результаты. Средний балл знаний/осведомленности составил 14,6 из 18; все участницы набрали не менее 9 баллов, а статистически значимых различий общего балла по стажу не выявлено. Медиана самооценки практик составила 11 баллов (IQR 10–12) у медсестер со стажем ≤10 лет и 14 баллов (IQR 13–15) при стаже >10 лет ($p < 0,001$). Различия по отдельным пунктам статистической значимости не достигли. Доступность антисептиков, контейнеров для острых предметов и цветных мешков для отходов указали все участницы; регулярное IPC-обучение как доступный ресурс отметили 28/32 (87,5%), тогда как пройти IPC-обучение за последние 12 месяцев сообщили 19/32 (59,4%).
Заключение. Высокий уровень знаний/осведомленности сочетался с менее устойчивым соблюдением ряда мер личной защиты у медсестер с меньшим стажем. Целевые повторные тренинги, симуляционное обучение и мониторинг стандартных мер предосторожности могут усилить безопасность персонала и качество IPC-практик.

Ключевые слова: инфекционный контроль; хоспис; медсестры; стандартные меры предосторожности; средства индивидуальной защиты; профессиональная экспозиция.

Introduction

Healthcare-associated infections (HAIs) remain a major threat to patient safety. The World Health Organization emphasizes comprehensive infection prevention and control (IPC) programs that integrate organizational infrastructure, staff education, monitoring, and adherence to standard precautions [1]. Global evidence confirms that inadequate IPC implementation contributes to preventable morbidity and mortality [2]. Even when protocols are available, adherence may remain suboptimal because of workload, resource limitations, and insufficient recurrent training [3].

Strengthening workforce competency is therefore central to effective infection control. CDC guidance emphasizes standardized hand hygiene, safe handling of equipment, environmental measures, and safe management of sharps and waste [4]. Integrated surveillance is equally important: long-term-care IPC systems depend on systematic data collection, standardized definitions, and routine review of prevention-process measures [5]. SHEA/APIC guidance for long-term-care facilities similarly links sustainable infection prevention to surveillance, staff education, employee health, and organizational support [6]. NHSN surveillance definitions and the revised McGeer criteria provide standardized approaches for identifying infectious events in long-term-care populations [7,8]. At the health-system level, stronger IPC programs and better adherence to standard precautions are associated with safer care and more consistent implementation [9,10].

Nurses are particularly important because they perform a large proportion of direct-care procedures. Evidence from the Philippines shows that good theoretical knowledge may coexist with suboptimal IPC practice, with workload, dissemination of guidance, and discomfort with personal protective equipment acting as barriers [12]. In a catheter-associated urinary tract infection prevention study from the University of Gondar, only 37.7% of nurses demonstrated good knowledge and 51.8% good practice; work experience, training, and availability of guidelines were associated with better outcomes [11]. At Debre Tabor Comprehensive Specialized Hospital, knowledge and practice were 59.4% and 53%, respectively, and both were associated with work experience and IPC training [13]. A Georgian study likewise reported sufficient knowledge but incomplete translation into practice, including lower adherence during high workload [14]. Studies from Yemen and Saudi Arabia have documented heterogeneous knowledge and practice and a continuing need for structured IPC education [15,16], while work from Türkiye emphasizes the importance of reliable measurement and reinforcement of compliance with standard precautions [17].

Palliative-care populations are especially vulnerable to infection because of advanced illness, age, multimorbidity, invasive procedures, and complex cancer treatment. Modern oncological therapies, including immune checkpoint inhibitors, can produce immune-mediated toxicities that complicate clinical assessment and supportive care [20]. In older and palliative-care patients, infection may present atypically, sometimes without fever or marked laboratory abnormalities, and antimicrobial decisions must remain aligned with individual clinical goals [21].

Evidence-based infection surveillance has also been implemented in hospice and home-care services. Standardized surveillance supports systematic detection of infectious events, identification of risk patterns, and quality improvement, including reduction of selected healthcare-associated infections [22]. These findings suggest that even in resource-constrained settings, infection burden can be addressed through organized surveillance, reliable infrastructure, and targeted staff education.

Despite substantial international literature, hospice-specific data on nurses' IPC knowledge and practice from Central Asia remain limited. Given the vulnerability of palliative-care patients and nurses' central role in daily care, a setting-specific assessment is

relevant for service improvement. The objective of this study was to assess IPC knowledge/awareness, self-reported practices, and resource availability among nurses in a hospice in Almaty and to explore differences according to work experience.

Materials and Methods

Study design and setting

A cross-sectional study was conducted in a hospice in Almaty, Kazakhstan, providing continuous palliative and long-term nursing care. Data collection took place during 2024–2025. The study was designed as a single-center assessment of nurses involved in direct patient care.

Participants and selection criteria

A total of 32 nurses participated: ward nurses (n = 18), post nurses (n = 8), procedure nurses (n = 4), and nursing assistants performing basic care tasks (n = 2). Inclusion criteria were at least three months of employment in the hospice, active duty during the survey period, and voluntary participation. Nurses on leave and those who declined participation were excluded. All participants provided written informed consent.

Study size

No formal a priori sample-size calculation was reported in the source study. Accordingly, the analysis should be interpreted as an exploratory single-center assessment of the 32 participating nurses rather than as a population-representative estimate.

Study instrument and adaptation

A structured self-administered questionnaire was adapted from the instrument developed by Tafere et al. [13]. The adaptation process included: (1) translation into Russian, with partial Kazakh-language adaptation and forward–backward translation for linguistic equivalence; (2) limited rephrasing of selected items to reflect palliative/hospice care and prolonged patient contact without intentionally changing item meaning; (3) expansion of the resource section to capture hospice-specific infrastructure, including bedside access to antiseptics; and (4) a pilot test with five nurses to assess comprehension and feasibility. The original questionnaire structure and scoring approach were retained to support comparability with the source instrument.

The final questionnaire contained four sections: sociodemographic characteristics; an 18-item knowledge/IPC-awareness domain; a 15-item self-reported IPC practice domain; and resource availability. Several items in the 18-item domain reflect organizational awareness or previous training in addition to factual knowledge; the composite score is therefore described here as a knowledge/awareness score.

Outcomes and scoring

The primary outcomes were the total knowledge/awareness score (0–18) and the total self-reported practice score (0–15). Secondary outcomes were item-level response proportions, reported availability of IPC resources, and between-group differences according to work experience (≤10 years vs. >10 years). One point was assigned for each correct knowledge/awareness response. Practice items were scored dichotomously; the needle-stick injury item was reverse scored, and the chlorine-disinfection item was evaluated using the specified soaking time. Two classification approaches were retained from the source manuscript: an operational 50% threshold (≥9 points for knowledge/awareness and ≥8 points for practice) and comparison with the sample mean. Missing responses, if present, were recorded as “no data” and excluded from the relevant denominator.

Data collection, participant safety, and confidentiality

Questionnaires were completed individually and returned in sealed envelopes to reduce social-desirability pressure and protect confidentiality. Participation was voluntary and withdrawal was permitted at any time. The study involved questionnaire-based data collection and did not alter clinical care or expose participants to an interventional procedure.

Ethical considerations

Participants were informed about the purpose of the study, confidentiality principles, and their right to withdraw. Written informed consent was obtained from all participants. The study was approved by the local ethics

committee and conducted in accordance with the Declaration of Helsinki.

Statistical analysis

Data were analyzed using IBM SPSS Statistics version 26. Quantitative variables were summarized using means and standard deviations or medians and interquartile ranges, with minimum–maximum values where available; categorical variables were summarized as frequencies and percentages. Normality was assessed using the Shapiro–Wilk test and visual inspection of histograms and Q–Q plots. Depending on distributional assumptions, between-group comparisons of quantitative variables used either the independent-samples t test or the Mann–Whitney U test. Categorical variables were compared using Pearson's χ^2 test when expected cell counts were ≥5 and Fisher's exact test when expected counts were <5. All tests were two-sided, and $p < 0.05$ was considered statistically significant. Because numerous item-level comparisons were exploratory, no adjustment for multiple testing was applied; individual item p-values should therefore be interpreted cautiously.

Results

Participant characteristics

All 32 participants were female. Mean age was 34.8 ± 7.2 years (range 23–52). Seventeen nurses (53.1%) had ≤10 years of work experience and 15 (46.9%) had >10 years. Most participants were Kazakh (68.8%), followed by Russian (21.9%) and other nationalities (9.3%). All had college-level nursing education. Nineteen nurses (59.4%) reported completing IPC training within the previous 12 months.

Table 1 – Sociodemographic and professional characteristics by work experience

Indicator	≤10 years of experience (n = 17)	>10 years of experience (n = 15)	p-value
Age (years)			
Under 25	3 (17.6%)	0 (0%)	0.193
26–30	6 (35.3%)	3 (20.0%)	0.453
31–40	5 (29.4%)	6 (40.0%)	0.729
≥41	3 (17.6%)	6 (40.0%)	0.158
Nationality			
Kazakh	12 (70.6%)	10 (66.7%)	0.805
Russian	4 (23.5%)	3 (20.0%)	0.999 (Fisher)
Other	1 (5.9%)	2 (13.3%)	0.585
Education			
College	17	15	—
Bachelor	0	0	—
Master/PhD	0	0	—
Position			
Ward nurse	10 (58.8%)	8 (53.3%)	0.752
Post nurse	4 (23.5%)	4 (26.7%)	0.999
Procedure nurse	2 (11.8%)	2 (13.3%)	0.999
Nurse aide/assistant	1 (5.9%)	1 (6.7%)	0.999
Work shift			
Day	7 (41.2%)	4 (26.7%)	0.477

Indicator	≤10 years of experience (n = 17)	>10 years of experience (n = 15)	p-value
Night	4 (23.5%)	5 (33.3%)	0.704
Mixed	6 (35.3%)	6 (40.0%)	0.999
IPC training completed within the last 12 months			
Yes	10 (58.8%)	9 (60.0%)	0.999
No	7 (41.2%)	6 (40.0%)	—

Note. *Values are n (%) unless otherwise indicated. Fisher's exact test was used when expected cell counts were small. "—" indicates that a meaningful p-value was not calculated for a zero-variance or complementary category.*

IPC knowledge/awareness

The mean total knowledge/awareness score was 14.6 of 18, and all participants scored ≥9 points, meeting the study's operational definition of adequate knowledge/awareness. Median scores were 14 in the ≤10-year group and 15 in the >10-year group; no statistically significant difference in overall knowledge/awareness was reported. Across individual items, no between-group difference reached statistical significance. Numerically larger gaps were observed for awareness of TB/HIV protocols, hepatitis B vaccination requirements, accidental-exposure reporting, and the needle-stick injury response algorithm.

Table 2 – IPC knowledge and organizational-awareness items by work experience

Indicator	≤10 years (n = 17)	>10 years (n = 15)	p-value
B1. I know the standard precautions	15 (88.2%)	15 (100%)	0.487 (Fisher)
B2. The hospice has a designated person responsible for IPC	16 (94.1%)	15 (100%)	0.999
B3. Completed IPC training within the past 12 months	10 (58.8%)	9 (60.0%)	0.999
B4. Approved IPC SOPs are available	14 (82.4%)	14 (93.3%)	0.613
B5. PPE is always available	15 (88.2%)	14 (93.3%)	0.999
B6. Round-the-clock access to antiseptics/water	16 (94.1%)	15 (100%)	0.999
B7. Aware of HAI risks	16 (94.1%)	15 (100%)	0.999
B8. Disinfection reduces outbreak risk	17 (100%)	15 (100%)	—
B9. I know the rules of waste disposal	15 (88.2%)	15 (100%)	0.487
B10. I know pressure ulcer prevention measures within IPC	16 (94.1%)	15 (100%)	0.999
B11. I can process reusable care items correctly	15 (88.2%)	15 (100%)	0.487
B12. I know TB/HIV protocols	10 (58.8%)	12 (80.0%)	0.283
B13. Hepatitis B vaccination is mandatory	12 (70.6%)	14 (93.3%)	0.202
B14. There is a system for reporting accidental exposures	13 (76.5%)	14 (93.3%)	0.353
B15. I know the needle-stick injury response algorithm	12 (70.6%)	13 (86.7%)	0.434
B16. I know WHO's "5 Moments for Hand Hygiene"	15 (88.2%)	15 (100%)	0.487
B17. I know the rules for personal care items	16 (94.1%)	15 (100%)	0.999
B18. I know the patient isolation procedures	14 (82.4%)	15 (100%)	0.234

Note. *The original 18-item domain includes factual knowledge as well as awareness of organizational resources/training. Item-level p-values are exploratory and were not adjusted for multiple comparisons.*

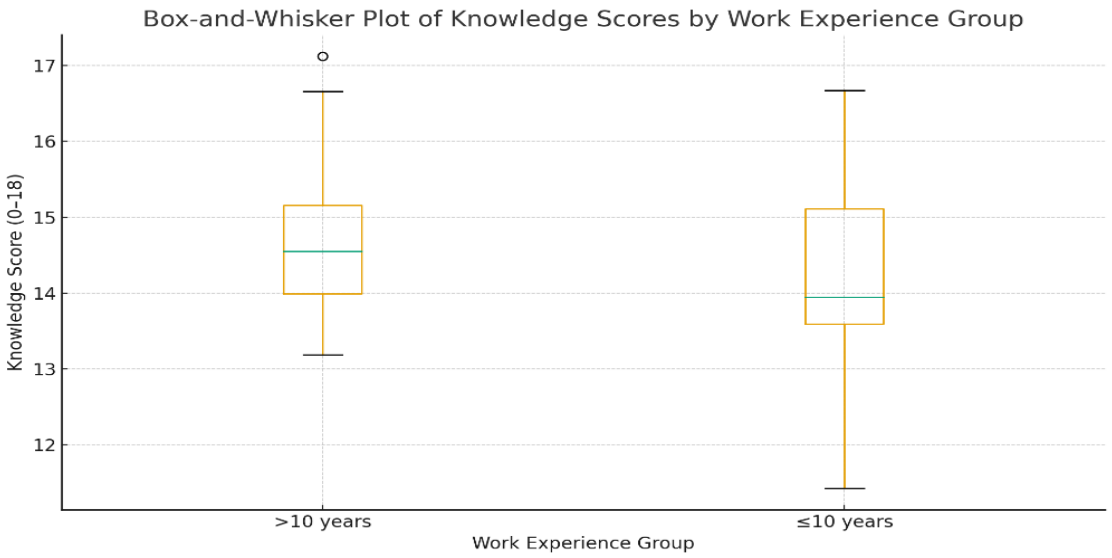


Figure 1 - Box-and-whisker plot of total IPC knowledge scores among hospice nurses by work experience

Self-reported IPC practices

Most individual practice items showed high reported adherence, particularly safe disposal of sharps, waste segregation, chlorine-based equipment disinfection, and appropriate soaking time. However, lower adherence was reported among nurses with ≤10 years of experience for hand hygiene before and after patient care, not recapping needles, use of masks and aprons, covering personal cuts or wounds, and hepatitis B vaccination. None of the individual item-level differences reached statistical significance.

The total practice score showed a clear between-group difference. Nurses with ≤10 years of experience had a median score of 11 (IQR 10–12), compared with 14 (IQR 13–15) among nurses with >10 years of experience. The Mann–Whitney U test indicated a statistically significant difference ($p < 0.001$), showing higher self-reported overall adherence in the more experienced group.

Table 3 – Self-reported IPC practices among hospice nurses (n = 32)

Indicator	≤10 years (n = 17)	>10 years (n = 15)	p-value
C1. I wash my hands before and after caring for each patient	12 (70.6%)	14 (93.3%)	0.118
C2. I wash my hands immediately after contact with blood/body fluids	14 (82.4%)	15 (100%)	0.228
C3. I dispose of needles in a sharps container	17 (100%)	15 (100%)	—
C4. I never recap a used needle	10 (58.8%)	12 (80.0%)	0.283
C5. I use gloves when changing dressings/pressure ulcers	14 (82.4%)	15 (100%)	0.228
C6. I wear a mask when there is a risk of aerosol transmission	13 (76.5%)	14 (93.3%)	0.353
C7. I change my gown promptly when contaminated	15 (88.2%)	15 (100%)	0.487
C8. I use an apron when caring for wounds/stomas	11 (64.7%)	13 (86.7%)	0.184
C9. I cover my own cuts/wounds before duty	12 (70.6%)	14 (93.3%)	0.118
C10. I am vaccinated against hepatitis B	10 (58.8%)	12 (80.0%)	0.283
C11. I do not eat or drink in the working area	16 (94.1%)	15 (100%)	0.999
C12. Sustained a needle-stick injury in the past year	3 (17.6%) "Yes"	2 (13.3%) "Yes"	0.999

Indicator	≤10 years (n = 17)	>10 years (n = 15)	p-value
C13. I disinfect equipment with 0.5% chlorine solution	17 (100%)	15 (100%)	—
C14. Soaking time = 10 minutes	15 (88.2%)	15 (100%)	0.487
C15. I sort waste by category	17 (100%)	15 (100%)	—

Note. *For C12, the table presents the proportion answering "Yes" to a needle-stick injury in the previous year; the score was reverse coded, with "No" treated as the correct/safe response. Item-level p-values are exploratory and unadjusted.*



Figure 2 - Box-and-whisker plots of total IPC practice scores among hospice nurses by work experience group

Resource availability

All participants reported availability of alcohol-based hand-rub dispensers at ward entrances, sharps containers in procedure areas, and color-coded waste bags. Regular IPC training was reported as being provided for staff by 15/17 (88.2%) nurses in the ≤10-year group and 13/15 (86.7%) in the >10-year group (p = 0.999). This organizational availability measure should be distinguished from actual training attendance: only 19/32 participants (59.4%) reported having completed IPC training within the preceding 12 months.

Table 4 - Reported resource availability for IPC in the hospice (n = 32)

Indicator	≤10 years of experience (n = 17)	>10 years of experience (n = 15)	p-value
D1. Alcohol-based hand-rub dispensers installed at ward entrances	17 (100%)	15 (100%)	—
D2. Sharps containers available in all procedure areas	17 (100%)	15 (100%)	—
D3. Color-coded waste bags consistently available	17 (100%)	15 (100%)	—
D4. Regular IPC training provided for staff	15 (88.2%)	13 (86.7%)	0.999

Note. *D4 refers to perceived provision/availability of regular staff training, not to individual completion of IPC training within the previous 12 months.*

Discussion

This study assessed IPC knowledge/awareness, self-reported practices, and structural resource availability among hospice nurses in Almaty. The overall knowledge/awareness score was high (mean 14.6/18), and all participants met the study's operational ≥50% threshold. No statistically significant overall difference in knowledge/awareness was reported between nurses with ≤10 and >10 years of experience. The remaining gaps were concentrated in more specialized areas, including TB/HIV protocols, isolation procedures, and post-exposure management.

Self-reported practice showed greater variability. Regulated procedures such as sharps disposal, waste segregation, chlorine-based disinfection, and the specified soaking time were reported with very high adherence. In contrast, personal-protection behaviors—especially hand hygiene, mask and apron use, and covering skin breaks—were less consistent among nurses with ≤10 years of experience. The total practice score was significantly higher in the >10-year group (median 14 vs. 11; $p < 0.001$). Because this was a cross-sectional, unadjusted group comparison, the result indicates an association with work experience rather than proof that experience itself caused better adherence.

Structural support for IPC was strong for the three physical-resource indicators: all nurses reported access to hand-rub dispensers, sharps containers, and color-coded waste bags. Training indicators require more careful interpretation. Although 87.5% of participants reported that regular IPC training was provided within the institution, only 59.4% reported that they had personally completed IPC training in the preceding 12 months. The difference may reflect scheduling, participation, or wording of the questionnaire and should not be interpreted as complete training coverage.

The findings are broadly consistent with international evidence showing that knowledge does not automatically translate into practice. In the Ethiopian CAUTI-prevention study, good knowledge and practice were 37.7% and 51.8%, and work experience and training were associated with better outcomes [11]. The Philippine study found good knowledge but suboptimal practice, with workload and PPE-related barriers [12]. Debre Tabor data similarly identified training and work experience as relevant to both knowledge and practice [13]. In Georgia, sufficient knowledge coexisted with incomplete adherence to infection-reduction recommendations, particularly under workload pressure [14]. Research from Yemen and Saudi Arabia, together with evidence from Türkiye, likewise supports continued education, structured assessment, and reinforcement of standard precautions [15–18]. Simulation-based IPC education has also been shown to improve knowledge, self-efficacy, and adherence to standard precautions, supporting the practical training approach proposed here [19].

Scientific novelty and practical implications

The study's contribution is primarily contextual and service-level rather than methodological. It provides an integrated assessment of IPC knowledge/awareness, self-reported practice, and resource availability in a hospice setting in Kazakhstan, an environment underrepresented in the published nursing IPC literature. The observed gap between high knowledge/awareness scores and lower self-reported personal-protection practices among less experienced staff identifies a practical target for local quality-improvement work. Recurrent training should therefore emphasize behavior-based components - hand hygiene, correct PPE use, prevention and management of occupational exposure, and scenario-based simulation - alongside routine audit and feedback.

Strengths and limitations

The study has several strengths: it addresses a clinically vulnerable palliative-care setting, combines individual and organizational IPC domains, uses a previously published questionnaire as the basis for measurement, and reports both total scores and item-level patterns. However, the findings must be interpreted in light of important limitations.

The sample was small (n = 32), single-center, and entirely female, limiting generalizability. The cross-sectional design does not establish causality. Practice was self-reported rather than directly observed and is therefore vulnerable to recall and social-desirability bias despite use of sealed envelopes. The locally adapted instrument underwent only a small feasibility pilot, and psychometric validation in the Kazakhstan hospice context was not reported. The 50% threshold for "adequate" knowledge/practice is permissive and should be regarded as an operational study definition rather than an external clinical standard. The knowledge/awareness domain also includes several organizational or training items, which limits construct purity. Multiple item-level comparisons were conducted without multiplicity correction, and effect sizes and confidence intervals for the main group comparison were not reported. Finally, no patient-level infection outcomes were measured, so the clinical effect of the reported practices cannot be inferred.

Conclusion

Hospice nurses demonstrated high IPC knowledge/awareness and strong reported availability of essential IPC supplies, but self-reported personal-protection practices were less consistent among nurses with ≤10 years of experience. The significant difference in total practice scores supports targeted, recurrent, behavior-focused education for less experienced staff. Simulation-based training, reinforcement of PPE and hand-hygiene protocols, and routine audit and feedback may help narrow the knowledge–practice gap and strengthen occupational and patient safety.

REFERENCES

1 World Health Organization. Infection prevention and control [Internet]. Geneva: WHO; 2025 [cited 2025 Nov 26]. Available from: https://www.who.int/health-topics/infection-prevention-and-control

2 Dramowski A, Bekker A, Anugulruengkitt S, Bayani O, Martins Gonçalves F, Naizgi M, et al. Keeping it real: infection prevention and control problems and solutions in low- and middle-income countries. Pediatr Infect Dis J. 2022;41(3 Suppl):S36-S39. doi:10.1097/INF.0000000000003319.

3 Centeleghe I, Norville P, Maillard JY, Hughes L. Infection prevention control in practice: a survey of healthcare professionals' knowledge and experiences. Infect Prev Pract. 2024;6(2):100357. doi:10.1016/j.infpip.2024.100357.

4 Centers for Disease Control and Prevention. Core infection prevention and control practices for safe healthcare delivery in all settings [Internet]. Atlanta: CDC; 2025 [cited 2025 Nov 26]. Available from: https://www.cdc.gov/infection-control/hcp/core-practices/index.html

5 Centers for Disease Control and Prevention. National Healthcare Safety Network (NHSN) Long-Term Care Facility Component Manual. Atlanta: CDC; 2025.

6 Smith PW, Bennett G, Bradley S, Drinka P, Lautenbach E, Marx J, et al. SHEA/APIC guideline: infection prevention and control in the long-term care facility. Infect Control Hosp Epidemiol. 2008;29(9):785-814. doi:10.1086/592416.

7 Centers for Disease Control and Prevention. National Healthcare Safety Network (NHSN): urinary tract infection event protocol for long-term care facilities. Atlanta: CDC; 2025.

8 Stone ND, Ashraf MS, Calder J, Crnich CJ, Crossley K, Drinka PJ, et al. Surveillance definitions of infections in long-term care facilities: revisiting the McGeer criteria. Infect Control Hosp Epidemiol. 2012;33(10):965-977. doi:10.1086/667743.

9 Tomczyk S, Twyman A, de Kraker MEA, Coutinho Rehse AP, Tartari E, Toledo JP, et al. The first WHO global survey on infection prevention and control in health-care facilities. Lancet Infect Dis. 2022;22(6):845-856. doi:10.1016/S1473-3099(21)00809-4.

10 Nasiri A, Balouchi A, Rezaie-Keikhaie K, Bouya S, Sheyback M, Al Rawajfah O. Knowledge, attitude, practice, and clinical recommendation toward infection control and prevention standards among nurses: a systematic review. Am J Infect Control. 2019;47(7):827-833. doi:10.1016/j.ajic.2018.11.022.

11 Zegeye AF, Kassahun CW, Temachu YZ. Work experience was associated with the knowledge and practice of catheter-associated urinary tract infection prevention among nurses at University of Gondar Comprehensive Specialized Hospital, northwest Ethiopia, 2021. BMC Womens Health. 2023;23:40. doi:10.1186/s12905-023-02176-8.
12 Campo LKC, Remon AR. Knowledge and practices of nurses on the prevention and control of healthcare-acquired infections in a private tertiary hospital in Baguio City. Acta Med Philipp. 2025;59(3):92-103. doi:10.47895/amp.vi0.9136.
13 Tafere TZ, Belachew TB, Feleke DG, Adal GM. Assessment of knowledge and practice of nurses regarding infection prevention and associated factors at Debre Tabor Comprehensive Specialized Hospital, Northwest Ethiopia. Front Public Health. 2024;11:1225570. doi:10.3389/fpubh.2023.1225570.
14 Verulava T. Knowledge and practices of nurses on prevention of nosocomial infection in emergency care hospitals. Malta Med J. 2024;36(4):51-58.
15 Alrubaiee G, Baharom A, Shahar HK, Daud SM, Basaleem HO. Knowledge and practices of nurses regarding nosocomial infection control measures in private hospitals in Sana'a City, Yemen. Saf Health. 2017;3:16. doi:10.1186/s40886-017-0067-4.
16 Althiyabi FS, Khuded FM, Alzaidi FM, Alswat ASG, Alotaibi FSB, Alotaibi WSB, et al. Assessment of nursing knowledge and practice toward prevention of acquired infections in the emergency department of King Faisal Medical Complex in Taif. SAGE Open Med. 2024;12:20503121231222341. doi:10.1177/20503121231222341.
17 Samur M, Seren Intepeler S, Lam SC. Adaptation and validation of the Compliance with Standard Precautions Scale amongst nurses in Turkey. Int J Nurs Pract. 2020;26(3):e12839. doi:10.1111/ijn.12839.
18 Alrubaiee GG, Baharom A, Faisal I, Shahar HK, Daud SM, Basaleem HO. Implementation of an educational module on nosocomial infection control measures: a randomised hospital-based trial. BMC Nurs. 2021;20:33. doi:10.1186/s12912-021-00551-0.
19 Lee SH, Yang IS. Empowering hospital-associated infection prevention and control: a quasi-experimental study on the effect of scenario-based simulation training. Nurse Educ Pract. 2024;76:103936. doi:10.1016/j.nepr.2024.103936.
20 Ferreira MN, Rao M, Kamal AH, Shariff A. Top ten tips palliative care clinicians should know about managing immune-mediated endocrine toxicities in cancer. J Palliat Med. 2022;25(11):1715-1720. doi:10.1089/jpm.2022.0204.
21 Göl M, Hoşoğlu Y, Türkbeyler İH. Management of the infectious diseases during palliative care. Rev Assoc Med Bras (1992). 2022;68(9):1127-1129. doi:10.1590/1806-9282.20220768.
22 Adawee M, Mohamed A, Alhaj AA, et al. Establishing an evidence-based infection surveillance program for home care and hospice: a large Midwest health system's experience. Am J Infect Control. 2021;49(12):1551-1553. doi:10.1016/j.ajic.2021.06.010.

Declarations

Ethics approval and consent to participate

The study was approved by the local ethics committee. All participants were informed about the aims and procedures of the study and provided written informed consent before participation. Participation was voluntary, confidentiality was ensured, and participants had the right to withdraw from the study at any time without any consequences. The study was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki.

Participant safety and confidentiality

The study involved completion of a self-administered questionnaire and did not include any intervention or alteration of routine clinical care. Completed questionnaires were returned individually in sealed envelopes to protect confidentiality and reduce the risk of social desirability bias. No directly identifying personal information was used in the analysis.

Data availability

The datasets generated and/or analyzed during the current study are not publicly available because no public repository or formal data-sharing mechanism was established for this study. De-identified data may be made available upon reasonable request, subject to approval by the authors, the institution, and the responsible ethics committee.

Funding
This research received no external financial support.

Conflicts of interest
The authors declare that they have no conflicts of interest related to this study.

CRediT authorship contribution statement
Kataeva A.K.: Conceptualization, Methodology, Investigation, Data curation, Formal analysis, Visualization, Writing – original draft. **Baymuratova M.A.:** Conceptualization, Methodology, Supervision, Project administration, Writing – review and editing. **Alibayeva G.A.:** Methodology, Validation, Writing – review and editing. **Omarova A.A.:** Investigation, Resources, Project administration. **Saussanova D.Zh.:** Formal analysis, Visualization, Writing – review and editing. **Abdukalikova D.B.:** Methodology, Validation, Supervision, Writing – review and editing. **Toigombaeva V.S.:** Validation, Supervision, Writing – review and editing. All authors reviewed and approved the final version of the manuscript and agreed to be accountable for their respective contributions.

Acknowledgements
The authors express their sincere gratitude to all nurses who participated in the study for their time, openness, and valuable contribution.

Information about authors
Kataeva Aiya Kairbekovna, 2nd-year Master's student in "Medical and Preventive Care" (research and pedagogical direction), Kazakh Medical University "Higher School of Public Health", Almaty, Kazakhstan. E-mail: kataeva.ajya@bk.ru; Phone: +7 778 251 8903; ORCID: https://orcid.org/0009-0008-7463-7369.
Baymuratova Mairash Aushatovna, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Professor, Department of Public Health and Social Sciences, Kazakh Medical University "Higher School of Public Health", Almaty, Kazakhstan. E-mail: mairash@list.ru; Phone: +7 705 830 1007; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0219-7874.
Alibayeva Gaukhar Aushatovna, Head of the Applied Bachelor's Degree Department, West Kazakhstan Higher Medical College LLP, Uralsk, Kazakhstan. E-mail: gaukar_1953@mail.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7429-4625.
Omarova A.A., City Palliative Care Center, Public Health Department of Almaty, Almaty, Kazakhstan.
Saussanova Damira Zhaslanovna, Master of Medical Sciences, PhD student in Public Health, Kazakh Medical University "Higher School of Public Health", Almaty, Kazakhstan. E-mail: damira.sausanova1996@mail.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4991-2898.
Abdukalikova Delmira Bakytbekovna, Master of Public Health, PhD candidate, Deputy Head, Department of Public Health and Social Sciences, Kazakh Medical University "Higher School of Public Health", Almaty, Kazakhstan. E-mail: delmira-555@mail.ru; Phone: +7 747 212 8616; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8735-305X.
Toigombaeva Vera Sadvakasovna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Department of General and Clinical Epidemiology, I.K. Akhunbaev Kyrgyz State Medical Academy, Bishkek, Kyrgyz Republic. E-mail: vera2808@inbix.ru; Phone: +9 96312565838; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8222-9834.

Декларации
Одобрение этического комитета и информированное согласие на участие
Исследование было одобрено локальным этическим комитетом. Все участники были проинформированы о целях и процедурах исследования и до включения в исследование

предоставили письменное информированное согласие. Участие было добровольным, конфиденциальность обеспечивалась, участники имели право отказаться от дальнейшего участия в любое время без каких-либо последствий. Исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации.

Безопасность участников и конфиденциальность

Исследование предусматривало заполнение самостоятельно администрируемой анкеты и не включало каких-либо вмешательств или изменений стандартной клинической помощи. Заполненные анкеты возвращались индивидуально в запечатанных конвертах для обеспечения конфиденциальности и снижения риска систематической ошибки социальной желательности. Персональные данные, позволяющие непосредственно идентифицировать участников, при анализе не использовались.

Доступность данных

Наборы данных, полученные и/или проанализированные в рамках настоящего исследования, не размещены в открытом доступе, поскольку для данного исследования не был создан публичный репозиторий или формальный механизм обмена данными. Обезличенные данные могут быть предоставлены по обоснованному запросу при условии одобрения авторами, учреждением и ответственным этическим комитетом.

Финансирование

Исследование не получало внешней финансовой поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, связанного с настоящим исследованием.

Вклад авторов:

Катаева А.К.: концептуализация, методология, проведение исследования, курирование данных, формальный анализ, визуализация, написание первоначального варианта рукописи. **Баймуратова М.А.:** концептуализация, методология, научное руководство, администрирование проекта, рецензирование и редактирование рукописи. **Алибаева Г.А.:** методология, валидация, рецензирование и редактирование рукописи. **Омарова А.А.:** проведение исследования, обеспечение ресурсами, администрирование проекта. **Саусанова Д.Ж.:** формальный анализ, визуализация, рецензирование и редактирование рукописи. **Абдукаликова Д.Б.:** методология, валидация, научное руководство, рецензирование и редактирование рукописи. **Тойгомбаева В.С.:** валидация, научное руководство, рецензирование и редактирование рукописи. Все авторы ознакомились с окончательной версией рукописи, одобрили её и согласились нести ответственность за соответствующий вклад в работу.

Благодарности

Авторы выражают искреннюю благодарность всем медсестрам, принявшим участие в исследовании, за их время, открытость и ценный вклад.

Сведения об авторах

Катаева Айя Каирбековна, магистрант 2 курса по специальности «Медико-профилактическое дело» (научно-педагогическое направление), Казахстанский медицинский университет «Высшая школа общественного здравоохранения», Алматы, Казахстан. E-mail: kataeva.ajya@bk.ru; тел.: +7 778 251 8903; ORCID: https://orcid.org/0009-0008-7463-7369.

Баймуратова Майраш Аушатовна, кандидат медицинских наук, ассоциированный профессор, профессор кафедры «Общественное здоровье и социальные науки», Казахстанский медицинский университет «Высшая школа общественного здравоохранения», Алматы, Казахстан. E-mail: mairash@list.ru; тел.: +7 705 830 1007; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0219-7874.

Алибаева Гаухар Аушатовна, заведующая отделением прикладного бакалавриата ТОО «Западно-Казахстанский высший медицинский колледж», Уральск, Казахстан. E-mail: gaukar_1953@mail.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7429-4625.

Омарова А.А., КГП на ПХВ «Городской центр паллиативной помощи» УОЗ г. Алматы, Алматы, Казахстан.
Саусанова Дамира Жаслановна, магистр медицинских наук, докторант по специальности «Общественное здравоохранение», КГП на ПХВ «Городская поликлиника №17» УОЗ г. Алматы, Алматы, Казахстан.. E-mail: damira.sausanova1996@mail.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4991-2898.
Абдукаликова Дельмира Бакытбековна, магистр общественного здравоохранения, претендент PhD, заместитель заведующего кафедрой «Общественное здоровье и социальные науки», Казахстанский медицинский университет «Высшая школа общественного здравоохранения», Алматы, Казахстан. E-mail: delmira-555@mail.ru; тел.: +7 747 212 8616; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8735-305X.
Тойгомбаева Вера Садвакасовна, доктор медицинских наук, профессор кафедры общей и клинической эпидемиологии Кыргызской государственной медицинской академии имени И.К. Ахунбаева, Бишкек, Кыргызская Республика. E-mail: vera2808@inbix.ru; тел.: +9 96312565838; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8222-9834.

Мәлімдемелер

Этикалық мақұлдау және зерттеуге қатысуға ақпараттандырылған келісім
Зерттеу жергілікті этикалық комитетпен мақұлданды. Барлық қатысушыларға зерттеудің мақсаттары мен рәсімдері туралы ақпарат берілді және зерттеуге қатысар алдында олар жазбаша ақпараттандырылған келісім берді. Қатысу ерікті болды, құпиялылық қамтамасыз етілді және қатысушылар кез келген уақытта ешқандай салдарсыз зерттеуге одан әрі қатысудан бас тартуға құқылы болды. Зерттеу Хельсинки декларациясының қағидаттарына сәйкес жүргізілді.

Қатысушылардың қауіпсіздігі және құпиялылық
Зерттеу өздігінен толтырылатын сауалнаманы пайдалануды көздеді және стандартты клиникалық көмекке қандай да бір араласуды немесе өзгеріс енгізуді қамтымады. Құпиялылықты қамтамасыз ету және әлеуметтік тұрғыдан қолайлы жауап беру жүйелік қатесінің ықтималдығын азайту мақсатында толтырылған сауалнамалар жеке-жеке жабық конверттерде қайтарылды. Талдау барысында қатысушыларды тікелей сәйкестендіруге мүмкіндік беретін дербес мәліметтер пайдаланылған жоқ.

Деректердің қолжетімділігі
Осы зерттеу барысында алынған және/немесе талданған деректер жиынтығы ашық қолжетімділікте орналастырылмаған, себебі зерттеу үшін қоғамдық репозиторий немесе деректермен алмасудың ресми тетігі құрылмаған. Иесіздендірілген деректер негізделген сұрау бойынша авторлардың, мекеменің және жауапты этикалық комитеттің мақұлдауымен ұсынылуы мүмкін.

Қаржыландыру
Зерттеу сыртқы қаржылық қолдау алған жоқ.

Мүдделер қақтығысы
Авторлар осы зерттеуге байланысты мүдделер қақтығысының жоқ екенін мәлімдейді.

CRediT таксономиясына сәйкес авторлардың үлесі
Катаева А.К.: тұжырымдамалау, әдістеме, зерттеу жүргізу, деректерді басқару, формалды талдау, визуализация, қолжазбаның бастапқы нұсқасын жазу. **Баймуратова М.А.:** тұжырымдамалау, әдістеме, ғылыми жетекшілік, жобаны әкімшілендіру, қолжазбаны рецензиялау және редакциялау. **Алибаева Г.А.:** әдістеме, валидация, қолжазбаны рецензиялау және редакциялау. **Омарова А.А.:** зерттеу жүргізу, ресурстармен қамтамасыз ету, жобаны әкімшілендіру. **Саусанова Д.Ж.:** формалды талдау, визуализация, қолжазбаны рецензиялау және редакциялау. **Абдукаликова Д.Б.:** әдістеме, валидация, ғылыми жетекшілік, қолжазбаны рецензиялау және редакциялау. **Тойгомбаева В.С.:** валидация, ғылыми жетекшілік, қолжазбаны рецензиялау және редакциялау. Барлық авторлар

қолжазбаның соңғы нұсқасымен танысып, оны мақұлдады және зерттеуге қосқан тиісті үлесі үшін жауапкершілік алуға келісті.

Алғыс

Авторлар зерттеуге қатысқан барлық мейіргерлерге уақыт бөліп, ашықтық танытып, зерттеуге құнды үлес қосқаны үшін шынайы алғыс білдіреді.

Авторлар туралы мәлімет

Катаева Айя Қайырбекқызы, «Медициналық-профилактикалық іс» мамандығының 2 курс магистранты (ғылыми-педагогикалық бағыт), Қазақстандық медицина университеті «Қоғамдық денсаулық сақтау жоғары мектебі», Алматы, Қазақстан. E-mail: kataeva.ajya@bk.ru; тел.: +7 778 251 8903; ORCID: https://orcid.org/0009-0008-7463-7369.

Баймуратова Майраш Аушатовна, медицина ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, «Қоғамдық денсаулық сақтау және әлеуметтік ғылымдар» кафедрасының профессоры, Қазақстандық медицина университеті «Қоғамдық денсаулық сақтау жоғары мектебі», Алматы, Қазақстан. E-mail: mairash@list.ru; тел.: +7 705 830 1007; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0219-7874.

Алибаева Гаухар Аушатовна, «Батыс Қазақстан жоғары медициналық колледжі» ЖШС қолданбалы бакалавриат бөлімінің меңгерушісі, Орал, Қазақстан. E-mail: gaukar_1953@mail.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7429-4625.

Омарова А.А., «Қалалық паллиативтік көмек орталығы», Алматы қаласының Қоғамдық денсаулық сақтау басқармасы, Алматы, Қазақстан.

Саусанова Дамира Жасламовна, медицина ғылымдарының магистрі, «Қоғамдық денсаулық сақтау» мамандығы бойынша докторант, Алматы қ. ҚДСБ ШЖҚ «№17 қалалық емхана» КМК, Алматы, Қазақстан. E-mail: damira.sausanova1996@mail.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4991-2898.

Абдукаликова Дельмира Бақытбекқызы, қоғамдық денсаулық сақтау магистрі, PhD үміткері, «Қоғамдық денсаулық сақтау және әлеуметтік ғылымдар» кафедрасы меңгерушісінің орынбасары, Қазақстандық медицина университеті «Қоғамдық денсаулық сақтау жоғары мектебі», Алматы, Қазақстан. E-mail: delmira-555@mail.ru; тел.: +7 747 212 8616; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8735-305X.

Тойғомбаева Вера Садвақасовна, медицина ғылымдарының докторы, І.К. Ахунбаев атындағы Қырғыз мемлекеттік медициналық академиясының жалпы және клиникалық эпидемиология кафедрасының профессоры, Бішкек, Қырғыз Республикасы. E-mail: vera2808@inbix.ru; тел.: +9 96312565838; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8222-9834.

Article received: 18.02.2026
Article accepted: 19.03.2026
UDC: 614.2
IRSTI: 76.75.75
DOI: 10.24412/1609-8692-2026-1-76-89

Article type: Literature Review

ACCESSIBILITY AND QUALITY OF MEDICAL CARE AS INDICATORS OF HEALTH SYSTEM SUSTAINABILITY: A LITERATURE REVIEW

Mairash A. Baimuratova[1], Bayan A. Turzhanova[3]*, Alikhan Zakiolda[1], Ulbosyn K. Dzhumatova[2], Aidana Bayanova[1], Aida Sapar[4], Akmaral Myrzatkhan[5]
[1] Kazakhstan Medical University "KSPH", Almaty, Kazakhstan
[2] Caspian University International School of Medicine, Almaty, Kazakhstan
[3] Dr. Orynbayev Medical Center LLP, Shymkent, Kazakhstan
[4] Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan
[5] City Polyclinic No. 7, Almaty, Kazakhstan
** Corresponding author*

Introduction. Accessibility and quality of primary healthcare (PHC) are central determinants of health system sustainability. Persistent workforce shortages, excessive professional workload, inefficient resource use, and territorial inequalities continue to limit access, particularly in rural and remote areas.
Objective. To synthesize evidence on the principal financial, workforce, organizational, and digital determinants of accessibility and quality of medical care at the PHC level and to assess their contribution to health system sustainability.
Materials and Methods. A structured narrative literature review with a scoping approach was conducted using peer-reviewed publications, policy documents of the World Health Organization, the Organisation for Economic Co-operation and Development, and the United Nations, and regulatory materials of the Republic of Kazakhstan. The priority search period was 2017-2025; selected earlier foundational sources were retained. Sources were identified in Scopus, CyberLeninka, and official institutional websites. Seventy sources were included in the qualitative synthesis. Content, comparative, and systems analyses were used; no meta-analysis was performed.
Results. Accessibility and quality of PHC were shaped by interacting financial, workforce, organizational, territorial, and regulatory factors. Workforce shortages and high workload reduced service availability, especially in rural settings. Isolated financial incentives showed limited and inconsistent effects, whereas integrated workforce policies, social support, organizational redesign, intersectoral collaboration, telemedicine, and patient-oriented digital services were associated with improved continuity and reduced geographic barriers.
Discussion. The evidence indicates that accessibility and quality should be considered linked indicators of system sustainability rather than isolated performance measures. However, the evidence base is heterogeneous and includes observational studies, policy documents, and descriptive reports; therefore, findings support system-level associations and implementation priorities rather than definitive causal conclusions.
Conclusion. Equitable access to high-quality PHC requires coordinated financing, workforce development, organizational optimization, and digital transformation. Such integrated policies may strengthen PHC resilience and reduce territorial and social inequalities.
Keywords. primary healthcare; accessibility of medical care; quality of care; health workforce; rural health; digital health; telemedicine.

ДОСТУПНОСТЬ И КАЧЕСТВО МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ КАК ПОКАЗАТЕЛИ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Баймуратова М.А.[1], Туржанова Б.А.[3]*, Закиолда А.А.[1], Джуматова У.К.[2], Баянова А.[1], Сапар А.М.[4], Мырзатхан А.М.[5]
[1] ТОО «Казахстанский медицинский университет "ВШОЗ"», Алматы, Казахстан
[2] Международная школа медицины Caspian University, Алматы, Казахстан
[3] ТОО «Медицинский центр доктора Орынбаева», Шымкент, Казахстан
[4] Казахский национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова, Алматы, Казахстан
[5] Городская поликлиника №7, Алматы, Казахстан
** Автор, ответственный за корреспонденцию*

Актуальность. Доступность и качество первичной медико-санитарной помощи (ПМСП) являются ключевыми детерминантами устойчивости системы здравоохранения. Дефицит кадров, высокая профессиональная нагрузка,

недостаточная эффективность использования ресурсов и территориальное неравенство продолжают ограничивать доступ к медицинской помощи, особенно в сельских и отдаленных районах.
Цель. Обобщить данные об основных финансовых, кадровых, организационных и цифровых детерминантах доступности и качества медицинской помощи на уровне ПМСП и оценить их вклад в устойчивость системы здравоохранения.
Материалы и методы. Проведен структурированный нарративный обзор литературы с элементами scoping-подхода. Проанализированы рецензируемые публикации, программные документы Всемирной организации здравоохранения, ОЭСР и ООН, а также нормативные материалы Республики Казахстан. Приоритетный период поиска составил 2017-2025 гг.; отдельные более ранние основополагающие источники были сохранены. Поиск выполняли в Scopus, CyberLeninka и на официальных сайтах организаций. В качественный синтез включено 70 источников. Использованы контент-анализ, сравнительный и системный анализ; метаанализ не проводился.
Результаты. Доступность и качество ПМСП определялись взаимодействием финансовых, кадровых, организационных, территориальных и нормативных факторов. Дефицит кадров и высокая нагрузка ограничивали доступность услуг, особенно в сельской местности. Изолированные финансовые стимулы характеризовались ограниченным и неоднородным эффектом, тогда как комплексная кадровая политика, социальная поддержка, организационное перераспределение функций, межсекторальное взаимодействие, телемедицина и пациент-ориентированные цифровые сервисы были связаны с улучшением непрерывности помощи и снижением географических барьеров.
Обсуждение. Полученные данные показывают, что доступность и качество следует рассматривать как взаимосвязанные показатели устойчивости системы, а не как изолированные характеристики ее работы. Вместе с тем доказательная база неоднородна и включает наблюдательные исследования, программные документы и описательные отчеты, поэтому результаты отражают системные связи и приоритеты внедрения, но не доказывают прямую причинность.
Заключение. Равный доступ к качественной ПМСП требует согласованного развития финансирования, кадрового потенциала, организационных процессов и цифровой трансформации. Комплексная политика может повысить устойчивость первичного звена и уменьшить территориальное и социальное неравенство.
Ключевые слова. первичная медико-санитарная помощь; доступность медицинской помощи; качество медицинской помощи; кадровый потенциал; сельское здравоохранение; цифровое здравоохранение; телемедицина.

МЕДИЦИНАЛЫҚ КӨМЕКТІҢ ҚОЛЖЕТІМДІЛІГІ МЕН САПАСЫ ДЕНСАУЛЫҚ САҚТАУ ЖҮЙЕСІ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫНЫҢ КӨРСЕТКІШТЕРІ РЕТІНДЕ: ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ

Баймұратова М.А.[1], Тұржанова Б.А.[3]*, Закиолда Ә.А.[1], Жұматова Ұ.К.[2], Баянова А.[1], Сапар А.М.[4], Мырзатхан А.М.[5]
[1] «ҚДСЖМ» Қазақстандық медицина университеті» ЖШС, Алматы, Қазақстан
[2] Caspian University Халықаралық медицина мектебі, Алматы, Қазақстан
[3] «Орынбаев дәрігердің медициналық орталығы» ЖШС, Шымкент, Қазақстан
[4] С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті, Алматы, Қазақстан
[5] №7 қалалық емхана, Алматы, Қазақстан
** Хат-хабар алмасуға жауапты автор*

Кіріспе. Алғашқы медициналық-санитариялық көмектің (АМСК) қолжетімділігі мен сапасы денсаулық сақтау жүйесі тұрақтылығының негізгі детерминанттары болып табылады. Кадр тапшылығы, жоғары кәсіби жүктеме, ресурстарды тиімсіз пайдалану және аумақтық теңсіздік, әсіресе ауылдық және шалғай аймақтарда, медициналық көмекке қолжетімділікті шектеуді жалғастыруда.
Мақсаты. АМСК деңгейінде медициналық көмектің қолжетімділігі мен сапасын айқындайтын негізгі қаржылық, кадрлық, ұйымдастырушылық және цифрлық факторлар туралы деректерді жинақтау және олардың денсаулық сақтау жүйесінің тұрақтылығына қосатын үлесін бағалау.
Материалдар мен әдістер. Scoping-тәсіл элементтері бар құрылымдалған нарративтік әдеби шолу жүргізілді. Рецензияланатын жарияланымдар, Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының, ЭЫДҰ мен БҰҰ-ның бағдарламалық құжаттары және Қазақстан Республикасының нормативтік материалдары талданды. Іздеудің басым кезеңі 2017-2025 жылдарды қамтыды; бұдан ертерек жарияланған жекелеген негіз қалаушы дереккөздер сақталды. Іздеу Scopus, CyberLeninka және ұйымдардың ресми сайттарында жүргізілді. Сапалық синтезге 70 дереккөз енгізілді. Контент-талдау, салыстырмалы және жүйелік талдау қолданылды; мета талдау жүргізілген жоқ.
Нәтижелер. АМСК-нің қолжетімділігі мен сапасы қаржылық, кадрлық, ұйымдастырушылық, аумақтық және нормативтік факторлардың өзара ықпалымен қалыптасты. Кадр тапшылығы мен жоғары жүктеме, әсіресе ауылдық жерлерде, қызметтердің қолжетімділігін шектеді. Жекелеген қаржылық ынталандыру шараларының

әсері шектеулі және біркелкі болмады, ал кешенді кадр саясаты, әлеуметтік қолдау, функцияларды ұйымдастырушылық қайта бөлу, салааралық ынтымақтастық, телемедицина және пациентке бағытталған цифрлық сервистер көмектің сабақтастығын жақсартумен және географиялық кедергілерді төмендетумен байланысты болды.

Талқылау. Қолжетімділік пен сапаны жүйе жұмысының оқшауланған көрсеткіштері емес, оның тұрақтылығының өзара байланысты өлшемдері ретінде қарастыру қажет. Дегенмен дәлелдер базасы әртекті және бақылаулық зерттеулерді, бағдарламалық құжаттарды және сипаттамалық есептерді қамтиды; сондықтан қорытындылар тікелей себептілікті емес, жүйелік байланыстар мен енгізу басымдықтарын көрсетеді.

Қорытынды. Сапалы АМСК-ге тең қолжетімділік қаржыландыруды, кадрлық әлеуетті, ұйымдастырушылық процестерді және цифрлық трансформацияны үйлестіріп дамытуды талап етеді. Кешенді саясат алғашқы буынның тұрақтылығын күшейтіп, аумақтық және әлеуметтік теңсіздікті азайтуы мүмкін.

Түйінді сөздер. алғашқы медициналық-санитариялық көмек; медициналық көмектің қолжетімділігі; медициналық көмектің сапасы; кадрлық әлеует; ауылдық денсаулық сақтау; цифрлық денсаулық сақтау; телемедицина.

INTRODUCTION

Accessibility and quality of medical care are widely recognized as fundamental priorities of contemporary public health policy and as key determinants of population health outcomes. Ensuring equitable access to health services regardless of place of residence, socioeconomic status, or territorial characteristics represents a core principle of sustainable health system development and corresponds to international policy frameworks promoted by the World Health Organization, including the concepts of universal health coverage and health equity.

In the context of ongoing health system reforms, the issue of economic sustainability has become particularly important. Insufficient or unstable financing of the health sector may directly affect the quality and availability of medical services and contribute to the growth of out-of-pocket health expenditures among the population. These processes, in turn, tend to reinforce existing social and territorial inequalities in access to care. Such disparities are observed not only in rural areas but also in certain urban settings; however, they are most pronounced in regions characterized by limited health infrastructure and shortages of qualified health personnel.

Human resources for health remain one of the most critical factors influencing the accessibility and quality of medical services. Workforce shortages, uneven distribution of medical professionals between urban and rural areas, professional burnout, and limited attractiveness of working conditions create systemic barriers to effective health care delivery. In this regard, the role of state workforce policy is increasing, particularly in relation to the development of integrated strategies involving public authorities, educational institutions, and employers. Sustainable mechanisms for training, recruitment, and retention of health personnel are essential for strengthening the resilience and performance of health systems.

At the same time, improving accessibility and quality of medical care increasingly depends on the implementation of innovative organizational and technological solutions. The strengthening of primary health care, the digital transformation of health services, the introduction of telemedicine technologies, and the expansion of mobile models of care delivery are regarded as important tools for reducing territorial barriers and improving system efficiency, especially under conditions of limited resources.

Given the multidimensional nature of accessibility and quality of medical care, a comprehensive analytical assessment of these issues is of considerable relevance from the perspectives of public health, economic efficiency, and social equity. Such analysis is necessary to identify priority directions for health system modernization aimed at ensuring long-term sustainability and improving health outcomes among both rural and urban populations.

The aim of the present study was to analyze key determinants of accessibility and quality of medical care in contemporary health systems, with particular attention to workforce, financial, and organizational factors, and to identify priority directions for sectoral modernization in the context of urban–rural differences.

SCIENTIFIC NOVELTY

The scientific contribution of this review lies in considering accessibility and quality of medical care as interdependent indicators of health system sustainability and in integrating four analytical dimensions within a single framework: financing, workforce capacity, territorial organization of care, and digital transformation. Particular attention is given to the interaction of international evidence with the organizational and geographic context of the Republic of Kazakhstan.

MATERIALS AND METHODS

Review design

This study was designed as a structured narrative literature review with a scoping approach. This design was selected because the topic encompasses heterogeneous organizational, workforce-related, financial, territorial, and technological evidence that is not suitable for statistical pooling.

Information sources and search strategy

The evidence base comprised peer-reviewed scientific publications, international policy documents, and national regulatory materials. The principal sources were Scopus, CyberLeninka, and official websites of the World Health Organization, the Organisation for Economic Co-operation and Development, the United Nations, the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan, and the Office of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan. The priority search period was 2017-2025. Selected earlier sources were retained when they provided foundational concepts or evidence on primary healthcare, rural workforce policy, financing, and service organization.

Search concepts included combinations of the terms “primary healthcare,” “accessibility of medical care,” “quality of care,” “health system sustainability,” “health workforce,” “rural health,” “workload,” “financing,” “telemedicine,” “digital health,” and “Kazakhstan,” in English and Russian.

Eligibility criteria

Eligible sources included peer-reviewed original studies, reviews, analytical reports, strategic policy documents, official statistical materials, and regulatory documents that addressed at least one of the following domains: accessibility or quality of medical care; PHC organization; workforce capacity, distribution, workload, recruitment, or retention; healthcare financing; urban-rural inequalities; organizational models; telemedicine; or digital health. English- and Russian-language sources were considered. Publications focused exclusively on clinical diagnosis or treatment without implications for health system organization were excluded. Clearly duplicated, off-topic, and insufficiently informative records were not used in the synthesis.

Data extraction and synthesis

For each included source, information was extracted on the country or setting, source type, population or health system level, principal determinant, reported accessibility or quality outcome, and the main organizational implication. Seventy sources were included in the qualitative synthesis. Content analysis was used to identify thematic categories; comparative analysis was used to examine urban-rural and cross-country differences; and systems analysis was used to interpret interactions between financing, workforce, organization, and digital transformation. No meta-analysis was performed because of substantial heterogeneity in designs, definitions, populations, and outcomes.

Review outcomes

The primary review outcome was the identification of structural determinants associated with accessibility and quality of medical care at the PHC level. Secondary outcomes included territorial inequalities, workforce availability and retention, professional workload and burnout, financing mechanisms, organizational models of service delivery, continuity of care, patient-oriented digital services, and the potential contribution of telemedicine to reducing geographic barriers.

Critical appraisal

The evidence was appraised qualitatively with attention to source type, methodological transparency, directness of the reported outcomes, and relevance to the review questions. Greater interpretive weight was assigned to systematic reviews, multicenter studies, official surveillance or policy documents, and studies with clearly defined

methods. A single formal risk-of-bias instrument was not applied because the synthesis included markedly heterogeneous scientific and policy sources.

Safety and ethical considerations

The review was non-interventional and used only published or publicly available aggregate information. No patient-level data, biological materials, or personal data were processed. Safety was considered analytically, including patient-safety risks associated with reduced access, fragmented continuity of care, excessive staff workload, digital exclusion, and information-security risks. Formal ethics committee approval and informed consent were not required.

RESULTS

System-level determinants and international context

Ensuring accessible and high-quality medical care remains a major global public health challenge. According to assessments by the World Health Organization, insufficient investment in the training and support of the health workforce, shortages of medical personnel, migration of qualified specialists, and the uneven territorial distribution of resources significantly limit the effectiveness of health systems [1].

In addition, deteriorating infrastructure, restricted opportunities for continuing professional development, and organizational deficiencies in service delivery contribute to diagnostic and therapeutic errors and negatively affect the quality of medical care, particularly in low- and middle-income countries [2–3]. Increasing epidemiological pressures and demographic changes further intensify the demand for health services, while financing mechanisms continue to play a central role in shaping models of care provision and determining broader social policy priorities [4]. Primary health care (PHC) is widely recognized as a key level for improving access to medical services among socially vulnerable population groups. Patients with chronic diseases, older adults living alone, people with disabilities, and individuals with low income are more likely to experience barriers to timely care. Strengthening communication and feedback between patients and primary care providers has been shown to improve service utilization patterns, reduce the burden on emergency medical services, and enhance the effectiveness of dispensary follow-up. Patient surveys are increasingly used as tools for sociological assessment and quality management at the PHC level, allowing for a better understanding of population health needs and contributing to improvements in organizational aspects of service delivery [5].

The COVID-19 pandemic has further exposed structural weaknesses in health systems and highlighted the need for comprehensive policy responses aimed at protecting population health [6]. Evidence from studies employing various quality control approaches indicates persistent systemic imbalances in governance and service provision, exacerbated by increased demand for medical care during the pandemic. Sustainable improvements in service quality require integrated strategies, including workforce development, transparent incentive mechanisms, rational distribution of responsibilities between physicians and mid-level medical personnel, and the strengthening of institutional quality assurance systems. The effectiveness of health reforms also depends on the active involvement of the scientific community and professional stakeholders in evidence-based decision-making processes [7]. Comparative reviews demonstrate substantial variation in healthcare quality and accessibility indicators across countries. In line with the priorities of the World Health Organization and the United Nations Sustainable Development Goals, quality of care is an essential component of universal health coverage, and SDG target 3.8 emphasizes equitable access to essential health services, medicines, and vaccines together with protection from financial risk [8]. Many countries have undertaken large-scale reforms aimed at strengthening workforce capacity, expanding digital health services, and improving health-system innovation. The scope and pace of implementation differ across national contexts, but international experience consistently indicates that digital transformation is most effective when supported by governance, infrastructure, financing, and workforce development [9]. Earlier research has also summarized extensive

international experience in optimizing healthcare financing and organizational models, including expansion of publicly funded coverage, rationalization of financing mechanisms, and improvement of governance structures to enhance efficiency and reduce duplication of expenditure [10].

Accessibility and quality of medical care are widely regarded as strategic priorities of national health systems. The effective functioning of inpatient facilities providing round-the-clock care plays an important role in addressing these challenges, particularly through the optimization of hospital admission departments, which significantly influence overall institutional efficiency. Innovative approaches based on the principles of lean health care have been proposed to improve patient triage and routing according to the severity of clinical conditions, thereby enhancing both organizational performance and service accessibility [11].

Health system performance is closely linked to broader socio-economic development. When the state acts as the primary stakeholder in the organization and financing of health services, reductions in public health expenditure may adversely affect service quality and overall access to care. Such reductions may also contribute to the expansion of private health care markets, increase financial barriers for vulnerable population groups, and undermine public health programmes, including vaccination initiatives. In some contexts, decreased public financing has been associated with the introduction of user fees for health services, further reinforcing inequalities in access [12].

Comparative analyses of health system development in Russia and other countries have revealed persistent structural challenges despite improvements in selected health indicators. These challenges are largely attributed to inadequate material and technical infrastructure, workforce shortages, and insufficient technological modernization. Proposed reform priorities include strengthening human resource capacity, improving remuneration systems for health professionals, and gradually increasing health expenditure as a share of gross domestic product. Chronic underfunding of the health sector has remained a key issue, evolving from earlier financing approaches to more recent policies aimed at system optimization [13–14].

At the same time, global trends indicate a rapid expansion in the implementation of digital health technologies. International evidence suggests that telemedicine and other digital interventions can improve access to diagnostic and specialist services, enhance continuity of care, and support the management of chronic diseases, particularly for populations living in remote and underserved areas. In this context, digital health solutions are increasingly recognised as important instruments for strengthening health system performance and improving equity in access to care [15].

Sociological studies conducted in the Russian Federation during the COVID-19 period also revealed substantial barriers to accessing diagnostic services, subsidized medications, specialized outpatient cardiology care, and rehabilitation services. These findings highlight the need to improve health literacy, strengthen awareness of patient rights, and simplify access to consultative and diagnostic services within health systems [16].

Socio-economic transformations affecting rural areas have also influenced the accessibility and quality of medical care. Declines in agricultural production and deteriorating living conditions in rural communities have been associated with reduced availability of health services and negative impacts on population health. Although progress has been observed in achieving universal health coverage and reducing catastrophic health expenditures, the increasing share of out-of-pocket payments continues to contribute to financial vulnerability. These challenges underscore the importance of prioritizing public financing, strengthening intersectoral collaboration, and implementing targeted measures to support rural health systems [17–18].

Territorial and workforce determinants

Evidence from regional studies indicates significant disparities in the provision of health services between urban and rural populations. In many rural areas, limited availability of physicians, insufficient development of primary health care infrastructure, and

inadequate material and technical resources continue to hinder the effective delivery of medical services. These structural constraints necessitate the development of context-specific policy approaches aimed at improving workforce distribution, enhancing system performance, and strengthening territorial health planning [19].

The formation of sustainable workforce policy requires coordinated efforts across multiple sectors. International experience demonstrates that shortages and imbalances in the health workforce are widespread across countries and regions, negatively affecting population health outcomes. To address these challenges, various strategies have been implemented, including financial incentives, educational support programmes, and measures aimed at improving social integration and living conditions for health professionals in underserved areas. Cross-country analyses emphasize the importance of supporting physicians not only professionally but also socially and at the community level [20–21].

A sufficient number of qualified and motivated health workers, available in appropriate locations, remains a fundamental prerequisite for effective health system functioning. International reports highlight the need for comprehensive approaches to workforce recruitment and retention in rural and remote areas, including educational, regulatory, and financial interventions as well as professional and personal support mechanisms. Workforce shortages continue to represent one of the main barriers to achieving equitable access to medical care and advancing the goals of universal health coverage [22–24].

For example, in the United States, approximately one-fifth of the population resides in rural areas, while only a small proportion of physicians practice in these settings. Although a range of incentive programmes has been introduced to address this imbalance, their long-term effectiveness remains insufficiently evaluated. Mapping and analysis of such programmes in relation to designated workforce shortage areas can help identify regional disparities and inform the development of more targeted workforce policies [25].

Professional isolation, high workloads, limited access to continuing education, and restricted career development opportunities have been identified as major factors reducing the attractiveness of long-term rural medical practice. These challenges are further compounded by organizational and managerial constraints within rural health services. Studies focusing on young physicians have shown that factors such as rural background, family status, housing provision, and employment in primary care settings may influence motivation for sustained rural practice, highlighting the need for scientifically grounded approaches to workforce selection and retention [26–30].

Despite growing attention to workforce sustainability, further systematic research is required to evaluate the effectiveness of retention strategies and to identify interventions capable of reducing preventable staff attrition. In many African countries, for example, severe shortages of health personnel continue to limit the delivery of basic health services, emphasizing the global scale of the human resources crisis in health care [31–32]. Long-standing policy initiatives in countries such as Japan, including programmes combining tuition-free medical education with mandatory rural service, illustrate potential approaches to improving workforce distribution in underserved regions [33].

International experience demonstrates considerable diversity in the organization of health care systems aimed at improving accessibility of services. For example, India operates a three-tier health care structure designed to ensure population coverage through primary, secondary, and tertiary levels of care. However, despite this structured approach, significant shortages of specialists in rural areas have been reported, with inequalities in workforce distribution increasing over time. These challenges illustrate the persistent difficulty of achieving equitable access to medical care even in systems with formally established service hierarchies [34–36].

In the Republic of Kazakhstan, the accessibility of medical care remains a major public health challenge due to the country's vast territory, low population density in many regions, and the presence of numerous remote settlements.

Geographic dispersion creates structural barriers to the effective organization of primary health care services, contributes to inequalities in access to medical resources, and complicates the distribution and retention of health workforce in rural areas [37–38].

Evidence from various countries confirms that uneven distribution of medical personnel in rural areas represents a long-standing systemic problem. In the United Kingdom, for example, multiple strategies aimed at attracting and retaining general practitioners have been implemented; however, none has fully resolved workforce imbalances, indicating the need for comprehensive combinations of financial and non-financial incentives. Similar trends have been observed in Germany, where demographic changes, professional migration, and growing demand for medical services are expected to increase the risk of physician shortages in the medium term. Studies conducted in rural regions of Germany also emphasize logistical barriers to accessing care and highlight the potential role of mixed service delivery models, including telemedicine, in improving accessibility [39–44].

In countries with a high proportion of rural population, such as the Kyrgyz Republic, strengthening primary health care is considered a strategic priority for achieving universal health coverage and improving population health outcomes. International policy frameworks, including the Alma-Ata and Astana Declarations, emphasize the importance of intersectoral collaboration, community participation, and sustainable system development in addressing territorial inequalities in access to medical services [45–47].

Research conducted in the Russian Federation further underscores the importance of human resource capacity in ensuring the sustainability of rural health systems. Workforce shortages in primary care, challenges in ensuring continuity of care, and socio-economic determinants of physician migration remain key factors influencing service accessibility. Incentive measures such as housing provision, transportation support, and regional development programmes have been shown to influence employment decisions among young medical professionals [48–50].

In recent years, increasing attention has been given to the well-being of health care workers, particularly in rural settings. Professional stress and emotional burnout represent important factors affecting workforce retention and overall system sustainability. Although awareness of these issues has grown in the post-COVID-19 period, research on effective support interventions for rural medical personnel remains limited and requires further development [51].

Another determinant of accessibility and quality of medical care is the high workload of outpatient physicians. Time-and-motion studies indicate that a substantial proportion of working time is devoted to administrative and auxiliary tasks, reducing the efficiency of clinical practice and contributing to workforce shortages. High workloads combined with insufficient financial incentives negatively affect the attractiveness of employment in rural health care and may influence the health status of medical personnel themselves [52–54].

Demographic dynamics also play an important role in shaping demand for health services. In certain rural regions of Kazakhstan, rapid population growth and a high proportion of young residents create additional pressure on primary health care systems, particularly when service organization standards remain unchanged despite increasing population density. These trends further intensify workforce deficits and highlight the need for flexible and context-specific approaches to health system planning [55].

DISCUSSION

Integrated interpretation

Overall, the accessibility of medical care in rural areas is determined by a complex interaction of demographic, organizational, workforce-related, and regulatory factors, requiring comprehensive and regionally tailored management decisions. Despite ongoing structural reforms, emotional burnout among medical workers continues to represent a significant challenge affecting both rural and urban health care organizations. Systemic limitations in financing, labor organization, and intersectoral coordination may reduce the

sustainability of primary health care workforce capacity and ultimately influence service availability [56–57].

Organizational and digital implications

At the same time, improving the accessibility and efficiency of primary health care remains a key priority in the context of health system modernization. Persistent challenges include workforce constraints, fragmentation of service delivery processes, and suboptimal resource utilization. Addressing these issues requires comprehensive assessment of real working conditions in primary care settings and the development of practical organizational solutions aimed at enhancing patient-centeredness and system sustainability.

Empirical studies on the organization of outpatient care demonstrate opportunities for improving service efficiency through redistribution of professional responsibilities and the delegation of selected tasks to mid-level medical personnel. Such approaches may contribute to improved accessibility and quality of pediatric and general medical services [58].

Contemporary management models emphasize the importance of centralized organizational and methodological frameworks supported by medical information systems. The formalization of medical services and the use of digital technologies can improve process transparency, enhance coordination of care, and strengthen management capacity within health care organizations [59].

Digital transformation is increasingly recognized as a key driver of accessibility improvements. The development of patient-centered digital platforms facilitates communication between citizens and health care providers, expands organizational capacity, and supports the implementation of modern communication tools for patient engagement. When integrated into rational system architecture, digital solutions may contribute to cost reduction through automation of routine processes, personalization of care pathways, and optimization of service provision [60–61].

In Kazakhstan, targeted policy measures aimed at strengthening primary health care and reducing territorial disparities include initiatives focused on digital and organizational modernization. For example, the pilot project “Online Medicine” has been introduced to expand telemedicine services in rural and remote areas, reinforce continuity of care, and address workforce and geographic barriers to access [62–63].

The implementation of digital models of health care delivery is consistent with global public health priorities, including the United Nations Sustainable Development Goals (SDG 3), the concept of universal health coverage, and the principle of equity promoted by the World Health Organization. The expansion of telemedicine and other digital health services contributes to reducing disparities in access to quality medical care regardless of geographic location or socio-economic status. In this context, digital transformation is increasingly regarded as an important mechanism for improving system efficiency, continuity of care, and patient engagement [64–68].

An analysis of the evolution of the health care system in the Republic of Kazakhstan since independence demonstrates a gradual strengthening of institutional capacity and an expanding role of public health approaches in population health management, taking into account regional demographic and territorial characteristics. Despite persistent structural challenges, particularly workforce shortages and unequal access to services in rural areas, the modernization of rural health care has been identified as a strategic national priority [69].

To address these challenges, a set of systemic policy measures has been introduced to improve the sustainability of the primary health care workforce. These measures include mandatory service requirements for medical graduates, financial and social incentives aimed at attracting young professionals to underserved regions, expansion of state-funded medical education quotas, and increased residency grants with a focus on rural practice. At the same time, ongoing initiatives in digital transformation and the development of transport medicine—such as mobile medical units, medical trains, and air ambulance services—are intended to enhance the organizational capacity of rural health systems. Collectively, these interventions create more favorable conditions for improving equity in

access to health services and strengthening population health outcomes in geographically dispersed settings [70].

PRACTICAL IMPLICATIONS

Health policy should avoid treating workforce shortages, financing constraints, service fragmentation, and digital transformation as separate problems. The evidence supports coordinated packages combining workforce planning and retention, social and professional support, redistribution of selected functions within PHC teams, stable financing, patient-oriented digital services, and telemedicine models adapted to local infrastructure and population needs.

STRENGTHS AND LIMITATIONS

A strength of the review is the integrated analysis of financial, workforce, organizational, territorial, and digital determinants and the explicit consideration of the Kazakhstan context. The synthesis combines international scientific evidence with national regulatory and policy materials and preserves the distinction between access, quality, and system sustainability.

The review also has important limitations. The search was limited to Scopus, CyberLeninka, and selected official institutional sources and therefore may not have captured all relevant literature. The protocol was not prospectively registered, exhaustive record counts and independent duplicate screening were not documented, and no PRISMA-ScR flow diagram was generated. The review included heterogeneous primary studies, reviews, policy documents, and descriptive reports, and a single formal risk-of-bias instrument was not applied. Some sources were published before the priority period because of their foundational relevance. Differences in health-system organization, definitions, and indicators limit direct comparison and generalization. Most evidence supports associations and implementation considerations rather than definitive causal effects.

CONCLUSIONS

The findings of this review indicate that the accessibility and quality of health care services are closely associated with the sustainability of financial and organizational mechanisms within health systems. Insufficient public investment in health care may lead to deterioration in service quality, increased out-of-pocket expenditures, and the widening of social and territorial inequalities in access to medical care.

The effective modernization of health systems requires the development of intersectoral collaboration involving coordinated efforts among governmental authorities, health care organizations, educational institutions, employers, and the private sector. Such integrated approaches represent an essential prerequisite for addressing workforce shortages, improving service organization, and enhancing overall system performance.

Human resources for health remain one of the most critical determinants of accessibility, particularly in rural and remote areas. Policy priorities should therefore include continuous professional development of medical personnel, the implementation of targeted incentive programmes aimed at recruitment and retention, and the improvement of working conditions for both physicians and nursing staff across different levels of care.

Innovative organizational and digital solutions, including the optimization of patient routing, expansion of telemedicine services, and broader digital transformation of health care delivery, have significant potential to improve continuity, efficiency, and equity of access to medical services. These measures are especially relevant in countries characterized by large territories and uneven population distribution.

Ensuring the long-term sustainability of health systems requires a gradual increase in health sector financing combined with efforts to improve the efficiency of resource utilization. Strengthening the material and technical infrastructure of health care organizations and reducing socio-economic barriers to service utilization are important conditions for improving population health outcomes.

REFERENCES

1 World Health Organization. Global strategy on human resources for health: workforce 2030. Geneva: WHO; 2016. Available from: http://www.who.int/hrh/resources/russian_global_strategyHRH.pdf.
2 World Health Organization. WHO guideline on health policy and system support to optimize health worker programmes. Geneva: WHO; 2018. Available from: https://www.who.int/hrh/resources/19-091-WHOGuidelines-ru.pdf.
3 Burdastova YuV. Problems of human resources development in healthcare. Probl Sotsialnoi Gig Zdravookhranenniiai Istor Med. 2020;28(Suppl):1162-1167. doi:10.32687/0869-866X-2020-28-s2-1162-1167.
4 World Health Organization. Global spending on health: rising to the pandemic's challenges. Geneva: WHO; 2022.
5 Ashenov SA. Analysis of awareness and accessibility of medical care among category 4 patients at the primary health care level. Medicine. Science and Education. 2025;(Special issue):172-178. doi:10.24412/1609-8692-2025-0-172-178.
6 Perkhov VI, Gridnev OV. Lessons of the COVID-19 pandemic for public health policy. Current Problems of Health Care and Medical Statistics. 2020;(2):206-222. doi:10.24411/2312-2935-2020-00043.
7 Orlov AE, Eremeev AE, Proshina OA, Podusova TN. Contemporary approaches to the quality of medical care. Science and Innovations in Medicine. 2022;7(2):116-123. doi:10.35693/2500-1388-2022-7-2-116-123.
8 Aksenova EI, Beschetnova OV. Indicators of accessibility and quality of medical care ensuring population satisfaction in different countries: expert review. Moscow: Research Institute of Healthcare Organization and Medical Management; 2021.
9 World Health Organization. Global strategy on digital health 2020-2025. Geneva: WHO; 2021.
10 Omelyanovsky VV, Maksimova LV, Tatarinov AP. Foreign experience in financing and organization of healthcare systems. Finansovy Zhurnal. 2014;(3):22-34.
11 Banin IN, Konovalov OE, Shulaev AV, Breusov AV. Medical and organizational aspects of optimizing the work of an emergency hospital admission department. Bulletin of Modern Clinical Medicine. 2024;17(6):128-133. doi:10.20969/VSKM.2024.17(6).128-133.
12 Matsaeva AZh. Healthcare system as a factor of socio-economic development. Innovative Economy: Information, Analytics, Forecasts. 2023;(3):51-55.
13 Akhmeduev ASh. Problems of healthcare development and reform imperatives in Russia and the regions. Regional Economics: Theory and Practice. 2018;(5). Available from: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-razvitiya-i-imperativy-reformirovaniya-zdravoohraneniya-v-rossii-i-regionah.
14 Petrov VA. Healthcare reforms in the context of social policy. Economy and Society. 2020;11(78):1115-1125.
15 World Health Organization. WHO guideline: recommendations on digital interventions for health system strengthening. Geneva: WHO; 2019.
16 Glezer MG, Polyarnaya NG, Fomina TA, Vlasov YaV, Babkova NV. Quality and availability of health care for patients with cardiovascular diseases. Cardiovasc Ther Prev. 2023;22(4):3534. doi:10.15829/1728-8800-2023-3534.
17 Kalininskaya AA, Son IM, Shlyafer SI. Problems and prospects for rural healthcare development. Probl Sotsialnoi Gig Zdravookhranenniiai Istor Med. 2019;27(2):152-157.
18 Katkova IP. Russian healthcare in the context of achieving universal access to services by 2030. Population. 2020;(1).
19 Polukhina MG. Accessibility of medical care in rural areas as a key element of sustainable development. Regional Economics: Theory and Practice. 2019;(2).

20 Marinkin IO, Kondyurina EG, Aksenova EA, Pushkareva EA, Sokolov SV, Latukha OA. Improving regional healthcare personnel policy. Regionology. 2020;(3).
21 Nauryzbaeva AA, Kyrykbaeva SS, Kausheva AA, Meshchanov GT. International experience in developing healthcare workforce policy in rural areas. West Kazakhstan Medical Journal. 2020;(2):62.
22 World Health Organization. Health workforce policy and management in the context of COVID-19 response. Geneva: WHO; 2020.
23 World Health Organization. Retention of the health workforce in rural and remote areas: systematic review. Geneva: WHO; 2020.
24 Australian Institute of Health and Welfare. Rural and remote health. Canberra: AIHW; 2025.
25 Arredondo K, Touchette HN, Hahn S, Vincenti M, Watts BW. Programs addressing rural physician shortage in the USA: a narrative review. J Gen Intern Med. 2023;38(Suppl 3):916-922.
26 Struber JC. Recruiting and retaining allied health professionals in rural Australia. International Journal of Allied Health Sciences and Practice. 2004;2(2).
27 World Health Organization. Increasing access to health workers in remote and rural areas through improved retention: global policy recommendations. Geneva: WHO; 2010.
28 Buykx P, Humphreys J, Wakerman J, Pashen D. Systematic review of effective retention incentives for health workers in rural and remote areas: towards evidence-based policy. Aust J Rural Health. 2010;18(3):102-109. doi:10.1111/j.1440-1584.2010.01139.x.
29 Stagnitti K, Schoo A, Dunbar J, Reid C. Intention to stay among allied health professionals in rural regions. Journal of Allied Health. 2006;35(4):226-232.
30 Doshannikova OA, Pozdeeva TV, Filippov YuN, Khlapov AL, Doshchannikov DA. Social portrait of the modern rural physician. Social Aspects of Population Health. 2020;(1).
31 Esu EB, Chibuzor M, Aquaisua E, Udoh E, Sam O, Okoroafor S,, et al. Interventions for improving attraction and retention of health workers in rural and underserved areas: a systematic review of systematic reviews. J Public Health (Oxf). 2021;43(Suppl 1):i54-i66. doi:10.1093/pubmed/fdaa235.
32 Murphy GT, Goma F, MacKenzie A, Bradish S, Price S, Nzala S,, et al. Training and deployment policies for human resources for health in rural Africa. Hum Resour Health. 2014;12:72.
33 Liu X, Dou L, Zhang H, Sun Y, Yuan B. Context factors in strategies for improving attraction and retention of rural health workers. Hum Resour Health. 2015;13:61.
34 Hazarika I. Health workforce availability and distribution in India. WHO South-East Asia Journal of Public Health. 2013;2(2):106.
35 Iyengar S, Dholakia RH. Specialist services in rural public health systems for maternal and child health. Ahmedabad: Indian Institute of Management; 2015.
36 Singh A. Shortage and inequalities in specialist distribution in Uttar Pradesh. BMC Health Serv Res. 2019;19:331.
37 World Bank. Urban population (% of total population) – Kazakhstan. Available from: https://data.worldbank.org.
38 Scheffler RM, Campbell J, Cometto G, et al. Forecasting imbalances in the global health labor market. Hum Resour Health. 2018;16:11.
39 Sibbald B, McDonald R, Roland M. Shifting care from hospitals to community settings. J Health Serv Res Policy. 2007;12(2):110-117.
40 Pantenburg B, Luppa M, König HH, Riedel-Heller SG. Determinants of physician shortages in Germany. BMC Health Serv Res. 2019;19:812.
41 Organisation for Economic Co-operation and Development. Health workforce policies in OECD countries. Paris: OECD Publishing; 2016.
42 Scheidt LR, Köppen J, Götz K, Szecsenyi J. Barriers to access to primary health care in rural areas. BMC Fam Pract. 2018;19:117.
43 Obermann K, Müller P, Müller S, Schmidt J. The German healthcare system: strengths and weaknesses. Health Policy. 2015;119(7):929-936.

44 Starfield B. Primary care: balancing health needs, services and technology. New York: Oxford University Press; 1998.
45 World Health Organization. Declaration of Alma-Ata. Geneva: WHO; 1978.
46 World Health Organization, UNICEF. Declaration of Astana. Geneva: WHO; 2018.
47 Bekeshova EN. Development of primary health care in the Kyrgyz Republic. Healthcare of Kyrgyzstan. 2020;(2):12-18.
48 Sergeeva NM. Personnel provision of rural primary health care in the Russian Federation. Social Aspects of Population Health. 2019;65(3).
49 Doshannikova OA, Ivanova MA, Kuznetsov SV. Socio-economic factors influencing retention of rural physicians. Healthcare Manager. 2017;(6):22-29.
50 Doshannikova OA, Ivanova MA. Migration attitudes of young physicians and regional support measures. Probl Sotsialnoi Gig Zdravookhranenniiai Istor Med. 2018;26(4):247-252.
51 Malik M, Peñalosa M, Bush IM, Burhanullah H, Weston S, Weeks K,, et al. Well-being of rural health care workers. Fam Syst Health. 2024;42(3):355-374.
52 Ivanova MA, Doshannikova OA, Ivanova NV. Analysis of working time structure among outpatient physicians. Current Problems of Health Care and Medical Statistics. 2019;(2):313-322.
53 Lyutsko VV, Starodubov VI, Son IM. Photochronometry in assessing outpatient medical staff workload. Current Problems of Health Care and Medical Statistics. 2019;(1):34-51.
54 Tolmachev DA. Provision of functional diagnostics physicians in the Russian Federation. Current Problems of Health Care and Medical Statistics. 2019;(1):240-249.
55 Dzhaksylykov S. Super-large villages of southern Kazakhstan and rural development policy. Almaty: Soros Foundation-Kazakhstan; 2019.
56 Karsanov AM, Akhmetova AK, Nurtazina GZh. Emotional burnout among primary health care workers. Healthcare Manager. 2021;(4):45-52.
57 Katkova IP. Professional burnout of health workers as a factor in health system sustainability. Social Aspects of Population Health. 2020;(2).
58 Muntyan IA, Karaseva LA, Arkhipova SV. Working time standards for district pediatricians providing outpatient care. Health and Education in the XXI Century. 2017;19(9):72-76.
59 Mikheev AE, Fokht OA, Khait IL. Strategy for managing medical services in medical information systems. Healthcare Manager. 2022;(Suppl S1):38-44.
60 Kazakov IF, Guliev YaI, Belchenkov AA, Rudetsky SV. Development of patient-oriented IT services in medical organizations. Healthcare Manager. 2022;(Suppl S1):45-51.
61 Bukanov EK, Kurgan EG. Digital technologies in healthcare service optimization. Bulletin of the Academy of Knowledge. 2025;3(68):112-118.
62 Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan. Pilot project “Online medicine”. Available from: https://www.gov.kz.
63 Office of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan. Healthcare digitalization materials. Available from: https://primeminister.kz.
64 World Health Organization. Primary health care: closing the gap between public health and primary care. Geneva: WHO; 2018.
65 World Health Organization, UNICEF. A vision for primary health care in the XXI century. Geneva: WHO; 2018.
66 World Health Organization. Universal health coverage. Geneva: WHO; 2023.
67 World Health Organization. Health equity. Geneva: WHO; 2022.
68 United Nations. Sustainable Development Goal 3: ensure healthy lives and promote well-being for all at all ages. New York: United Nations.
69 Omarova DS, Begun DN, Bulycheva EV, Duysembaeva AN, Borshchuk EL. Formation of a public health system in the Republic of Kazakhstan. Current Problems of Health Care and Medical Statistics. 2024;(3).
70 Giniyat A. Modernising rural health care to increase life expectancy and social well-being [Internet]. Astana: Office of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan; 2022. Available from:

https://primeminister.kz/en/news/modernising-rural-health-care-to-increase-life-expectancy-and-social-well-being-3010107.

DECLARATIONS

Ethics approval and consent to participate. This review was based exclusively on published and publicly available aggregate data and did not involve patients, research participants, biological materials, or personal data. Ethics committee approval and informed consent were not required.
Safety considerations. No clinical intervention was performed. Safety was considered analytically, including risks related to delayed or unequal access, fragmentation of care, excessive workforce burden, digital exclusion, and information security.
Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interest requiring disclosure.
Funding. The study received no targeted funding from governmental, commercial, or nonprofit organizations.
Data availability. All data used in the narrative synthesis are contained in the manuscript and the cited sources. No separate publicly available primary dataset was generated.
Author contributions: M.A. Baimuratova, B.A. Turzhanova, A. Zakiolda, U.K. Dzhumatova, A. Bayanova, A. Sapar, and A. Myrzatkhan: Conceptualization; Methodology; Investigation; Data curation; Formal analysis; Writing - original draft; Writing - review and editing. All authors read and approved the final version of the manuscript and agreed to be accountable for all aspects of the work.

ДЕКЛАРАЦИИ

Этическое одобрение и согласие на участие. Обзор основан исключительно на опубликованных и общедоступных агрегированных данных и не предусматривал взаимодействия с пациентами или участниками исследований, использования биологического материала либо обработки персональных данных. Одобрение этического комитета и получение информированного согласия не требовались.
Безопасность. Клиническое вмешательство не проводилось. Вопросы безопасности рассматривались аналитически и включали риски несвоевременного или неравного доступа, фрагментации медицинской помощи, чрезмерной кадровой нагрузки, цифрового исключения и информационной безопасности.
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия.
Финансирование. Исследование не получало целевого финансирования со стороны государственных, коммерческих или некоммерческих организаций.
Доступность данных. Все данные, использованные для нарративного синтеза, содержатся в тексте статьи и цитируемых источниках. Отдельный общедоступный набор первичных данных не создавался.
Вклад авторов: М.А. Баймуратова, Б.А. Туржанова, А. Закиолда, У.К. Джуматова, А. Баянова, А. Сапар и А. Мырзатхан: разработка концепции; методология; проведение исследования; курирование данных; формальный анализ; подготовка первоначального варианта рукописи; рецензирование и редактирование рукописи. Все авторы прочитали и одобрили окончательную версию рукописи и согласились нести ответственность за все аспекты работы.

ДЕКЛАРАЦИЯЛАР

Этикалық мақұлдау және зерттеуге қатысуға келісім. Шолу тек жарияланған және жалпыға қолжетімді жинақталған деректерге негізделді және пациенттермен немесе зерттеуге қатысушылармен өзара әрекеттесуді, биологиялық материалды пайдалануды немесе дербес деректерді өңдеуді көздеген жоқ. Этикалық комитеттің мақұлдауы және ақпараттандырылған келісім алу талап етілмеді.
Қауіпсіздік. Клиникалық араласу жүргізілген жоқ. Қауіпсіздік мәселелері талдамалық тұрғыдан қарастырылып, уақтылы немесе тең қолжетімділіктің болмауы, медициналық

көмектің фрагментациясы, кадрлық жүктеменің шамадан тыс болуы, цифрлық шеттетілу және ақпараттық қауіпсіздік тәуекелдерін қамтыды.

Мүдделер қақтығысы. Авторлар жариялауды талап ететін мүдделер қақтығысының жоқ екенін мәлімдейді.

Қаржыландыру. Зерттеу мемлекеттік, коммерциялық немесе коммерциялық емес ұйымдардан мақсатты қаржыландыру алған жоқ.

Деректердің қолжетімділігі. Нарративтік синтез үшін пайдаланылған барлық деректер мақала мәтінінде және сілтеме жасалған дереккөздерде қамтылған. Бастапқы деректердің жеке жалпыға қолжетімді жиынтығы жасалған жоқ.

Авторлардың үлесі: М.А. Баймұратова, Б.А. Тұржанова, Ә. Закиолда, Ұ.К. Жұматова, А. Баянова, А. Сапар және А. Мырзатхан: тұжырымдамалау; әдіснама; зерттеу жүргізу; деректерді басқару; формалды талдау; қолжазбаның бастапқы нұсқасын дайындау; қолжазбаны қайта қарау және редакциялау. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы нұсқасын оқып, мақұлдады және жұмыстың барлық аспектілері үшін жауапкершілік алуға келісті.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Bayan Aralbekovna Turzhanova - pharmacist, Dr. Orynbayev Medical Center LLP, Shymkent, Kazakhstan; e-mail: bayanturzhanova@gmail.com; tel.: +7 707 424 8801; ORCID: 0009-0006-5218-6371. Corresponding author.

Mairash Aushatovna Baimuratova - Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Public Health and Social Sciences, Kazakhstan Medical University “KSPH”, Almaty, Kazakhstan; e-mail: m.baimuratova@ksph.kz; ORCID: 0000-0003-0219-7874.

Alikhan Zakiolda - second-year Master’s student in Public Health, Kazakhstan Medical University “KSPH”, Almaty, Kazakhstan; ORCID: 0009-0002-6719-5001.

Ulbosyn Kengeshbekovna Dzhumatova - Senior Lecturer, Caspian University International School of Medicine, Almaty, Kazakhstan; ORCID: 0000-0002-3242-0910.

Akmaral Myrzatkhan - General Practitioner, City Polyclinic No. 7, Almaty, Kazakhstan; ORCID: 0009-0002-3239-0457.

Aida Sapar - Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan.

Aidana Bayanova - first-year Master’s student in Preventive Medicine, Kazakhstan Medical University “KSPH”, Almaty, Kazakhstan; ORCID: 0009-0001-3021-876X.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Туржанова Баян Аралбековна - провизор, ТОО «Медицинский центр доктора Орынбаева», Шымкент, Казахстан.; e-mail: bayanturzhanova@gmail.com; тел.: +7 707 424 8801; ORCID: 0009-0006-5218-6371. Автор, ответственный за корреспонденцию.

Баймуратова Майраш Аушатовна - кандидат медицинских наук, ассоциированный профессор кафедры общественного здоровья и социальных наук, ТОО «Казахстанский медицинский университет “ВШОЗ”», Алматы, Казахстан; e-mail: m.baimuratova@ksph.kz; ORCID: 0000-0003-0219-7874.

Закиолда Алихан - магистрант второго года обучения по специальности «Общественное здравоохранение», ТОО «Казахстанский медицинский университет “ВШОЗ”», Алматы, Казахстан; ORCID: 0009-0002-6719-5001.

Джуматова Улбосын Кенгешбековна - старший преподаватель Международной школы медицины Caspian University, Алматы, Казахстан; ORCID: 0000-0002-3242-0910.

Мырзатхан Акмарал - врач общей практики, Городская поликлиника №7, Алматы, Казахстан; ORCID: 0009-0002-3239-0457.

Сапар Аида - Казахский национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова, Алматы, Казахстан.

Баянова Айдана - магистрант первого года обучения по специальности «Медико-профилактическое дело», ТОО «Казахстанский медицинский университет “ВШОЗ”», Алматы, Казахстан; ORCID: 0009-0001-3021-876X.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР:

Тұржанова Баян Аралбекқызы - провизор, «Орынбаев дәрігердің медициналық орталығы» ЖШС, Шымкент, Қазақстан; e-mail: bayanturzhanova@gmail.com; тел.: +7 707 424 8801; ORCID: 0009-0006-5218-6371. Хат-хабар алмасуға жауапты автор.
Баймұратова Майраш Аушатовна - медицина ғылымдарының кандидаты, қоғамдық денсаулық және әлеуметтік ғылымдар кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «ҚДСЖМ» Қазақстандық медицина университеті» ЖШС, Алматы, Қазақстан; e-mail: m.baimuratova@ksph.kz; ORCID: 0000-0003-0219-7874.
Закиолда Әлихан - «Қоғамдық денсаулық сақтау» мамандығы бойынша екінші курс магистранты, «ҚДСЖМ» Қазақстандық медицина университеті» ЖШС, Алматы, Қазақстан; ORCID: 0009-0002-6719-5001.
Жұматова Ұлбосын Кенгешбекқызы - Caspian University Халықаралық медицина мектебінің аға оқытушысы, Алматы, Қазақстан; ORCID: 0000-0002-3242-0910.
Мырзатхан Ақмарал - Жалпы практика дәрігері, №7 қалалық емхана, Алматы, Қазақстан; ORCID: 0009-0002-3239-0457.
Сапар Аида - С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті, Алматы, Қазақстан.
Баянова Айдана - «Медициналық-профилактикалық іс» мамандығы бойынша бірінші курс магистранты, «ҚДСЖМ» Қазақстандық медицина университеті» ЖШС, Алматы, Қазақстан; ORCID: 0009-0001-3021-876X.

Статья поступила: 17.02.2026
Статья принята: 19.03.2026
Тип статьи: Структурированный нарративный обзор
УДК: 614.2:616-073.7
МРНТИ: 76.29.62
DOI: 10.24412/1609-8692-2026-1-50-61

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКИМИ УСЛУГАМИ В ОТДЕЛЕНИИ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ

Тюлегенова А.Т.[3], Куракбаев К.К.[1], Имашева Б.И.[1], Москвин К.А.[3], Шапатов С.Б.[3]
[1] Казахстанский медицинский университет «Высшая школа общественного здравоохранения», Алматы, Республика Казахстан;
[2] Центральная городская клиническая больница, Алматы, Республика Казахстан;
[3] Региональный военный госпиталь с поликлиникой КНБ Республики Казахстан, Алматы, Республика Казахстан

Введение. Отделение лучевой диагностики является ключевым структурным подразделением медицинской организации, влияющим на своевременность клинических решений, качество медицинской помощи и безопасность пациентов. Современное управление радиологической службой включает переход к ценностно-ориентированной модели, интеграцию RIS/PACS, управление на основе данных и ответственное внедрение искусственного интеллекта.
Цель. Обобщить современные данные о подходах к совершенствованию системы управления медицинскими услугами в отделении лучевой диагностики.
Материалы и методы. Выполнен структурированный нарративный обзор публикаций PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science и eLIBRARY. Основной временной диапазон составил 2021–2026 гг.; дополнительно сохранены отдельные основополагающие работы 2019–2020 гг., непосредственно описывающие количественные эффекты интеграции RIS/PACS. Рассматривались систематические и нарративные обзоры, исследования внедрения, квазиэкспериментальные и когортные работы, содержащие организационные или управленческие исходы. Первичный поиск выявил 202 записи; в содержательный синтез включены 25 публикаций, а нормативные и профессиональные документы использованы для контекстной интерпретации.
Результаты. Выделены шесть взаимосвязанных направлений: value-based radiology, мультидисциплинарная интеграция, контроль времени подготовки заключений, централизованные радиологические сервисы и аналитика данных, интеграция RIS/PACS и внедрение искусственного интеллекта. Наиболее последовательно описаны сокращение времени подготовки заключений, снижение числа документационных ошибок и повторных исследований, повышение прозрачности потоков и возможности перераспределения нагрузки.
Обсуждение. Доказательная база неоднородна и включает обзоры, исследования качества и одноцентровые проекты внедрения. Поэтому наблюдаемые эффекты следует интерпретировать как контекстно зависимые; перенос решений между организациями требует локальной валидации, оценки ресурсов, интероперабельности, кибербезопасности и поствнедренческого мониторинга.
Заключение. Современная модель управления отделением лучевой диагностики должна сочетать клиническую ценность, стандартизированные процессы, цифровую аналитику, мультидисциплинарное взаимодействие и контролируемое внедрение искусственного интеллекта. Для подтверждения устойчивого клинического и экономического эффекта необходимы многоцентровые исследования внедрения с заранее определенными показателями.
Ключевые слова. лучевая диагностика; управление медицинскими услугами; value-based radiology; RIS; PACS; искусственный интеллект; цифровая трансформация.

IMPROVING THE MANAGEMENT OF MEDICAL SERVICES IN A DIAGNOSTIC IMAGING DEPARTMENT

Tyulegenova A.T.[3], Kurakbaev K.K.[1], Imasheva B.I.[1], Moskvin K.A.[3], Shapatov S.B.[3]
[1] Kazakhstan Medical University "Higher School of Public Health", Almaty, Republic of Kazakhstan;
[2] Central City Clinical Hospital, Almaty, Republic of Kazakhstan;
[3] Regional Military Hospital with Polyclinic of the National Security Committee of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Republic of Kazakhstan

Introduction. Diagnostic imaging departments are key units of healthcare organizations and directly affect the timeliness of clinical decisions, quality of care, and patient safety. Contemporary management increasingly combines value-based radiology, RIS/PACS integration, data-driven governance, and responsible artificial intelligence deployment.
Objective. To synthesize current evidence on approaches to improving the management of medical services in diagnostic imaging departments.
Methods. A structured narrative review of PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, and eLIBRARY publications was conducted. The core search period was 2021–2026; selected foundational studies from 2019–2020 were retained because they directly quantified RIS/PACS workflow effects. Systematic and narrative reviews, implementation studies, quasi-experimental studies, and cohort studies reporting organizational or managerial outcomes were eligible. The initial search identified 202 records; 25 publications were included in the thematic synthesis, while professional and normative documents were used for contextual interpretation.
Results. Six interrelated domains were identified: value-based radiology, multidisciplinary integration, report turnaround-time management, centralized radiology services and data analytics, RIS/PACS integration, and artificial intelligence. The most consistently reported outcomes were shorter report turnaround times, fewer documentation errors and repeat examinations, improved workflow transparency, and enhanced workload redistribution.
Discussion. The evidence base is heterogeneous and consists largely of reviews, quality-improvement studies, and single-center implementation projects. Reported effects are context-dependent; transfer to other institutions requires local validation, resource assessment, interoperability, cybersecurity, and post-deployment monitoring.
Conclusion. A contemporary diagnostic imaging management model should integrate clinical value, standardized workflows, data analytics, multidisciplinary collaboration, and governed artificial intelligence. Multicenter implementation studies with predefined clinical, operational, safety, and economic outcomes are needed.
Keywords. diagnostic imaging department; medical services management; value-based radiology; RIS; PACS; artificial intelligence; digital transformation.

СӘУЛЕЛІК ДИАГНОСТИКА БӨЛІМШЕСІНДЕ МЕДИЦИНАЛЫҚ ҚЫЗМЕТТЕРДІ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ЖЕТІЛДІРУ

Тюлегенова А.Т.[3], Куракбаев К.К.[1], Имашева Б.И.[1], Москвин К.А.[3], Шапатов С.Б.[3]
[1] «Қоғамдық денсаулық сақтау жоғары мектебі» Қазақстан медицина университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы;
[2] Орталық қалалық клиникалық аурухана, Алматы, Қазақстан Республикасы;
[3] Қазақстан Республикасы Ұлттық қауіпсіздік комитетінің емханасы бар өңірлік әскери госпиталі, Алматы, Қазақстан Республикасы

Кіріспе. Сәулелік диагностика бөлімшесі клиникалық шешімдердің уақтылығына, медициналық көмектің сапасына және пациенттердің қауіпсіздігіне тікелей әсер ететін медициналық ұйымның негізгі құрылымдық бөлімшесі болып табылады. Қазіргі басқару құндылыққа бағдарланған радиологияны, RIS/PACS интеграциясын, деректерге негізделген басқаруды және жасанды интеллектті жауапты енгізуді біріктіреді.
Мақсаты. Сәулелік диагностика бөлімшесінде медициналық қызметтерді басқару жүйесін жетілдіру тәсілдері туралы заманауи деректерді жинақтау.
Материалдар мен әдістер. PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science және eLIBRARY жарияланымдары бойынша құрылымдалған нарративтік шолу жүргізілді. Негізгі кезең 2021–2026 жылдарды қамтыды; RIS/PACS интеграциясының сандық әсерін тікелей сипаттайтын 2019–2020 жылдардағы жекелеген іргелі жұмыстар қосымша сақталды. Ұйымдастырушылық немесе басқарушылық нәтижелері бар жүйелі және нарративтік шолулар, енгізу зерттеулері, квазиэкспериментік және когорттық зерттеулер қарастырылды. Алғашқы іздеуде 202 жазба анықталып, тақырыптық синтезге 25 жарияланым енгізілді.
Нәтижелер. Алты өзара байланысты бағыт анықталды: value-based radiology, мультидисциплинарлық интеграция, қорытынды дайындау уақытын басқару, орталықтандырылған радиологиялық сервистер мен

деректер аналитикасы, RIS/PACS интеграциясы және жасанды интеллект. Ең тұрақты сипатталған нәтижелерге қорытынды дайындау уақытын қысқарту, құжаттамалық қателер мен қайталама зерттеулерді азайту, ағындардың ашықтығын және жүктемені қайта бөлуді жақсарту жатады.
Талқылау. Дәлелдер базасы біркелкі емес және көбіне шолулардан, сапаны жақсарту зерттеулерінен және бір орталықты енгізу жобаларынан тұрады. Сондықтан әсерлер контекстке тәуелді; басқа ұйымдарға көшіру жергілікті валидацияны, ресурстарды, интероперабельділікті, киберқауіпсіздікті және енгізуден кейінгі мониторингті бағалауды талап етеді.
Қорытынды. Сәулелік диагностика бөлімшесін басқарудың заманауи моделі клиникалық құндылықты, стандартталған үдерістерді, цифрлық аналитиканы, мультидисциплинарлық өзара әрекеттесуді және жасанды интеллектті бақыланатын енгізуді біріктіруі тиіс.
Түйінді сөздер. сәулелік диагностика бөлімшесі; медициналық қызметтерді басқару; value-based radiology; RIS; PACS; жасанды интеллект; цифрлық трансформация.

Введение

Отделение лучевой диагностики (ОЛД) является ключевым структурным подразделением медицинской организации, играющим важную роль как в клинической практике, так и в системе здравоохранения в целом. Современные методы визуализации - рентгенография, компьютерная и магнитно-резонансная томография, ультразвуковые и гибридные исследования - применяются на всех этапах оказания медицинской помощи и используются для диагностики, стратификации рисков, мониторинга течения заболеваний и оценки эффективности лечения. Результаты визуализационных исследований напрямую влияют на клинические решения, маршрутизацию пациентов, выбор тактики лечения и прогноз заболевания [1 - 3].

Современные подходы к организации здравоохранения рассматривают службу лучевой диагностики не только как вспомогательное подразделение, но и как активного участника мультидисциплинарного взаимодействия. Роль радиолога включает участие в клинических консилиумах, разработку диагностических протоколов, управление потоками исследований, обеспечение радиационной безопасности и внедрение инноваций [4].

На клиническом уровне деятельность службы лучевой диагностики способствует диагностической точности, раннему выявлению заболеваний, непрерывности наблюдения и обоснованности решений. Пациент-ориентированная коммуникация и участие радиолога в клиническом маршруте также рассматриваются как компоненты ценности радиологической услуги [5,6].

В последние годы функционирование ОЛД характеризуется ростом объемов исследований и требований к оперативности выдачи заключений при ограниченности оборудования, времени и кадров. Одновременно усложняются требования к радиационной безопасности, информированному согласию, применению контрастных препаратов, документации и контролю качества [7].

На практике это проявляется очередями на исследования, вариабельностью времени подготовки и выдачи заключений (report turnaround time), перегрузкой специалистов, конфликтом между скоростью потока и качеством, а также риском низкоценностных исследований [8,9].

Управленческая повестка постепенно смещается от количественных показателей к ценностно-ориентированному подходу (value-based radiology), учитывающему своевременность, клиническую уместность, безопасность, качество коммуникации результатов и вклад исследования в клинический исход [10,11].

Дополнительными вызовами являются цифровизация и интеграция радиологических информационных систем (RIS), архивов медицинских изображений (PACS) и медицинских информационных систем. Эти решения позволяют управлять потоками и ресурсами, стандартизировать процессы и формировать данные для аналитики, но требуют сопровождения, защиты данных и контроля их качества [12,13].

Внедрение искусственного интеллекта создает новые требования к интероперабельности, управлению изменениями, мониторингу качества, этике и правовой ответственности [14–16]. В связи с этим необходимо рассматривать совершенствование ОЛД как комплексную управленческую задачу, объединяющую клиническую ценность, организацию потоков, цифровую инфраструктуру и безопасность.

Цель исследования

Обобщить литературные данные о современных подходах к совершенствованию системы управления медицинскими услугами в отделении лучевой диагностики.

Научная новизна

Научная новизна обзора состоит в интеграции разрозненных клинических, организационных и цифровых подходов в единую управленческую рамку ОЛД. В отличие от работ, рассматривающих RIS/PACS, искусственный интеллект, время подготовки заключений или value-based radiology изолированно, настоящий обзор сопоставляет их как взаимозависимые элементы системы: клиническая ценность - процессы - данные - технологии - безопасность - показатели эффективности. Полученная структура может использоваться для формирования гипотез и разработки локальных программ улучшения качества, но не является готовым универсальным стандартом внедрения.

Материалы и методы

Дизайн обзора

Работа выполнена как структурированный нарративный обзор с элементами воспроизводимого поиска. Методологическое изложение ориентировано на применимые принципы SANRA; отдельные элементы PRISMA использованы для прозрачного описания поиска и отбора, однако статья не заявляется как систематический обзор и метаанализ.

Источники информации и стратегия поиска

Поиск выполнялся в PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science и eLIBRARY. Основной временной диапазон составил 2021–2026 гг. Отдельные основополагающие публикации 2019–2020 гг. сохранялись, если они непосредственно описывали количественные эффекты интеграции RIS/PACS и автоматизации отчетности. Использовались русско- и англоязычные комбинации терминов: «отделение лучевой диагностики», «управление медицинскими услугами», radiology department management, value-based radiology, report turnaround time, workflow, teleradiology, RIS, PACS, artificial intelligence, digital transformation. Запросы адаптировались к синтаксису каждой базы. Дополнительно просматривались списки литературы релевантных обзоров и профессиональных документов.

Первичный поиск выявил 202 записи. После удаления дубликатов проводился скрининг названий и аннотаций, затем оценка полнотекстовых публикаций. В тематический синтез вошли 25 публикаций; профессиональные заявления и нормативно-методические документы использовались для контекстной интерпретации. Полный журнал исключений и точная дата последнего поискового запроса в исходных материалах не были сохранены, поэтому PRISMA-диаграмма не представлена.

Критерии включения и исключения

Критерии включения: рецензируемые публикации, посвященные управлению, организации или цифровой трансформации радиологической службы; исследования внедрения, квазиэкспериментальные и когортные работы; систематические и нарративные обзоры; наличие организационных, процессных, клинических, безопасностных или экономических исходов. Допускались работы о value-based radiology, мультидисциплинарном взаимодействии, времени подготовки заключений, RIS/PACS, централизованных сервисах,

телерадиологии и внедрении искусственного интеллекта.

Критерии исключения: публикации без управленческого или организационного компонента; работы, оценивающие только диагностическую точность конкретного метода визуализации; тезисы без полного текста; редакционные комментарии без аналитической ценности; нерецензируемые материалы; дубликаты. Более ранние публикации включались только как основополагающие источники для отдельных процессных показателей.

Извлечение и критическая оценка данных

Из каждой публикации извлекались год и страна, тип исследования, организационный контекст, характеристика вмешательства или управленческого подхода, используемые цифровые системы, показатели эффективности, безопасность, ограничения и наличие сравнительной группы. Из-за неоднородности дизайнов, показателей и условий внедрения количественное объединение не проводилось. Критическая оценка выполнялась качественно с учетом дизайна, размера и репрезентативности выборки, наличия контроля, продолжительности наблюдения, внешней валидности и риска конфликта интересов.

Исходы обзора

Первичным исходом была организационная эффективность ОЛД: время подготовки заключений, пропускная способность, длительность этапов маршрута, распределение нагрузки и управляемость потоков. Вторичными исходами были повторные исследования, документационные ошибки, клиническая уместность, качество коммуникации, безопасность пациентов, удовлетворенность участников процесса, интероперабельность, устойчивость цифровой инфраструктуры и показатели внедрения искусственного интеллекта.

Безопасность

Вмешательство в отношении пациентов не проводилось. Безопасность рассматривалась как предмет обзора и включала радиационную безопасность, риски контрастных препаратов, конфиденциальность и кибербезопасность, ошибки автоматизации, алгоритмическую предвзятость, клинический надзор за искусственным интеллектом и необходимость поствнедренческого мониторинга.

Результаты

Синтез литературы позволил выделить ключевые проблемы ОЛД: рост объемов исследований при ограниченных ресурсах, вариабельность сроков подготовки заключений, перегрузка персонала, фрагментация информационных систем и необходимость демонстрировать клиническую ценность исследований. Управленческие решения были сгруппированы по шести направлениям.

1. Переход к ценностно-ориентированной модели управления

Согласно международному экспертному заявлению, радиологическая служба должна оцениваться не только по количеству выполненных исследований, но и по создаваемой клинической ценности: своевременности, обоснованности, влиянию на решение и исход, безопасности и качеству коммуникации [17]. Такой подход требует показателей клинической уместности, patient-reported и patient-centered metrics, а также оценки завершенности диагностического маршрута.

2. Мультидисциплинарная интеграция и расширение роли радиолога

Роль радиолога выходит за рамки интерпретации изображений и включает участие в консилиумах, управление диагностическими потоками, стандартизацию протоколов и коммуникацию критических результатов. Институционализация мультидисциплинарного взаимодействия может снижать вариабельность решений и повышать согласованность лечения [4].

3. Управление сроками подготовки заключений

В исследовании качества, проведенном в Омане, стандартизация процессов,

мониторинг и перераспределение потоков сопровождались улучшением времени подготовки заключений и доли исследований, завершенных в целевые сроки [18]. Эти данные подтверждают практическую значимость report turnaround time как индикатора, однако одноцентровой дизайн ограничивает переносимость результатов.

4. Управление на основе данных и централизованные радиологические сервисы

Единый радиологический информационный сервис может обеспечивать централизацию обработки исследований, выравнивание нагрузки между организациями и формирование управленческой аналитики. Агрегированные данные RIS/PACS позволяют выявлять узкие места, анализировать очереди, загрузку оборудования и специалистов, а также поддерживать оперативные решения [19].

5. Интеграция RIS/PACS и эффекты цифровизации

Интеграция RIS, PACS и отчетных систем может сокращать ручной ввод данных, время подготовки шаблонных элементов заключения и число ошибок. В одном исследовании автоматическое заполнение отчетов оценивалось как экономия до 68 минут рабочего времени в день на одного радиолога, однако результаты получены в одном центре и зависят от локального профиля исследований [20]. Обзоры также описывают снижение административных задержек, улучшение доступности изображений и уменьшение риска повторных исследований [21]. Сообщения об улучшении производительности после интеграции систем [22,23] следует интерпретировать с учетом различий в исходной инфраструктуре и методах оценки.

6. Интеграция искусственного интеллекта в управленческую модель

ИИ может использоваться для приоритизации рабочих списков, автоматизации отдельных операций и ускорения обработки критических случаев. Устойчивое внедрение требует стандартов обмена данными, интеграции с RIS/PACS, локальной клинической валидации, контроля версий, мониторинга дрейфа и процедуры реагирования на ошибки [24]. Обзоры подчеркивают, что возможные преимущества автоматизации зависят от организационной готовности и не устраняют необходимость клинического надзора [25,26].

На основе синтеза сформирована сводная управленческая модель (таблица 1).

Таблица 1 - Ключевые направления совершенствования управления в отделении лучевой диагностики

Направление	Содержание управленческих изменений	Основные инструменты	Ожидаемые эффекты
Value-based radiology	Смещение акцента с объема на клиническую ценность	Критерии уместности, patient-centered metrics, клинический аудит	Повышение ценности и снижение низкоценностных исследований
Мультидисциплинарная интеграция	Включение радиолога в клинические команды	Консилиумы, протоколы, стандарты коммуникации	Снижение вариабельности решений
Управление сроками	Контроль времени подготовки заключений	KPI, мониторинг, перераспределение потоков	Сокращение задержек и перегрузки
Цифровизация RIS/PACS	Интеграция информационных систем	RIS, PACS, МИС, DICOM/HL7, аналитические панели	Снижение ручных ошибок и ускорение потоков

Направление	Содержание управленческих изменений	Основные инструменты	Ожидаемые эффекты
Управление на основе данных	Использование данных для решений	Централизованные сервисы, dashboards, аудит	Выявление узких мест и оптимизация ресурсов
Искусственный интеллект	Автоматизация и приоритизация	ИИ-алгоритмы, интеграция с рабочими списками, мониторинг	Поддержка производительности при сохранении клинического надзора

Примечание. *Таблица отражает аналитическую модель авторов. Ожидаемые эффекты зависят от исходной инфраструктуры, кадровых ресурсов и качества внедрения.*

Обсуждение

Полученные данные показывают, что цифровая трансформация повышает управляемость ОЛД только при одновременной стандартизации процессов и распределении ответственности. RIS/PACS сами по себе не гарантируют клинического эффекта: результат зависит от качества интеграции, полноты данных, подготовки персонала и соответствия решения локальному маршруту.

Сокращение времени подготовки заключений, повторных исследований и документационных ошибок представляет важные операционные результаты. Однако большинство источников не оценивает долгосрочные клинические исходы, затраты полного жизненного цикла, влияние на профессиональное выгорание и устойчивость эффекта после завершения проекта внедрения.

Междисциплинарная интеграция дополняет цифровизацию, поскольку клиническая ценность изображения реализуется только при своевременной передаче и использовании результата. Поэтому показатели ОЛД должны включать не только производительность, но и уместность исследования, коммуникацию критических находок, завершенность последующего наблюдения и безопасность. ИИ следует рассматривать как компонент социотехнической системы, а не автономную замену специалиста. До внедрения необходимы локальная проверка, оценка влияния на поток, анализ ошибок и предвзятости, определение ответственности, обучение пользователей и план поствнедренческого мониторинга.

Для организаций с ограниченными ресурсами приоритетными могут быть базовая стандартизация маршрутов, контроль report turnaround time, интеграция RIS/PACS и достоверная управленческая аналитика. Более сложные решения, включая ИИ, целесообразно внедрять после стабилизации инфраструктуры и показателей качества.

Практическая значимость

Предложенная структура может использоваться руководителями медицинских организаций для поэтапной оценки зрелости ОЛД: 1) определение клинической ценности и набора KPI; 2) стандартизация потоков и коммуникации; 3) интеграция RIS/PACS и качества данных; 4) централизованная аналитика; 5) локально валидированное внедрение ИИ; 6) непрерывный аудит безопасности и результатов. Перед внедрением требуется адаптация к нормативным требованиям и ресурсам конкретной организации.

Сильные стороны и ограничения

Сильными сторонами обзора являются объединение управленческих, клинических и цифровых аспектов, рассмотрение безопасности и представление практической модели. Ограничения существенны. Поиск не имел сохраненной полной истории запросов и исключений, не проводился двумя независимыми рецензентами, формальный инструмент оценки риска систематической ошибки не применялся. Доказательства неоднородны

по дизайну, условиям, показателям и уровню цифровой зрелости; значительная часть данных получена в одноцентровых проектах и обзорах. Включение отдельных основополагающих публикаций 2019–2020 гг. выходит за основной временной диапазон. Не проводились метаанализ, оценка публикационной предвзятости и экономическое моделирование. Некоторые библиографические записи требуют окончательной сверки авторами по полнотекстовым версиям и сайтам издателей.

Заключение

Совершенствование управления медицинскими услугами в ОЛД требует комплексного подхода, объединяющего value-based radiology, мультидисциплинарное взаимодействие, контроль сроков, интеграцию RIS/PACS, управление на основе данных и ответственное внедрение искусственного интеллекта. Наиболее убедительные результаты относятся к процессным показателям - времени подготовки заключений, документационным ошибкам, повторным исследованиям и прозрачности потоков. Для подтверждения клинической и экономической результативности необходимы многоцентровые исследования внедрения с заранее определенными исходами, сопоставимыми группами и длительным наблюдением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Thompson MJ, Suchsland MZ, Hardy V, Lavallee DC, Lord S, Devine EB, et al. Patient-centred outcomes of imaging tests: recommendations for patients, clinicians and researchers. BMJ Qual Saf. 2023;32(9):536–545. doi:10.1136/bmjqs-2021-013311.

2 Castillo C, Steffens T, Sim L, Caffery L. The effect of clinical information on radiology reporting: a systematic review. J Med Radiat Sci. 2021;68(1):60–74. doi:10.1002/jmrs.424.

3 Aljahdali S, Azim G, Zabani W, Bafaraj S, Alyami J, Abduljabbar A. Effectiveness of radiology modalities in diagnosing and characterizing brain disorders. Neurosciences (Riyadh). 2024;29(1):37–43. doi:10.17712/nsj.2024.1.20230048.

4 European Society of Radiology (ESR). The role of the radiologist in the changing world of healthcare: a white paper of the European Society of Radiology. Insights Imaging. 2022;13:100. doi:10.1186/s13244-022-01241-4.

5 Kwee RM, Kwee TC. Communication and empathy skills: essential requisites for patient-centered radiology care. Eur J Radiol. 2021;140:109754. doi:10.1016/j.ejrad.2021.109754.

6 Rockall AG, Justich C, Helbich T, Vilgrain V. Patient communication in radiology: moving up the agenda. Eur J Radiol. 2022;155:110464. doi:10.1016/j.ejrad.2022.110464.

7 European Society of Radiology (ESR). Role of radiology in a multidisciplinary approach to patient care: summary of the ESR International Forum 2022. Insights Imaging. 2023;14:26. doi:10.1186/s13244-023-01377-x.

8 Ketineni RR, Singh B, Chandralekha AR, Soni K, Lodha N. Advances in radiological imaging modalities and their expanding role in the early diagnosis, monitoring, and prognosis of internal medicine disorders: a comprehensive review. Cureus. 2025;17(12):e99513. doi:10.7759/cureus.99513.

9 Kadom N, Cook TS, Bruno MA. Improving diagnosis: advances in radiology. Diagnosis (Berl). 2025;12(4):578–587. doi:10.1515/dx-2025-0128.

10 Rockall A, Visser JJ, Garcia-Villar C, Lev-Cohain N, Omoumi P, Revel MP, et al. Feedback in radiology: essential tool for improving user experience and providing value-based care. Insights Imaging. 2025;16:132. doi:10.1186/s13244-025-02002-9.

11 European Society of Radiology (ESR). Value-based radiology: what is the ESR doing, and what should we do in the future? Insights Imaging. 2021;12:108. doi:10.1186/s13244-021-01056-9.

12 Шулькин ИМ, Владзимирский АВ. Управление на основе данных в лучевой диагностике: оценка результативности модели единого радиологического информационного сервиса.

Менеджер здравоохранения. 2022;(7). Доступно по: https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-na-osnove-dannyh-v-luchevoy-diagnostike-otsenka-rezultativnosti-modeli-edinogo-radiologicheskogo-informatsionnogo
13 Shah A, Muddana PS, Halabi S. A review of core concepts of imaging informatics. Cureus. 2022;14(12):e32828. doi:10.7759/cureus.32828.
14 Aldhafeeri FM. Governing artificial intelligence in radiology: a systematic review of ethical, legal, and regulatory frameworks. Diagnostics (Basel). 2025;15(18):2300. doi:10.3390/diagnostics15182300.
15 Dean G, Montañà E, Kyriazi S, Shelmerdine SC, Buckens CF, Agrell H, et al. Real-world monitoring of artificial intelligence in radiology: challenges and best practices. Korean J Radiol. 2025;26(11):1010–1021. doi:10.3348/kjr.2025.0962.
16 Caldas de Lima JB, Griffin I, Gemmell JS, Davis K, Amanamba U, Zanjani NA, et al. Ethical, regulatory, and practical challenges in artificial intelligence-driven chest imaging. Semin Roentgenol. 2025;60(4):422–438. doi:10.1053/j.ro.2025.06.003.
17 Brady AP, Bello JA, Derchi LE, Fuchsjäger M, Goergen S, Krestin GP, et al. Radiology in the era of value-based healthcare: a multi-society expert statement from the ACR, CAR, ESR, IS3R, RANZCR, and RSNA. Radiology. 2021;298(3):486–491. doi:10.1148/radiol.2020209027.
18 Al Qassabi B, AlSukaiti R, Alajmi S, Omar AS, Ibrahim R, Banibakr AA, et al. Improving turnaround times and operational efficiency in radiology services: quality improvement study in Oman. Asian Pac J Cancer Prev. 2025;26(5):1709–1718. doi:10.31557/APJCP.2025.26.5.1709.
19 Шулькин ИМ, Владзимирский АВ. Радиологический информационный сервис как инструмент управленческой аналитики в медицинской организации. Медицинская информатика и телемедицина. 2022;28(3):45–53. doi:10.17816/MITM20222834553.
20 Kovacs MD, Cho MY, Burchett PF, Trambert M. Benefits of integrated RIS/PACS/reporting due to automatic population of templated reports. Curr Probl Diagn Radiol. 2019;48(1):37–39. doi:10.1067/j.cpradiol.2017.12.002.
21 Hanna M, Brabin J, Spuur K, et al. A narrative review of the benefits of RIS/PACS and its integration into radiology departments of low- and middle-income countries. Radiography (Lond). 2025;31:103185. doi:10.1016/j.radi.2025.103185.
22 Ayan S, et al. Impact of PACS and RIS integration on radiology workflow efficiency. J Digit Imaging. 2020;33(2):297–305. doi:10.1007/s10278-019-00292-3.
23 Langlotz CP, et al. Clinical impact of PACS integration on workflow and efficiency. Radiology. 2019;291(1):120–128. doi:10.1148/radiol.2019181787.
24 Tejani AS, Cook TS, Hussain M, Schmidt TS, O'Donnell KP. Integrating and adopting AI in the radiology workflow: a primer for standards and Integrating the Healthcare Enterprise profiles. Radiology. 2024;311(3):e232653. doi:10.1148/radiol.232653.
25 Friebe M. AI in radiology and interventions: a structured narrative review of workflow automation, accuracy, and efficiency gains of today and what is coming. Int J Comput Assist Radiol Surg. 2025. doi:10.1007/s11548-025-03547-2.
26 Kanakaraj P, Ramadass K, Bao S, Basford M, Jones LM, Lee HH, et al. Workflow integration of research AI tools into a hospital radiology rapid prototyping environment. J Digit Imaging. 2022;35(4):1023–1033. doi:10.1007/s10278-022-00601-2.

REFERENCES

1 Thompson MJ, Suchsland MZ, Hardy V, Lavallee DC, Lord S, Devine EB, et al. Patient-centred outcomes of imaging tests: recommendations for patients, clinicians and researchers. BMJ Qual Saf. 2023;32(9):536–545. doi:10.1136/bmjqs-2021-013311.
2 Castillo C, Steffens T, Sim L, Caffery L. The effect of clinical information on radiology reporting: a systematic review. J Med Radiat Sci. 2021;68(1):60–74. doi:10.1002/jmrs.424.

3 Aljahdali S, Azim G, Zabani W, Bafaraj S, Alyami J, Abduljabbar A. Effectiveness of radiology modalities in diagnosing and characterizing brain disorders. Neurosciences (Riyadh). 2024;29(1):37–43. doi:10.17712/nsj.2024.1.20230048.
4 European Society of Radiology (ESR). The role of the radiologist in the changing world of healthcare: a white paper of the European Society of Radiology. Insights Imaging. 2022;13:100. doi:10.1186/s13244-022-01241-4.
5 Kwee RM, Kwee TC. Communication and empathy skills: essential requisites for patient-centered radiology care. Eur J Radiol. 2021;140:109754. doi:10.1016/j.ejrad.2021.109754.
6 Rockall AG, Justich C, Helbich T, Vilgrain V. Patient communication in radiology: moving up the agenda. Eur J Radiol. 2022;155:110464. doi:10.1016/j.ejrad.2022.110464.
7 European Society of Radiology (ESR). Role of radiology in a multidisciplinary approach to patient care: summary of the ESR International Forum 2022. Insights Imaging. 2023;14:26. doi:10.1186/s13244-023-01377-x.
8 Ketineni RR, Singh B, Chandralekha AR, Soni K, Lodha N. Advances in radiological imaging modalities and their expanding role in the early diagnosis, monitoring, and prognosis of internal medicine disorders: a comprehensive review. Cureus. 2025;17(12):e99513. doi:10.7759/cureus.99513.
9 Kadom N, Cook TS, Bruno MA. Improving diagnosis: advances in radiology. Diagnosis (Berl). 2025;12(4):578–587. doi:10.1515/dx-2025-0128.
10 Rockall A, Visser JJ, Garcia-Villar C, Lev-Cohain N, Omoumi P, Revel MP, et al. Feedback in radiology: essential tool for improving user experience and providing value-based care. Insights Imaging. 2025;16:132. doi:10.1186/s13244-025-02002-9.
11 European Society of Radiology (ESR). Value-based radiology: what is the ESR doing, and what should we do in the future? Insights Imaging. 2021;12:108. doi:10.1186/s13244-021-01056-9.
12 Shulkin IM, Vladzimirskiy AV. Upravlenie na osnove dannykh v luchevoy diagnostike: otsenka rezultativnosti modeli edinogo radiologicheskogo informatsionnogo servisa [Data-driven management in radiology: evaluation of the effectiveness of a unified radiological information service model]. Menedzher zdravookhraneniya. 2022;(7). [In Russian]. Available from: https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-na-osnove-dannyh-v-luchevoy-diagnostike-otsenka-rezultativnosti-modeli-edinogo-radiologicheskogo-informatsionnogo
13 Shah A, Muddana PS, Halabi S. A review of core concepts of imaging informatics. Cureus. 2022;14(12):e32828. doi:10.7759/cureus.32828.
14 Aldhafeeri FM. Governing artificial intelligence in radiology: a systematic review of ethical, legal, and regulatory frameworks. Diagnostics (Basel). 2025;15(18):2300. doi:10.3390/diagnostics15182300.
15 Dean G, Montañà E, Kyriazi S, Shelmerdine SC, Buckens CF, Agrell H, et al. Real-world monitoring of artificial intelligence in radiology: challenges and best practices. Korean J Radiol. 2025;26(11):1010–1021. doi:10.3348/kjr.2025.0962.
16 Caldas de Lima JB, Griffin I, Gemmell JS, Davis K, Amanamba U, Zanjani NA, et al. Ethical, regulatory, and practical challenges in artificial intelligence-driven chest imaging. Semin Roentgenol. 2025;60(4):422–438. doi:10.1053/j.ro.2025.06.003.
17 Brady AP, Bello JA, Derchi LE, Fuchsjäger M, Goergen S, Krestin GP, et al. Radiology in the era of value-based healthcare: a multi-society expert statement from the ACR, CAR, ESR, IS3R, RANZCR, and RSNA. Radiology. 2021;298(3):486–491. doi:10.1148/radiol.2020209027.
18 Al Qassabi B, AlSukaiti R, Alajmi S, Omar AS, Ibrahim R, Banibakr AA, et al. Improving turnaround times and operational efficiency in radiology services: a quality improvement study in Oman. Asian Pac J Cancer Prev. 2025;26(5):1709–1718. doi:10.31557/APJCP.2025.26.5.1709.
19 Shulkin IM, Vladzimirskiy AV. Radiologicheskiy informatsionnyy servis kak instrument upravlencheskoy analitiki v meditsinskoy organizatsii [Radiological information service as a tool

for management analytics in a healthcare organization]. Meditsinskaya informatika i telemeditsina. 2022;28(3):45–53. [In Russian]. doi:10.17816/MITM20222834553.
20 Kovacs MD, Cho MY, Burchett PF, Trambert M. Benefits of integrated RIS/PACS/reporting due to automatic population of templated reports. Curr Probl Diagn Radiol. 2019;48(1):37–39. doi:10.1067/j.cpradiol.2017.12.002.
21 Hanna M, Brabin J, Spuur K, et al. A narrative review of the benefits of RIS/PACS and its integration into radiology departments of low- and middle-income countries. Radiography (Lond). 2025;31:103185. doi:10.1016/j.radi.2025.103185.
22 Ayan S, et al. Impact of PACS and RIS integration on radiology workflow efficiency. J Digit Imaging. 2020;33(2):297–305. doi:10.1007/s10278-019-00292-3.
23 Langlotz CP, et al. Clinical impact of PACS integration on workflow and efficiency. Radiology. 2019;291(1):120–128. doi:10.1148/radiol.2019181787.
24 Tejani AS, Cook TS, Hussain M, Schmidt TS, O'Donnell KP. Integrating and adopting AI in the radiology workflow: a primer for standards and Integrating the Healthcare Enterprise profiles. Radiology. 2024;311(3):e232653. doi:10.1148/radiol.232653.
25 Friebe M. AI in radiology and interventions: a structured narrative review of workflow automation, accuracy, and efficiency gains of today and what is coming. Int J Comput Assist Radiol Surg. 2025. doi:10.1007/s11548-025-03547-2.
26 Kanakaraj P, Ramadass K, Bao S, Basford M, Jones LM, Lee HH, et al. Workflow integration of research AI tools into a hospital radiology rapid prototyping environment. J Digit Imaging. 2022;35(4):1023–1033. doi:10.1007/s10278-022-00601-2.

Этическое одобрение и согласие на участие

Обзор основан исключительно на опубликованных агрегированных данных и не предусматривал взаимодействия с пациентами или участниками исследований, использования биологического материала либо обработки персональных данных. В связи с этим одобрение локального этического комитета и получение информированного согласия для выполнения настоящей работы не требовались.

Безопасность

Авторы не проводили клинических вмешательств. Вопросы безопасности рассмотрены в рукописи аналитически и включают радиационные, информационные, организационные и алгоритмические риски.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия.

Финансирование

Исследование не получало целевого финансирования со стороны государственных, коммерческих или некоммерческих организаций.

Доступность данных

Все данные, использованные для нарративного синтеза, содержатся в тексте статьи и цитируемых публикациях. Отдельный общедоступный набор первичных данных в рамках настоящего обзора не создавался.

Вклад авторов:

Тюлегенова Анар Таировна - Investigation; Data curation; Formal analysis; Writing - original draft.
Куракбаев Куралбай Куракбаевич - Conceptualization; Methodology; Supervision; Validation; Writing - review and editing.
Имашева Баян Имашкызы - Methodology; Investigation; Formal analysis; Writing - original draft; Writing - review and editing.

Москвин Константин Алексеевич - Investigation; Formal analysis; Writing - review and editing.
Шапатов Сакен Букейханович - Validation; Writing - review and editing.
Все авторы прочитали и одобрили окончательную версию рукописи и согласились нести ответственность за все аспекты работы.

Сведения об авторах:
Тюлегенова Анар Таировна - врач-рентгенолог (КТ/МРТ), Региональный военный госпиталь с поликлиникой КНБ РК, Алматы, Казахстан; e-mail: tyulegenova.anar@mail.ru; тел.: +7 747 284 1315. Автор, ответственный за корреспонденцию.
Куракбаев Куралбай Куракбаевич - заведующий кафедрой, профессор, доктор медицинских наук, Казахстанский медицинский университет «Высшая школа общественного здравоохранения», Алматы, Казахстан; e-mail: k.kurakbaev@ksph.kz; тел.: +7 701 212 6956; ORCID: 0000-0002-8117-6846.
Имашева Баян Имашкызы - старший преподаватель, магистр медицинских наук, Казахстанский медицинский университет «Высшая школа общественного здравоохранения», Алматы, Казахстан; e-mail: imasheva_bayan@inbox.ru; тел.: +7 701 133 3359; ORCID: 0000-0003-2261-4428.
Москвин Константин Алексеевич - заведующий отделением лучевой диагностики Регионального военного госпиталя с поликлиникой КНБ Республики Казахстан, Алматы, Казахстан; e-mail: konstantam@bk.ru; тел.: +7 775 927 0813.
Шапатов Сакен Букейханович - врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики Регионального военного госпиталя с поликлиникой КНБ Республики Казахстан, Алматы, Казахстан; e-mail: shapatov_saken@mail.ru; тел.: +7 701 746 0301.

Этикалық мақұлдау және зерттеуге қатысуға келісім
Шолу тек жарияланған жинақталған деректерге негізделді және пациенттермен немесе зерттеуге қатысушылармен тікелей өзара әрекеттесуді, биологиялық материалды пайдалануды немесе дербес деректерді өңдеуді көздеген жоқ. Осыған байланысты жергілікті этика комитетінің мақұлдауы және ақпараттандырылған келісім алу талап етілмеді.
Қауіпсіздік
Авторлар клиникалық араласу жүргізген жоқ. Қолжазбада қауіпсіздік мәселелері талдамалық тұрғыдан қарастырылып, радиациялық, ақпараттық, ұйымдастырушылық және алгоритмдік тәуекелдерді қамтиды.
Мүдделер қақтығысы
Авторлар жариялауды талап ететін мүдделер қақтығысының жоқ екенін мәлімдейді.
Қаржыландыру
Зерттеу мемлекеттік, коммерциялық немесе коммерциялық емес ұйымдардан мақсатты қаржыландыру алған жоқ.
Деректердің қолжетімділігі
Нарративтік синтез үшін пайдаланылған барлық деректер мақала мәтінінде және сілтеме жасалған жарияланымдарда қамтылған. Осы шолу аясында бастапқы деректердің жеке жалпыға қолжетімді жиынтығы жасалған жоқ.

Авторлардың үлесі:
Тюлегенова Анар Таировна - Investigation; Data curation; Formal analysis; Writing - original draft.
Куракбаев Куралбай Куракбаевич - Conceptualization; Methodology; Supervision; Validation; Writing – review and editing.
Имашева Баян Имашқызы - Methodology; Investigation; Formal analysis; Writing - original draft; Writing – review and editing.

Москвин Константин Алексеевич - Investigation; Formal analysis; Writing - review and editing.
Шапатов Сакен Бөкейханович - Validation; Writing - review and editing.
Барлық авторлар қолжазбаның соңғы нұсқасын оқып, мақұлдады және жұмыстың барлық аспектілері үшін жауапкершілік алуға келісті.

Авторлар туралы мәліметтер:
Тюлегенова Анар Таировна - дәрігер-рентгенолог (КТ/МРТ), ҚР ҰҚК емханасы бар өңірлік әскери госпиталі, Алматы, Қазақстан; e-mail: tyulegenova.anar@mail.ru; тел.: +7 747 284 1315. Хат-хабар алмасуға жауапты автор.
Куракбаев Куралбай Куракбаевич - кафедра меңгерушісі, профессор, медицина ғылымдарының докторы, «Қоғамдық денсаулық сақтау жоғары мектебі» Қазақстан медицина университеті, Алматы, Қазақстан; e-mail: k.kurakbaev@ksph.kz; тел.: +7 701 212 6956; ORCID: 0000-0002-8117-6846.
Имашева Баян Имашқызы - аға оқытушы, медицина ғылымдарының магистрі, «Қоғамдық денсаулық сақтау жоғары мектебі» Қазақстан медицина университеті, Алматы, Қазақстан; e-mail: imasheva_bayan@inbox.ru; тел.: +7 701 133 3359; ORCID: 0000-0003-2261-4428.
Москвин Константин Алексеевич - Қазақстан Республикасы Ұлттық қауіпсіздік комитетінің емханасы бар өңірлік әскери госпиталінің сәулелік диагностика бөлімшесінің меңгерушісі, Алматы, Қазақстан; e-mail: konstantam@bk.ru; тел.: +7 775 927 0813.
Шапатов Сакен Бөкейханович - Қазақстан Республикасы Ұлттық қауіпсіздік комитетінің емханасы бар өңірлік әскери госпиталінің сәулелік диагностика бөлімшесінің дәрігер-рентгенологы, Алматы, Қазақстан; e-mail: shapatov_saken@mail.ru; тел.: +7 701 746 0301.

Ethics approval and consent to participate
This review was based exclusively on published aggregate data and did not involve direct interaction with patients or research participants, the use of biological materials, or the processing of personal data. Therefore, approval from a local ethics committee and informed consent were not required for this study.
Safety considerations
The authors did not conduct any clinical interventions. Safety issues were considered analytically in the manuscript and included radiation-related, information-security, organizational, and algorithmic risks.
Conflict of interest
The authors declare that they have no conflicts of interest requiring disclosure.
Funding
This study received no targeted funding from governmental, commercial, or nonprofit organizations.
Data availability
All data used in the narrative synthesis are contained within the manuscript and the cited publications. No separate publicly available primary dataset was generated for this review.
Author contributions:
Anar T. Tyulegenova - Investigation; Data curation; Formal analysis; Writing - original draft.
Kuralbay K. Kurakbaev - Conceptualization; Methodology; Supervision; Validation; Writing - review and editing.
Bayan I. Imasheva - Methodology; Investigation; Formal analysis; Writing - original draft; Writing – review and editing.
Konstantin A. Moskvin - Investigation; Formal analysis; Writing - review and editing.
Saken B. Shapatov - Validation; Writing - review and editing.
All authors read and approved the final version of the manuscript and agreed to be accountable for all aspects of the work.

Author information:

Anar T. Tyulegenova - radiologist (CT/MRI), Regional Military Hospital with Outpatient Clinic of the National Security Committee of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan; e-mail: tyulegenova.anar@mail.ru; phone: +7 747 284 1315. Corresponding author.
Kuralbay K. Kurakbaev - Head of Department, Professor, Doctor of Medical Sciences, Kazakhstan Medical University "Higher School of Public Health," Almaty, Kazakhstan; e-mail: k.kurakbaev@ksph.kz; phone: +7 701 212 6956; ORCID: 0000-0002-8117-6846.
Bayan I. Imasheva - Senior Lecturer, Master of Medical Sciences, Kazakhstan Medical University "Higher School of Public Health," Almaty, Kazakhstan; e-mail: imasheva_bayan@inbox.ru; phone: +7 701 133 3359; ORCID: 0000-0003-2261-4428.
Konstantin A. Moskvin - Head of the Department of Diagnostic Imaging, Regional Military Hospital with Polyclinic of the National Security Committee of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan; e-mail: konstantam@bk.ru; phone: +7 775 927 0813.
Saken B. Shapatov - Radiologist, Department of Diagnostic Imaging, Regional Military Hospital with Polyclinic of the National Security Committee of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan; e-mail: shapatov_saken@mail.ru; phone: +7 701 746 0301.


KSPH