

УДК:616-073.75

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ В ПРОТОКОЛАХ КТ ИССЛЕДОВАНИЙ ОРГАНОВ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ

Голикова Василина Александровна, Чашчина Вилена Игоревна, Кожевникова Алиса Кирилловна, Кочкар Дарья Михайловна, Медведева Мария Дмитриевна, Пегарькова Дарья Александровна, Чернядьев Сергей Александрович, Жилияков Андрей Викторович

Кафедра хирургических болезней и сердечно-сосудистой хирургии

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России

Екатеринбург, Россия

Аннотация

Введение. В медицинской сфере качественная и структурированная информация играет решающую роль. Некачественные описания КТ-протоколов содержат не только грамматические ошибки и опечатки, но также характеризуются игнорированием важных диагностических маркеров, классификационных шкал и балльных систем оценки. Разработка методов структурирования информации является актуальной задачей, направленной на унификацию и повышение точности предоставления диагностических данных. **Цель исследования** – усовершенствование процесса составления унифицированных и детализированных протоколов КТ-исследования органов брюшной полости. **Материал и методы.** В ходе исследования были сгенерированы радиологические отчеты с тренировкой на наших данных предобученных моделей GPT-4 и GEMINI. Для усовершенствования процесса документирования была разработана алгоритмическая модель, обученная на базе данных из более чем 300 КТ-протоколов. Модель использовала методы глубокого обучения и обработки естественного языка (NLP) для идентификации и семантической обработки медицинских терминов и клинических фраз, вводимых рентгенологами. **Результаты.** Предварительное тестирование алгоритма в клинических условиях показало его высокую эффективность. Самая высокая точность, как в Топ-1, так и в Топ-5, была у рентгенологов, за которыми следовали GEMINI, GPT-4. Были обнаружены значительные различия в точности Топ-1 между рентгенологами и моделями GPT. В отношении точности Топ-5 была заметна разница между рентгенологами и GPT-4. Не было обнаружено значительных различий в качественных оценках грамматики и удобочитаемости, и общего качества между рентгенологами и GEMINI. Однако качественные оценки рентгенологов были значительно выше, чем у моделей GPT. **Выводы.** Интеграция алгоритма для структурирования информации в протоколах при описании КТ-исследований органов брюшной полости может способствовать стандартизации и улучшению качества диагностических данных и оптимизировать подход к подготовке медицинской документации, делая процесс более эффективным.

Ключевые слова: компьютерная томография, КТ органов брюшной полости, искусственный интеллект.

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR STRUCTURING INFORMATION IN THE PROTOCOLS OF CT EXAMINATIONS OF ABDOMINAL ORGANS

Golikova Vasilina Alexandrovna, Chashchina Vilena Igorevna, Kozhevnikova Alice Kirillovna, Kochkar Daria Mikhailovna, Medvedeva Maria Dmitrievna, Pegarkova Daria Alexandrovna, Chernyadiev Sergey Alexandrovich, Zhilyakov Andrey Viktorovich

Department of Surgical Diseases and Cardiovascular Surgery

Ural State Medical University

Yekaterinburg, Russia

Abstract

Introduction. Poor-quality descriptions of CT protocols contain not only grammatical errors and typos, but are also characterized by ignoring important diagnostic markers, classification scales and scoring systems. **The aim of this study** is to improve the process of compiling unified and detailed protocols for CT examination of abdominal organs. **Material and methods.** During the study, radiological reports were generated with training based on our data from the pre-trained GPT-4 and GEMINI models. To improve the documentation process, an algorithmic model was developed, trained on a database of more than 300 CT protocols. The model used deep learning and natural language processing (NLP) techniques to identify and semantically process medical terms and clinical phrases introduced by radiologists. **Results.** Preliminary testing of the algorithm in clinical conditions has shown its high efficiency. The highest accuracy, in both the Top 1 and Top 5, was among radiologists, followed by GEMINI, GPT-4. Significant differences in Top-1 accuracy were found between radiologists and GPT models. Regarding the accuracy of the Top 5, there was a noticeable difference between radiologists and GPT-4. No significant differences were found in qualitative assessments of grammar and readability and overall quality between radiologists and GEMINI. However, the qualitative assessments of radiologists were significantly higher than those of GPT models. **Conclusion.** The integration of an algorithm for structuring information in protocols when describing CT examinations of abdominal organs can contribute to the standardization and improvement of the quality of diagnostic data and optimize the approach to the preparation of medical documentation, making the process more efficient.

Keywords: computed tomography, CT scan of abdominal organs, artificial intelligence.

ВВЕДЕНИЕ

Медицинские учреждения создают и накапливают огромное количество информации: текстовые данные медицинских карт, описания жалоб, направления на обследование, эпикризы, текстовые и цифровые результаты лабораторных и инструментальных исследований и многое другое. Большая часть этого объема данных приходится на неструктурированные текстовые медицинские данные. Однако именно в них часто содержится ценная информация, которая может стать основой для разработки новых инструментов в области цифровой медицины [1].

В медицинской сфере качественная и структурированная информация играет решающую роль. Особенно важно, чтобы данные о медицинских исследованиях были представлены четко и легко интерпретировались специалистами. Одним из способов оптимизации этого процесса является внедрение алгоритмов для структурирования информации в протоколах при описании КТ-исследований [2-5].

Некачественные описания протоколов компьютерной томографии (КТ) содержат не только грамматические ошибки и опечатки, но также характеризуются игнорированием важных диагностических маркеров, классификационных шкал и балльных систем оценки. Отсутствие шаблонов и стандартов в этой области приводит к субъективным и малоинформативным заключениям, что затрудняет клиническую интерпретацию и междисциплинарное взаимодействие, и напрямую влияет на эффективность оказываемой медицинской помощи. Разработка методов структурирования информации является актуальной задачей, направленной на унификацию и повышение точности предоставления диагностических данных [2, 4, 6].

Цель исследования – усовершенствование процесса составления унифицированных и детализированных протоколов КТ-исследования органов брюшной полости.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В ходе исследования были сгенерированы радиологические отчеты с тренировкой на наших данных предобученных моделей GPT-4 и GEMINI. Эти модели использовались для обработки данных о возрасте, поле пациента, локализации заболевания и результатов визуализации. Для генерации отчетов была использована настраиваемая подсказка, основанная на ранее опубликованном руководстве по радиологической отчетности.

Для доступа к моделям GPT-4 и GEMINI использовался соответствующий API. Этот API обрабатывает введенные пользователем данные и возвращает обработанные данные. В данном случае, API использовался для отправки подсказок и информации с кратким описанием патологических изменений, который затем генерировал радиологические отчеты.

В ходе исследования был проведен тщательный анализ и отбор критически значимых параметров из компьютерно-томографических протоколов визуализации органов брюшной полости. Эти параметры, включая морфологические характеристики и патологические изменения, были определены как ключевые для включения в структурированные описания результатов КТ-исследований.

Для усовершенствования процесса документирования была разработана алгоритмическая модель, обученная на базе данных из более чем 300 КТ-протоколов. Модель использовала методы глубокого обучения и обработки естественного языка (NLP) для идентификации и семантической обработки медицинских терминов и клинических фраз, вводимых рентгенологами. Это позволило автоматизировать создание информативных и точных протоколов, сократив время их подготовки и повысив качество диагностической отчетности.

Был проведен количественный анализ качества различных сгенерированных отчетов, которое оценивалось путем расчета точности top-1, top-5 и MAP для врачей-радиологов, GPT-4 и GEMINI. Эта мера учитывает как точность, так и повторяемость сгенерированных протоколов, предлагая более целостную оценку качества написания отчета.

Также был проведен качественный анализ: один сертифицированный радиолог и один ординатор-радиолог, не знающие авторства отчета, независимо оценивали несколько аспектов

оформления отчетов. Эти аспекты включали грамматику и удобочитаемость, общее впечатление и качество. Использовалась 4-балльная шкала Лайкерта для систематической и объективной оценки. Разногласия между двумя оценщиками разрешались путем обсуждения до достижения консенсуса, что обеспечивало объективность и надежность полученных результатов.

В рамках статистического анализа было проведено сравнение качества написания протокола КТ исследования между рентгенологом и моделями GPT, для этого использовался тест Макнемара. Качественные результаты представлены в виде медианы и межквартильного размаха (IQR), так как данные распределены ненормально. Различия между оценками рентгенологов и оценками моделей GPT были сравнены с использованием критерия Уилкоксона для парных выборок. При множественных сравнениях применялась поправка Холма.

Для оценки согласованности между оценщиками были проведены взвешенные Каппа-анализы Коэна. Значения Каппа интерпретировались следующим образом: каппа $\leq 0,40$ – плохое согласие; $0,40 < \text{каппа} \leq 0,60$ – умеренное согласие; $0,60 < \text{каппа} \leq 0,80$ – хорошее согласие; каппа $> 0,80$ – отличное согласие.

Все статистические анализы проводились с использованием бесплатного программного обеспечения Python версии 3.8.5. Значение p меньше 0,05 считалось статистически значимым.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В данной работе представлен алгоритм, разработанный для оптимизации процесса структурирования информации в протоколах компьютерной томографии органов брюшной полости. Алгоритм основан на принципах машинного обучения и обработки естественного языка, что позволяет значительно улучшить качество и скорость подготовки медицинской документации.

Предварительное тестирование алгоритма в клинических условиях показало его высокую эффективность. Сравнение с традиционными методами оформления протоколов выявило сокращение времени на подготовку документации на 40%, а также значительное уменьшение количества ошибок и неточностей. Благодаря автоматизации, алгоритм устраняет необходимость вручную корректировать и перепроверять каждый аспект протокола, что обычно является трудоемким процессом. Кроме того, алгоритм способствует значительному снижению количества орфографических ошибок, опечаток и неточностей в протоколах.

В таблице 1 представлены результаты количественного анализа качества и точности протоколов КТ исследований. Самая высокая точность, как в Топ-1, так и в Топ-5, была у рентгенологов, за которыми следовали GEMINI, GPT-4. Были обнаружены значительные различия в точности Топ-1 между рентгенологами и моделями GPT. В отношении точности Топ-5 была заметна разница между рентгенологами и GPT-4. Не было обнаружено значительных различий в качественных оценках грамматики и удобочитаемости и общего качества между рентгенологами и GEMINI. Однако качественные оценки рентгенологов были значительно выше, чем у моделей GPT.

Таблица 1.

Оценка функциональных результатов в отдаленном периоде

	Радиологи	GPT-4	GEMINI (Bing)	Радиологи против GPT-4	Радиологи против GEMINI
Точность топ-1	1.00	0.21	0.54	$< 0.001^{***}$	0.002^{**}
Точность топ-5	1.00	0.46	0.96	$< 0.001^{***}$	1.00

Примечание: GPT - генеративный предварительно обученный преобразователь; $^{**}p < 0,01$; $^{***}p < 0,001$

Анализ Каппа показал, что согласие между оценщиками варьировалось от низкого до умеренного в зависимости от категории. Это подтверждает, что использование моделей GPT для генерации радиологических отчетов является перспективным, но все еще требует дальнейшего усовершенствования для достижения уровня точности и качества, сопоставимого с рентгенологами.

ОБСУЖДЕНИЕ

Современное применение искусственного интеллекта (ИИ) включает интеллектуальные модели и алгоритмы для автоматизированного анализа и обработки данных, генерации данных и прогнозирования с приложениями для визуального восприятия, понимания речи и языкового перевода. Искусственный интеллект в здравоохранении использует машинное обучение и другие методы прогностического анализа, помогающие сортировать огромные объемы данных и генерировать выходные данные, которые помогают в диагностике, поддержке клинических решений, автоматизации рабочих процессов и прогнозировании [2, 7].

В 2022 году в США было проведено исследование, в ходе которого были проанализированы протоколы КТ-исследований брюшной полости, выполненные в период с 2016 по 2019 год. Данная работа показывает, что NLP помогает сократить время обработки данных и автоматизировать создание протоколов [3].

В научной литературе есть множество примеров применения ИИ-технологий во врачебной практике на примере КТ органов грудной клетки, а также КТ ангиографии коронарных артерий [4, 5, 6].

За более чем три года пандемии COVID-19 компьютерный анализ данных с помощью методов глубокого обучения активно вводился в практику отделений лучевой диагностики по всему миру [4]. В исследованиях отечественных авторов [4] алгоритмы ИИ позволяют анализировать наличие пневмонии COVID-19 на рентгенограммах и изображениях КТ органов грудной клетки, проводить дифференциальную диагностику между различными видами пневмоний, сегментировать легкие на зоны интереса и вычислять объем пораженной паренхимы, а также оценивать по рентгенограммам и КТ изображениям у пациентов с пневмонией COVID-19 динамику течения заболевания. Тем не менее до сих пор существует множество ограничений в применении алгоритмов искусственного интеллекта, что подчеркивает необходимость дальнейшего развития данных технологий в различных областях лучевой диагностики [4]. В исследовании [5], авторы также пришли к выводу, что внедрение технологии ИИ, направленной на диагностику изменений в легких при COVID-19 по данным КТ органов грудной клетки, в практическую работу отделений лучевой диагностики стационарного звена городского здравоохранения сокращает время подготовки протокола описания врачами-рентгенологами.

В работе ряда зарубежных исследователей [6], применение искусственного интеллекта стало полезным инструментом в КТ ангиографии коронарных артерий, улучшая оценку и количественное определение коронарного стеноза, характеристику бляшек и оценку ишемии миокарда. Кроме того, по сравнению с существующими оценками риска, алгоритмы машинного обучения могут лучше прогнозировать результат, используя как результаты визуализации, так и клинические параметры.

Алгоритмы делают процесс подготовки медицинской документации более эффективным и надежным за счет автоматизации определенных этапов и упрощения работы специалистов. Вместо рутинной ручной работы по формированию отчетов и протоколов, врачи могут использовать специализированные программы, которые самостоятельно структурируют информацию и создают необходимые документы. Это не только экономит время, но и снижает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором [8, 9].

Одним из основных преимуществ оптимизации подхода к подготовке медицинской документации с помощью алгоритмов является уменьшение вероятности ошибок и улучшение качества исследований [8, 9, 10]. Когда информация структурирована и представлена в определенном формате, это снижает риск недочетов и искажений при интерпретации результатов. Кроме того, стандартизированный подход позволяет сократить время, затрачиваемое на подготовку документации, что особенно важно в условиях повышенной нагрузки на медицинский персонал [10]. Алгоритмы для структурирования информации в протоколах при описании КТ-исследований органов брюшной полости имеют огромное значение для медицинской практики, поскольку позволяют стандартизировать описание

результатов исследований, делая его более последовательным и точным. Благодаря этому врачи и исследователи могут быстрее анализировать данные, выявлять патологии и принимать обоснованные решения [8, 9, 10].

Несмотря на широчайшие возможности искусственного интеллекта в области медицины и здравоохранения, научным сообществом и практикующими врачами осознаются проблемы его внедрения в практическую деятельность врача и потенциальные риски. Одной из таких проблем, выделенной рядом исследователей, является неготовность практикующих врачей к применению искусственного интеллекта для решения профессиональных задач [7]. Решение подобного рода проблем планируется путем разработки образовательных программ для практикующих врачей, преподавателей вузов и обучающихся, позволяющих гармонично сочетать знания в области искусственного интеллекта и медико-биологических, клинических исследований, новых методик алгоритмов лечения и диагностики [7].

ВЫВОДЫ

1. Разработанный алгоритм демонстрирует потенциал применения технологий машинного обучения и обработки естественного языка в медицинской документации. Интеграция алгоритма в медицинские информационные системы и веб-приложения может способствовать стандартизации и улучшению качества диагностических данных.

2. Внедрение алгоритма для структурирования информации в протоколах при описании КТ-исследований органов брюшной полости оптимизирует подход к подготовке медицинской документации, делая процесс более эффективным и надежным.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Анализ текстов описаний КТ-исследований головного мозга с признаками внутричерепных кровоизлияний с помощью алгоритма дерева решений / А.Н. Хоружая, Д.В. Козлов, К.М. Арзамасов, Е.И. Кремнева // Современные технологии в медицине. – 2022. – Т. 14, №. 6. – С. 34-41.
2. Aromiwura, A.A. Artificial intelligence in cardiac computed tomography/A.A. Aromiwura, T. Settle, M. Ume r// Progress in cardiovascular diseases. – 2023. – Vol.81 – P.54-77.
3. Xavier, B.A. Natural Language Processing for Iaging Protocol Assignment: Machine Learning for Multiclass Classification of Abdominal CT Protocols Using Indication / B.A. Xavier, P.H. Chen // Journal of Digital Imaging. – 2022. – Vol.35, №. 5. – P. 1120-1130.
4. Филиппова, Ю.А. Возможности применения методов искусственного интеллекта в выявлении и оценке поражения легких у пациентов с пневмонией COVID-19 / Ю.А. Филиппова, Г.И. Ахвердиева // E-Scio. – 2023. – №. 5 (80). – С. 199-219.
5. Влияние технологий искусственного интеллекта на длительность описаний результатов компьютерной томографии пациентов с COVID-19 в стационарном звене здравоохранения / С.П. Морозов, А.В. Гаврилов, И.В. Архипов, Д.Д. Долотова [и др.] // Профилактическая медицина. – 2022. – Т. 25, №. 1. – С. 14.
6. Artificial intelligence in coronary computed tomography angiography: from anatomy to prognosis / G. Muscogiuri, M. Van Assen, C. Tesche, C.N. De Cecco [et al.] // BioMed research international. – 2020. – Т. 2020.
7. Иванчук, О.В. Искусственный интеллект в системе здравоохранения: проблемы готовности и обучения / О.В. Иванчук, Е.В. Плашева, С. А. Нурмухамбетова//ЦИТИСЭ. – 2022. – Т. 3. – С. 225-237.
8. Evaluating the performance of Generative Pre-trained Transformer-4 (GPT-4) in standardizing radiology reports / A.M. Hasani, S. Singh, A. Zahergivar, B. Ryan [et al.] // European Radiology. – 2023. – P.1-9.
9. Preliminary assessment of automated radiology report generation with generative pre-trained transformers: comparing results to radiologist-generated reports / T. Nakaura, N. Yoshida, N. Kobayashi, K. Shiraishi, [et al.] // Japanese Journal of Radiology. – 2024. – Vol.42, №. 2. – P. 190-200.
10. Updated Primer on Generative Artificial Intelligence and Large Language Models in Medical Imaging for Medical Professionals/ K. Kim, K. Cho, R. Jang, S. Kyung [et al.] // Korean Journal of Radiology.– 2024. – V. 25. – №. 3. – P. 224-242.

Сведения об авторах

В.А. Голикова – студент лечебно-профилактического факультета
В.И. Чашина* – студент лечебно-профилактического факультета
А.К. Кожевникова – студент лечебно-профилактического факультета
Д.М. Кочкарь – студент лечебно-профилактического факультета
М.Д. Медведева – студент лечебно-профилактического факультета
Д.А. Пегарькова – студент лечебно-профилактического факультета
С.А. Чернядьев – зав. кафедрой, доктор медицинских наук, профессор
А.В. Жиликов – доктор медицинских наук, доцент

Information about the authors

V.A. Golikova – Student of the Faculty of Medicine and Prevention
*V.I. Chashchina – Student of the Faculty of Medicine and Prevention
A.K. Kozhevnikova – Student of the Faculty of Medicine and Prevention
D.M. Kochkar – Student of the Faculty of Medicine and Prevention
M.D. Medvedeva – Student of the Faculty of Medicine and Prevention
D.A. Pegarkova – Student of the Faculty of Medicine and Prevention

S.A. Chernyadyev – Doctor of Sciences (Medicine), Professor, Head of the Department of Surgical Diseases
A.V. Zhilyakov – Doctor of Sciences (Medicine), Associate Professor
*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):
vilena.gold@mail.ru

УДК 616.613-007.63

КИСТЫ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ, ВЫЯВЛЕННЫЕ АНТЕНАТАЛЬНО

Дербушева Евгения Александровна¹, Цап Наталья Александровна^{1,2}, Швалев Федор Михайлович²

¹Кафедра детской хирургии

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России

²ГАУЗ СО «Областная детская клиническая больница»

Екатеринбург, Россия

Аннотация

Введение. Кистозные образования брюшной полости (КОБП) являются довольно распространенной патологией среди новорожденных, в связи с чем проблема все более привлекает внимание представителей медицинского сообщества. **Цель исследования** – изучить результаты антенатальной диагностики кистозных образований брюшной полости, влияние её на обоснование срочности оперативного вмешательства, показать современные технологии ликвидации кистозных образований у новорожденных и младенцев и исходы хирургического лечения. **Материал и методы.** Проведен ретроспективный анализ медицинской документации за период с 2020 по 2023 год. В аналитическую выборку включены истории болезни 50 детей с КОБП, выявленных антенатально. **Результаты.** Всем пациентам было проведено оперативное удаление данных образований и коррекция их осложнений (при наличии) в первый год жизни. После лечения все пациенты выписаны домой с выздоровлением. **Выводы.** КОБП у новорожденных могут проявляться развитием жизнеугрожающих состояний, что доказывает эффективность антенатальной диагностики образований, позволяя удалить образование в первые дни жизни ребенка.

Ключевые слова: кисты брюшной полости, новорожденные дети, антенатальная диагностика, лапароскопия.

ABDOMINAL CYSTS DETECTED ANTENATALLY

Derbusheva Evgenia Aleksandrovna¹, Tsap Natalya Alexandrovna^{1,2}, Shvalev Fedor Mikhailovich²

¹Department of Pediatric Surgery

Ural State Medical University

²Regional Children's Clinical Hospital

Yekaterinburg, Russia

Abstract

Introduction. Cystic formations of the abdominal cavity (COBP) are a fairly common pathology among newborns, and therefore the problem is increasingly attracting the attention of representatives of the medical community. **The aim of this study** is to study the results of antenatal diagnosis of abdominal cystic formations, its influence on the justification of the urgency of surgical intervention, to show modern technologies for the elimination of cystic formations in newborns and infants and the outcomes of surgical treatment. **Material and methods.** A retrospective analysis of medical records for the period from 2020 to 2023 was carried out. The analytical sample included the medical histories of 50 children with COBP identified antenatally. **Results.** All patients underwent surgical removal of these formations and correction of their complications (if any) in the first year of life. After treatment, all patients were discharged home with recovery. **Conclusion.** COBPS in newborns can manifest themselves by the development of life-threatening conditions, which proves the effectiveness of antenatal diagnosis of formations, allowing the formation to be removed in the first days of a child's life.

Keywords: abdominal cysts, newborn babies, antenatal diagnostics, laparoscopy.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема диагностики и лечения кистозных образований брюшной полости (КОБП) у новорожденных является довольно распространенной и обсуждаемой в современной детской хирургии. Увеличение количества детей с данной патологией отмечено в последние два десятилетия. КОБП у новорожденных могут проявляться развитием жизнеугрожающих состояний, что доказывает необходимость и эффективность более ранней антенатальной неинвазивной диагностики [1].