

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА LUNG CANCER CT ПРИ НИЗКОДОЗНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ДЛЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ РАКА ЛЕГКОГО

А. МУХАМЕДЖАН¹, А.С. ПАНИНА^{1,2}, Ж.С. АБДРАСИЛОВА¹,
А.А. КАЗЫКЕНОВА², Д.Р. КАЙДАРОВА¹, Ж.М. АМАНКУЛОВ¹

¹АО «Казахский научно-исследовательский институт онкологии и радиологии», Алматы, Республика Казахстан;

²НАО «Казахский национальный медицинский университет им. С. Д. Асфендиярова», Алматы, Республика Казахстан

АННОТАЦИЯ

Актуальность: В последние годы отмечается рост применения технологии искусственного интеллекта (ИИ) при выполнении низкодозной компьютерной томографии (НДКТ) легких, что, в свою очередь, привлекает значительное внимание. НДКТ широко используется для раннего выявления и мониторинга заболеваний легких, а точный анализ исследований имеет важное значение для эффективной диагностики и лечения.

Цель исследования – оценить диагностическую эффективность ИИ-системы в клиническом применении, сравнивая чувствительность к обнаружению легочных узлов и дифференциацию доброкачественных и злокачественных процессов с помощью ИИ и врачей-радиологов, с предоставлением теоретической основы для клинического использования.

Методы: Исследование основано на ретроспективном анализе НДКТ исследований, выполненных в рамках пилотного проекта по скринингу рака легкого. Использованы стандартизированные протоколы низкодозного сканирования на томографах с высоким разрешением, а интерпретация результатов проводилась опытными радиологами и экспертом с многолетним стажем. Для анализа данных и сегментации узлов применялись современные фреймворки глубокого обучения (TensorFlow, PyTorch).

Результаты: Результаты исследования показали, что модель глубокого обучения Lung Cancer CT, созданная для определения легочных узлов, обладает чувствительностью 63,4% (95% ДИ: 54,0-72,8%) и специфичностью 81,6% (95% ДИ: 79,8-83,4%).

Заключение: ИИ может улучшить процесс интерпретации НДКТ, однако, несмотря на полученные значения диагностической ценности, все еще требует дополнительной доработки для полного применения в практике.

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), низкодозная компьютерная томография (НДКТ), рак легкого.

Введение: Рак легкого является вторым по распространенности видом злокачественных опухолей у мужчин и женщин (после рака простаты и молочной железы, соответственно) и основной причиной смертности от рака во всем мире. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в 2020 году было зарегистрировано 2,2 миллиона новых случаев рака легких и 1,8 миллиона случаев смерти от этого бремени [1].

Как во всем мире, так и в Республике Казахстан, рак легких является актуальной проблемой здравоохранения так как занимает второе место по заболеваемости и основной причиной смертности от злокачественных новообразований. В 2021 году было зарегистрировано 3 615 новых случаев рака легкого и 2 086 случаев летального исхода в Казахстане [2].

Ранняя диагностика рака легких имеет решающее значение для успешного лечения и улучшения показателей общей выживаемости. Согласно литературным источникам, низкодозная компьютерная томография (НДКТ) является эффективным методом скрининга рака легких, позволяющим выявлять рак на ранних стадиях, что приводит к снижению смертности от данной патологии [3-6]. При проведении НДКТ скрининга необходима интерпретация большого количества изображений, процесс которой может занимать большое

количество времени и подвергаться вариабельности трактования в зависимости от опыта радиолога. Искусственный интеллект (ИИ) может повысить точность и эффективность скрининга рака легкого с применением НДКТ за счет автоматизации анализа изображений и предоставления радиологам поддержки в принятии решений [7], а также сократить время интерпретации НДКТ изображений.

За последние 10 лет были достигнуты значительные успехи в использовании технологии ИИ для ранней диагностики рака легких с применением НДКТ. Ряд исследований продемонстрировал, что алгоритмы ИИ имеют возможность точно определять и классифицировать легочные узлы на КТ-сканах, что значительно улучшает и имеет решающее значение для раннего выявления рака легкого. Помимо повышения выявляемости рака легкого на ранних стадиях, ИИ также может повысить эффективность скрининга НДКТ [7-9].

Несмотря на многообещающие результаты разработанных моделей ИИ при скрининге рака легкого, все еще имеются аспекты, требующие изучения. Разработанные алгоритмы ИИ должны быть улучшены на более разнообразных наборах данных для повышения обобщаемости в различных группах населения, например для жителей Центральной Азии для валидации на основе полученных результатов.

Цель исследования – оценить диагностическую эффективность ИИ-системы в клиническом применении, сравнивая чувствительность к обнаружению легочных узлов и дифференциацию доброкачественных и злокачественных процессов с помощью ИИ и врачей-радиологов, с предоставлением теоретической основы для клинического использования.

Материалы и методы:

Материалы: Ретроспективно были изучены данные НДКТ исследований, проведенных в рамках пилотного проекта по скринингу рака легких с 1 июня 2018 г. по 31 сентября 2023 года в городах Алматы, Усть-Каменогорск и в Алматинской области.

Сканирование проводили в Казахском научно-исследовательском институте онкологии и радиологии (КазНИИОР) и Восточно-Казахстанском областном многопрофильном центре онкологии и хирургии. При сканировании применяли компьютерные томографы с различным количеством детекторов (от 64 до 128) и

толщиной среза не более 1,25 мм. Все сканеры имели протокол сканирования с низкой дозой: напряжение 120 кВ, сила тока 10-40 мА. Эффективная доза для пациента не превышала 1 мЗв согласно приказу о профилактических осмотрах населения в Казахстане [10]. Сегментацию, аннотирование и интерпретацию НДКТ сканов выполняли 4 радиолога с опытом работы более 6 лет (рисунок 1). Для определения количества «истинных» узлов результаты НДКТ исследований были ретроспективно проанализированы приглашенным экспертом с 30-летним стажем чтения компьютерно-томографических исследований легких. Узелки в легких были классифицированы в соответствии с Системой отчетности и данных по визуализации легких (Lung-RADS 1.1).

Работа над моделью глубокого обучения проводилась сотрудниками, специализирующимися в области информационных технологий с применением специальных фреймворков и источников (библиотек) глубокого обучения (TensorFlow, PyTorch) (рисунок 1).

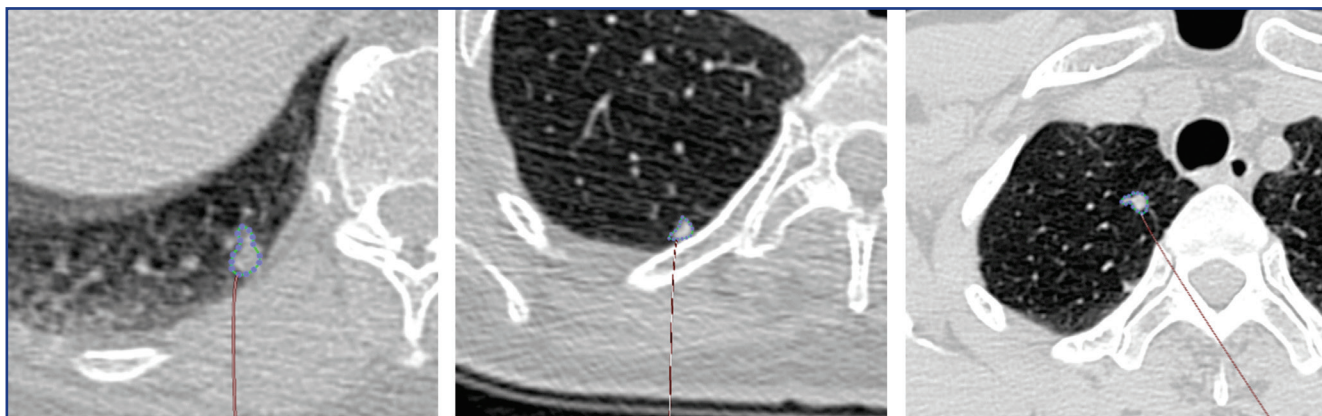


Рисунок 1 – Сегментация контуров легочных узелков на НДКТ-сканах пациента LDCT0266, выполненных в рамках пилотного проекта по скринингу рака легкого

Методы:

Предварительная обработка данных:

- Получение и анонимизация НДКТ.
- Извлечение областей интереса (ROI), содержащих легочные узлы, из НДКТ-сканов и создание фрагментов 2D- или 3D-изображений.
- Аннотации областей интереса, содержащих узелки в легких.

Разработка модели:

- Выбор и внедрение архитектур глубокого обучения для обнаружения легочных узелков.
- Создание моделей обучения на аннотированных КТ-сканах.
- Настройка гиперпараметров для оптимизации производительности модели.

Оценка модели:

- Оценка производительности модели ИИ на контрольном наборе КТ-сканов с использованием данных о диагностической ценности.

Статистический анализ:

Статистический анализ результатов проводился с использованием соответствующих тестов (t-тестов, хи-квадрат) и методов моделирования (логистической регрессии). Коэффициент Каппа Коэна (Cohen's Kappa) использовался для изучения степени согласия между радиологами и моделью ИИ.

Согласно международным требованиям, статистическая значимость полученных результатов была проверена значением *p* и доверительным интервалом. Результаты статистической обработки считали статистически значимыми при $p < 0,05$, полученные с помощью метода Монте-Карло. Все полученные при исследовании данные прошли статистическую обработку. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программного обеспечения SPSS версии 21.0 и Microsoft Office Excel 2018.

Исследование было одобрено локальным этическим комитетом АО «Казахский научно-исследовательский институт онкологии и радиологии» (Алматы, Казахстан).

Результаты: В ходе исследования были проанализированы НДКТ сканы 1 500 участников программы скрининга рака легкого. Наша модель глубокого обучения для скрининга рака легкого продемонстрировала показатели чувствительности 63,4% (95% ДИ: 54,0–72,8%) и специфичности 81,6% (95% ДИ: 79,8–83,4%) при обнаружении узелков в легких при НДКТ. Модель Lung Cancer CT была обучена на наборе данных из аннотированных КТ-сканов и протестирована на контрольном датасете из 1 000 КТ сканов. Далее мы проанализировали эффективность модели глубокого обучения, сравнив ее с работой радиологов с разным уровнем опыта.

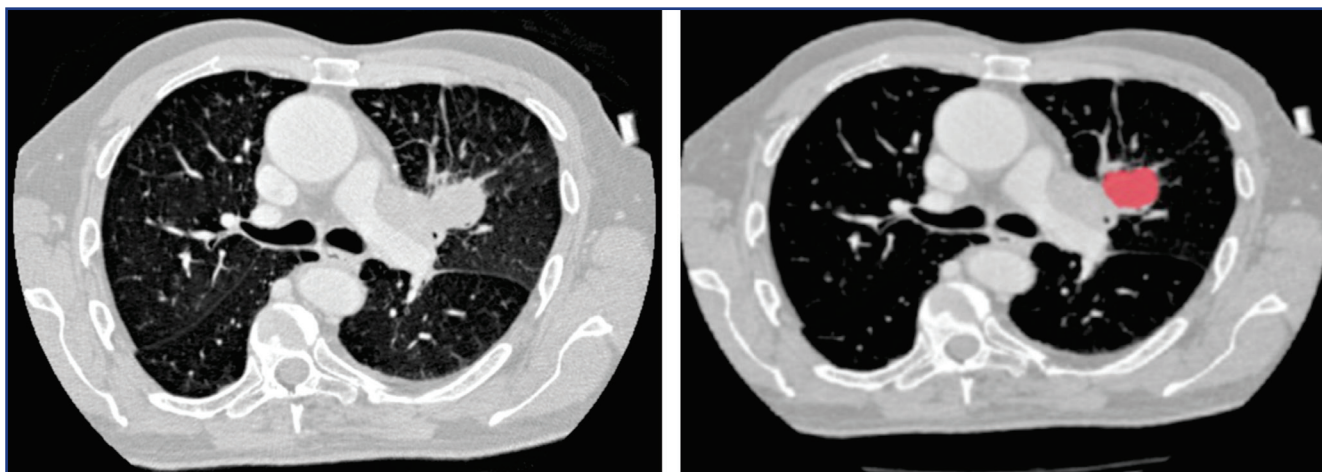


Рисунок 2 – НДКТ-изображение центрального новообразования S1/2 верхней доли левого легкого пациента LDCT0286, выполненных в рамках пилотного проекта по скринингу рака легкого

Данные рисунка 2 демонстрируют, что предложенная модель, обученная на выявление узелков в легких, успешно определила образование в легком, указывая ее местоположение с помощью меток. Это иллюстрирует потенциал ИИ в автоматическом обнаружении и диагностике легочных патологий.

Однако следует отметить, что при интерпретации результатов, основанных на системах ИИ,

всегда необходимо учитывать возможные ограничения и потенциальные ошибки. В данном случае, несмотря на успешное обнаружение массы, могут возникать ситуации, когда ИИ ошибочно идентифицирует плевральные спайки на верхушках легких (рисунок 3) как узелки легких или имеет ограниченные возможности для обнаружения субплевральных узелков.

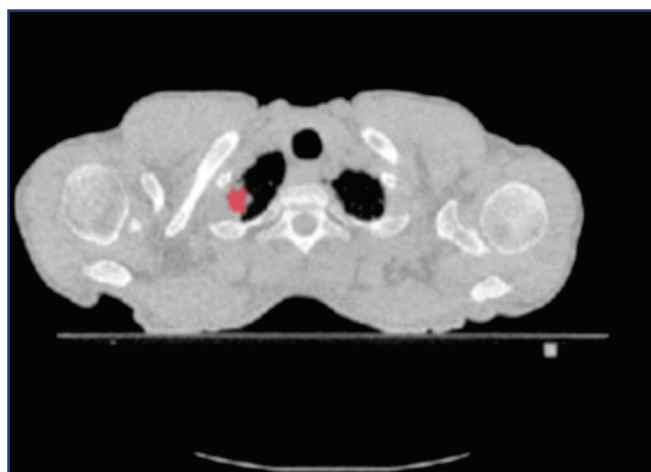


Рисунок 3 – Плевральные спайки на верхушках легких, которые ИИ ошибочно идентифицировал как узелки легких, снимки пациента LDCT1106, выполненных в рамках пилотного проекта по скринингу рака легкого

Было обнаружено, что эффективность модели ИИ аналогична эффективности радиологов с опытом работы менее 5 лет, с чувствительностью 67,1% и специфичностью 83,8%. Более опытные радиологи показали более высокую точность в выявлении легочных узелков, с чувствительностью 94,2% и специфичностью 98,8%, однако радиологам потребовалось три раза больше времени на интерпретацию НДКТ чем технологии ИИ.

Также было выявлено, что модель глубокого обучения улучшает работу радиологов за счет увеличения объема интерпретированных НДКТ исследований за одинаковый интервал времени на 38%.

Однако следует отметить, что модель ИИ показала более низкую чувствительность (40%) и специфич-

ность (82%) при обнаружении субплевральных узелков разных размеров. При анализе эффективности модели по размеру и местоположению легочных узелков было выявлено, что ИИ показал лучшие результаты при обнаружении паренхиматозно расположенных легочных узелков у пациентов с более крупными узлами в легких (диаметром > 10 мм) по сравнению с более мелкими узлами (диаметром < 10 мм) с чувствительностью 83,3% и 67,8%, соответственно.

Обсуждение: В нашем исследовании оценивалась эффективность применения модели глубокого обучения в скрининге рака легкого с помощью НДКТ. Модель достигла чувствительности 63,4% и специфичности 81,6% при обнаружении легочных узлов, что согласо-

ется с предыдущими исследованиями, в которых сообщалось о чувствительности от 63% до 96% и специфичности от 60% до 98% [11-14]. Также было обнаружено, что производительность модели ИИ аналогична эффективности радиологов с опытом работы менее 5 лет, что указывает на ее потенциал развития.

Это согласуется с предыдущими исследованиями, в которых сообщалось, что радиологи с большим опытом имеют более высокую чувствительность и специфичность по сравнению с менее опытными врачами [15-17]. Однако, выявленный нами факт, что радиологи обеих групп затратили больше времени на интерпретацию результатов, чем модель с использованием ИИ, говорит о том, что модель с ИИ может стать более эффективной и надежной альтернативой «ручной» интерпретации КТ, особенно для менее опытных радиологов.

Несмотря на многообещающие результаты использования ИИ в скрининге рака легких, наше исследование выявило несколько значительных ограничений, которые необходимо учитывать при клиническом применении ИИ:

Низкая точность выявления субплеврально расположенных узелков: результаты данного исследования показали, что ИИ демонстрирует значительно более низкую чувствительность (40%) и специфичность (82%) при обнаружении субплеврально расположенных узелков, в частности тех, которые имеют малый диаметр (<10 мм). Это ограничивает эффективность модели в обнаружении новообразований, расположенных в сложных для интерпретации зонах, что может приводить к пропуску потенциально злокачественных образований.

Ошибка в классификации легочных структур: в некоторых случаях ИИ ошибочно интерпретирует плевральные спайки, особенно в верхушках легких, сосуды и дегенеративные изменения элементов позвонков как легочные узелки. Это может привести к ложноположительным результатам, что, в свою очередь, повышает нагрузку на врачей.

Ограниченная способность к интерпретации сложных случаев: несмотря на то, что применение технологии на базе ИИ может значительно улучшить диагностику легочных узелков, его возможности в сложных клинических случаях, таких как мультифокальные или диффузные поражения легочной паренхимы, центральные новообразования легких, остаются ограниченными.

Результаты исследования показали необходимость дальнейшего совершенствования модели Lung Cancer CT для выявления субплевральных узелков, что может потребовать включения дополнительных характеристик элементов или большого количества данных.

Несмотря на ограничения в обнаружении субплеврально расположенных поражений, наше исследование предполагает, что модель ИИ может стать полезным инструментом для скрининга рака легких с помощью НДКТ. Следует отметить, что модель Lung Cancer CT смогла улучшить работу радиологов с опытом менее 5 лет и увеличить общий объем интерпретируемых НДКТ сканов для радиологов. Применение технологии ИИ, безусловно, имеют потенциал в повышении эффективности и точности скрининга рака лег-

ких с помощью НДКТ [16-18]. Однако необходимы дальнейшие исследования для проверки эффективности модели на более крупных и разнообразных наборах данных.

Хотя сегодня разрабатывается и испытывается большое количество ИИ моделей, по-прежнему остается потребность в поиске наиболее оптимальных моделей автоматического обнаружения и дифференциации легочных узелков на НДКТ сканах. Наши результаты показывают, что такая модель может стать полезным инструментом при скрининге рака легкого с помощью НДКТ, особенно для менее опытных радиологов, и может увеличить объем обрабатываемых КТ-данных. Однако необходимы дальнейшие усовершенствования для повышения ее чувствительности и специфичности, особенно при обнаружении более мелких и субплеврально расположенных поражений. Также необходимы дальнейшие исследования для проверки эффективности модели на более крупной выборке.

Заключение: В результате данного исследования было выявлено, что модель Lung Cancer CT может предоставить дополнительные доказательства потенциала моделей ИИ для применения в скрининге рака легкого. Однако, несмотря на существующие ограничения технологии в обнаружении субплевральных узелков и легочных узелков мелкого диаметра, модель может стать ценным инструментом для повышения общей эффективности скрининговых программ. Для полной реализации потенциала моделей ИИ в скрининге рака легких необходимы дальнейшие работы по усовершенствованию и валидации.

Список использованных источников:

1. Sung H., Ferlay J., Siegel R.L., Laversanne M., Soerjomataram I., Jemal A., Bray F. *Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries* // *CA Cancer J. Clin.* – 2021. – Vol. 71 (3). – P. 209-249. <https://doi.org/10.3322/CAAC.21660>
2. Кайдарова Д.Р., Шатковская О.В., Онгарбаев Б.Т., Сейсенбаева Г.Т., Ажмагамбетова А.Е., Жылкайдарова А.Ж., Лаврентьева И.К., Саги М.С. *Показатели онкологической службы Республики Казахстан за 2022 год (статистические и аналитические материалы)* / под ред. Д.Р. Кайдаровой. – Алматы: КазНИИОИР, 2023. – 430 с. [Kaidarova D.R., Shatkovskaya O.V., Ongarbaev B.T., Seisenbaeva G.T., Azhmagambetova A.E., Zhylykaidarova A.Zh., Lavrent'eva I.K., Sagi M.S. *Pokazateli onkologicheskoy sluzhby Respubliki Kazaxstan za 2022 god (statisticheskie i analiticheskie materialy)* / pod red. D.R. Kaidarovoj. – *Almaty: KazNIIOiR, 2023. – 430 s. (in Russ.)*]. <https://doi.org/10.52532/1-09-2023-1-430>
3. Jonas D.E., Reuland D.S., Reddy S.M., Nagle M., Clark S.D., Weber R.P., Enyioha C., Malo T.L., Brenner A.T., Armstrong C., Coker-Schwimmer M., Middleton J.C., Voisin C., Harris R.P. *Screening for Lung Cancer With Low-Dose Computed Tomography: Updated Evidence Report and Systematic Review for the US Preventive Services Task Force* // *JAMA.* – 2021. – Vol. 325 (10). – P. 971-987. <https://doi.org/10.1001/JAMA.2021.0377>
4. Gheysens G., De Wever W., Cockmartin L., Bosmans H., Coudyzer W., De Vuysere S., Lefere M. *Detection of pulmonary nodules with scoutless fixed-dose ultra-low-dose CT: a prospective study* // *Eur. Radiol.* – 2022. – Vol. 32 (7). – P. 4437-4445. <https://doi.org/10.1007/s00330-022-08584-y>
5. Tylski E., Goyal M. *Low Dose CT for Lung Cancer Screening: The Background, the Guidelines, and a Tailored Approach to Patient Care* // *Mo. Med.* – 2019. – Vol. 116 (5). – P. 414. <https://doi.org/10.52532/1-09-2023-1-430>
6. Miller A.R., Jackson D., Hui C., Deshpande S., Kuo E., Hamilton G.S., Lau K.K. *Lung nodules are reliably detectable on ultra-low-dose CT utilising model-based iterative reconstruction with radiation equivalent to plain radiography* // *Clin. Radiol.* – 2019. – Vol. 74 (5). – P. 409.e17-409.e22. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2019.02.001>

7. Revel M.P., Abdoul H., Chassagnon G., Canniff E., Durand-Zaleski I., Wislez M. Lung CAncer SCreening in French women using low-dose CT and Artificial Intelligence for DEtection: the CASCADE study protocol // *BMJ Open*. – 2022. – Vol. 12. – Art. no. e067263. <https://doi.org/10.1136/BMJOPEN-2022-067263>

8. Ye K., Chen M., Li J., Zhu Q., Lu Y., Yuan H. Ultra-low-dose CT reconstructed with ASiR-V using SmartmA for pulmonary nodule detection and Lung-RADS classifications compared with low-dose CT // *Clin. Radiol.* – 2021. – Vol. 76 (2). – P. 156.e1-156.e8. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2020.10.014>

9. Garau N., Paganelli C., Summers P., Choi W., Alam S., Lu W., Fanciullo C., Bellomi M., Baroni G., Rampinelli C. External validation of radiomics-based predictive models in low-dose CT screening for early lung cancer diagnosis // *Med Phys.* – 2020. – Vol. 47 (9). – P. 4125. <https://doi.org/10.1002/MP.14308>

10. Об утверждении гигиенических нормативов к обеспечению радиационной безопасности. Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 2 августа 2022 года № ҚР ДСМ-71. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 3 августа 2022 года № 29012 [Ob utverzheniiu gigienicheskix normativov k obespecheniyu radiacionnoj bezopasnosti. Prikaz Ministra zdavoohraneniya Respubliki Kazaxstan ot 2 avgusta 2022 goda № ҚР ДСМ-71. Zaregistririvan v Ministerstve yusticii Respubliki Kazaxstan 3 avgusta 2022 goda № 29012 (in Russ.)]. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2200029012#z3>

11. Hsu Y.C., Tsai Y.H., Weng H.H., Hsu L.S., Tsai Y.H., Lin Y.C., Hung M.S., Fang Y.H., Chen C.W. Artificial neural networks improve LDCT lung cancer screening: a comparative validation study // *BMC Cancer*. – 2020. – Vol. 20. – Art. no. 1023. <https://doi.org/10.1186/S12885-020-07465-1>

12. Chamberlin J., Kocher M.R., Waltz J., Snoddy M., Stringer N.F.C., Stephenson J., Sahbaee P., Sharma P., Rapaka S., Schoepf U.J., Abadia

A.F., Sperl J., Hoelzer P., Mercer M., Somayaji N., Aquino G., Burt J.R. Automated detection of lung nodules and coronary artery calcium using artificial intelligence on low-dose CT scans for lung cancer screening: accuracy and prognostic value // *BMC Med.* – 2021. – Vol. 19. – Art. no. 55. <https://doi.org/10.1186/S12916-021-01928-3>

13. Sun T., Zhang R., Wang J., Li X., Guo X. Computer-Aided Diagnosis for Early-Stage Lung Cancer Based on Longitudinal and Balanced Data // *PLoS One*. – 2013. – Vol. 8 (5). – Art. no. e63559. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0063559>

14. Teramoto A., Tsujimoto M., Inoue T., Tsukamoto T., Imaizumi K., Toyama H., Saito K., Fujita H. Automated Classification of Pulmonary Nodules through a Retrospective Analysis of Conventional CT and Two-phase PET Images in Patients Undergoing Biopsy // *Asia Ocean J. Nucl. Med. Biol.* – 2019. – Vol. 7 (1). – P. 29. <https://doi.org/10.22038/AOJNMB.2018.12014>

15. Grenier P.A., Brun A.L., Mellot F. The Potential Role of Artificial Intelligence in Lung Cancer Screening Using Low-Dose Computed Tomography // *Diagnostics*. – 2022. – Vol. 12 (10). – Art. no. 2435. <https://doi.org/10.3390/DIAGNOSTICS12102435>

16. Yanagawa M. Artificial Intelligence Improves Radiologist Performance for Predicting Malignancy at Chest CT // *Radiology*. – 2022. – Vol. 304 (3). – P. 692–693. <https://doi.org/10.1148/RADIOLOGY.220571/ASSET/IMAGES/LARGE/RADIOLOGY.220571.FIG1.JPEG>

17. de Margerie-Mellon C., Chassagnon G. Artificial intelligence: A critical review of applications for lung nodule and lung cancer // *Diagn Interv Imaging*. – 2023. – Vol. 104 (1). – P. 11-17. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2022.11.007>

18. Ewals L.J.S., van der Wulp K., van den Borne B.E.E.M., Ployter J.R., Jacobs I., Mavroeidis D., van der Sommen F., Nederend J. The Effects of Artificial Intelligence Assistance on the Radiologists' Assessment of Lung Nodules on CT Scans: A Systematic Review // *J. Clin. Med.* – 2023. – Vol. 12 (10). – Art. no. 3536. <https://doi.org/10.3390/jcm12103536>

АНДАТПА

ӨКПЕ ҚАТЕРЛІ ІСІГІН ЕРТЕ ДИАГНОСТИКАЛАУ ҮШІН АЗ ДОЗАЛЫ КОМПЬЮТЕРЛІК ТОМОГРАФИЯДА LUNG CANCER CT ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУ

А. Мұхамеджан¹, А.С. Панина^{1,2}, Ж.С. Әбдрасилова¹, Ә.А. Қазыкенова², Д.Р. Кайдарова¹, Ж.М. Аманкулов¹

¹«Қазақ онкология және радиология ғылыми-зерттеу институты» АҚ, Алматы, Қазақстан Республикасы;
²«С.Д. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті» КЕАҚ, Алматы, Қазақстан Республикасы

Өзектілігі: Соңғы жылдары өкпенің аз дозалы компьютерлік томографиясын (АДКТ) жасағанда жасанды интеллект (ЖИ) технологиясын қолдану айтарлықтай артқандықтан оған деген назар да артып келеді. АДКТ өкпе ауруларын ерте анықтау және бақылау үшін кеңінен қолданылады, ал тиімді диагностика мен емдеу үшін зерттеуді нақты талдау өте маңызды.

Зерттеудің мақсаты – өкпе түйіндерін анықтау сезімталдығын және қатерлі мен қатерсіз үдерістерді ажыратудағы жасанды интеллект (ЖИ) жүйесінің диагностикалық тиімділігін клиникалық тәжірибеде бағалау, оны радиолог дәрігерлердің нәтижесімен салыстыру, сондай-ақ клиникалық қолдануға теориялық негіз ұсыну.

Әдістері: Зерттеу өкпе қатерлі ісігін скринингтеу бойынша пилоттық жоба аясында орындалған АДКТ скандарын ретроспективті талдауға негізделген. Ажыратылымы жоғары томографтарда аз дозалы стандартталған сканерлеу хаттамалары қолданылып, нәтижелерді тәжірибелі радиологтар мен көпжылдық тәжірибесі бар сарапшы интерпретациялады. Деректерді талдау және түйіндерді сегментациялау үшін заманауи терең оқыту платформалары (TensorFlow, PyTorch) қолданылды.

Нәтижелері: Біз жүргізген зерттеу нәтижесі бойынша өкпедегі түйіндерді анықтауға арнап әзірленген Lung Cancer CT терең оқыту моделінің өкпе түйіндерін анықтауда сезімталдығы 63,4% (95% СИ: 54,0-72,8%) және арнайылығы 81,6% (95% СИ: 79,8-83,4%) екенін көрсетті.

Қорытынды: Аталмыш зерттеу жұмысы осыған дейінгі зерттеулерде көрсетілген ақпаратты растай отырып, ЖИ АДКТ талдауын жақсарту алатынын көрсетті. Алайда өкпе түйіндерін ерте анықтауға АДКТ сезімталдығы мен арнайылық көрсеткіштеріне қарамастан, ЖИ оларды анықтау үшін қосымша жетілдірулер мен дайындықты қажет етеді.

Түйінді сөздер: жасанды интеллект (ЖИ), аз дозалы компьютерлік томография (АДКТ), өкпе обыры.

ABSTRACT

APPLICATION OF LUNG CANCER CT ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY IN LOW-DOSE COMPUTED TOMOGRAPHY FOR EARLY DETECTION OF LUNG CANCER

A. Mukhamejan¹, A.S. Panina^{1,2}, Zh.S. Abdrasilova¹, A.A. Kazyskenova², D.R. Kaidarova¹, J.M. Amankulov¹

¹Kazakh Institute of Oncology and Radiology JSC, Almaty, the Republic of Kazakhstan;
²Asfendiyarov Kazakh National Medical University NCJSC, Almaty, the Republic of Kazakhstan

Relevance: In recent years, there has been an increase in the use of artificial intelligence (AI) technology in chest low-dose computed tomography (LDCT), which has attracted considerable attention. LDCT scans are widely used for early detection and monitoring of lung diseases, making the accurate analysis of these scans crucial for effective diagnosis and treatment.

The study aimed to evaluate the diagnostic effectiveness of an AI system in clinical practice by comparing its sensitivity in detecting pulmonary nodules and differentiating between benign and malignant processes with radiologists. Additionally, it aimed to provide a theoretical basis for the clinical application of AI in LDCT.

Methods: *The study is based on a retrospective analysis of LDCT scans performed in a pilot lung cancer screening project. High-resolution tomography followed standardized low-dose scanning protocols, and experienced radiologists and an expert with many years of practice interpreted the results. Modern deep learning frameworks (TensorFlow, PyTorch) were applied for data analysis and nodule segmentation.*

Results: *The study results demonstrated that the deep learning model detected pulmonary nodules with a sensitivity of 63.4% (95% CI: 54.0-72.8%) and a specificity of 81.6% (95% CI: 79.8-83.4%), consistent with previous studies findings.*

Conclusion: *Like previous published studies, this study demonstrates that AI can enhance the LDCT interpretation process. However, despite the obtained diagnostic value, it requires further refinement for full implementation in clinical practice.*

Keywords: *artificial intelligence (AI), low-dose computed tomography (LDCT), lung cancer.*

Прозрачность исследования: Авторы несут полную ответственность за содержание данной статьи.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Исследование проведено в рамках проекта BR24992933 «Разработка и внедрение диагностических моделей, технологий лечения и реабилитации для больных с онкологическими заболеваниями».

Вклад авторов: вклад в концепцию – Мухамеджан А., Аманкулов Ж.М., Панина А.С., Кайдарова Д.Р.; научный дизайн – Казыкенова А.А.; исполнение заявленного научного исследования – Абдрасилова Ж.С., Мухамеджан А.; интерпретация заявленного научного исследования – Аманкулов Ж.М., Панина А.С., Кайдарова Д.Р.; создание научной статьи – Абдрасилова Ж.С., Панина А.С., Мухамеджан А., Казыкенова А.А.

Сведения об авторах:

Мухамеджан А. – врач-радиолог Отделения радиологии и ядерной медицины, АО «КазНИИОР», Алматы, Республика Казахстан, тел. +77073706537, e-mail: dr.mukhamejan@icloud.com, ORCID ID: 0000-0002-4717-3051;

Панина А.С. – врач-радиолог Отделения радиологии и ядерной медицины, АО «КазНИИОР», Алматы, Республика Казахстан, тел. +77015558922, e-mail: doctorpanina@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3667-1872;

Абдрасилова Ж.С. – научный сотрудник, врач-радиолог Отделения радиологии и ядерной медицины, АО «КазНИИОР», Алматы, Республика Казахстан, тел. +77073672699, e-mail: abdrasil.zhanar@gmail.com, ORCID ID: 0009-0000-7484-1396;

Казыкенова А.А. (корреспондирующий автор) – резидент НАО «КазНМУ имени С.Д. Асфендиярова», Алматы, Республика Казахстан, тел. +77784880401, e-mail: kazykenovaaa@mail.ru, ORCID ID: 0009-0006-2869-865X;

Кайдарова Д.Р. – д.м.н., профессор, академик НАН РК, председатель правления АО «КазНИИОиР», Алматы, Республика Казахстан, тел. +7-701-711-65-93, e-mail: dilyara.kaidarova@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0969-5983;

Аманкулов Ж.М. – PhD, заведующий отделением Радиологии и ядерной медицины, АО «КазНИИОР», Алматы, Республика Казахстан, тел. +77013514213, e-mail: zhandos.amankulov@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7389-3119.

Адрес для корреспонденции: Казыкенова А.А., ул. Каратау д. 20, мкрн. Шанырак-1, Алматы А01Е8К5, Республика Казахстан.