

/ И. А. Карпов [и др.] // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. – 2017. – Т. 19, №3. – С. 181–198.

2. Pyogenic spondylodiscitis: An overview / G.S. Skaf [et al.] // Journal of Infection and Public Health. – 2010. – №3. – P. 5-16.

3. Петухов, В.И. Вакуум-терапия в хирургическом лечении гнойно-воспалительных заболеваний позвоночника : монография / В.И. Петухов, К.М. Кубраков, А.В. Корнилов. – Витебск : ВГМУ, 2020 – 107с.

4. Surgical outcomes of posterior trans-facetial decompression and stabilisation in tuberculous spondylodiscitis with neuro-deficit / N. Kire [et al.] // J Clin Orthop Trauma. – 2020 Dec 3. – Vol. 16. – P. 35-42. doi: 10.1016/j.jcot.2020.12.002. eCollection 2021 May.

5. Thoracic Pedicle Morphometry of Dry Vertebral Columns in Relation to Trans-Pedicular Fixation: A Cross-Sectional Study From Central India / V. Verma [et al.] // Cureus. – 2020 May 16. – Vol. 12, N 5. – P. e8148. doi: 10.7759/cureus.8148.

6. Transpedicular screw fixation for traumatic lesions of the middle and lower cervical spine: description of the techniques and preliminary report / K. Abumi [et al.] // J Spinal Disord. – 1994. – Vol. 7. – P. 9–28.

7. Spalteholz, M. External transpedicular spine fixation in severe spondylodiscitis - salvage procedure / Matthias Spalteholz, Ralf H Gahr // GMS Interdiscip Plast Reconstr Surg DGPW. – 2013 Nov 29. – Vol. 2:Doc18. doi: 10.3205/iprs000038. eCollection 2013.

УДК 616.004.622:616.831-006

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОПРЕДЕЛЕНИИ ОБЪЕМА ОПУХОЛЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА (ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

**Кубраков К.М.¹, Залеская Е.Н.², Корчевская Е.А.², Поздеев Н.А.²,
Мясников Е.Ю.², Кубраков К.К.¹**

¹Витебский государственный медицинский университет,

²Витебский государственный университет имени П.М. Машерова,
г. Витебск, Республика Беларусь

Введение. В последнее время применение искусственного интеллекта (ИИ) становится новым трендом в клинических нейронауках, в том числе и в нейроонкологии [1].

В настоящее время к ИИ фактически относят различные программные системы и применяемые в них методы и алгоритмы, главной особенностью которых является способность решать интеллектуальные задачи так, как это делал бы размышляющий над их решением человек. К числу наиболее популярных направлений применения ИИ относятся прогнозирование различных ситуаций, оценка любой цифровой информации с попыткой дать по ней заключение, а также анализ различных данных с поиском скрытых закономерностей (data mining) [2].

Изображения и структурированные клинические данные сегодня являются основными источниками машинного обучения ИИ. Разработчики и практические врачи ожидают, что внедрение ИИ в клиническую практику улучшит лечебную работу в нейроонкологии и, в частности, при опухолях головного мозга (ОГМ) [1].

Цель работы. Разработать программу для определения размеров опухоли головного мозга по загруженным DICOM файлам методами ИИ.

Материал и методы. В процессе работы были использованы данные компьютерной томографии (КТ) с контрастным усилением ОГМ пациентов нейрохирургического отделения учреждения здравоохранения «Витебская областная клиническая больница», а также методы анализа данных и методы машинного обучения.

Результаты и обсуждение. Нами разработана компьютерная программа на основе ИИ. Алгоритм работы компьютерной программы включает следующие основные этапы:

Этап 1. Загрузка и предварительная обработка DICOM файлов ОГМ по данным КТ головного мозга с контрастным усилением.



Исходные данные КТ головного мозга с КУ в формате DICOM представляют собой серию срезов КТ изображения ОГМ, каждый из которых содержит двумерное изображение и метаданные, включая информацию о пространственных характеристиках каждого среза (площадь пикселя, толщина среза и т. д.). Эти данные представляют собой срезы головного мозга пациента, которые необходимо проанализировать с целью определения и выделения новообразования.

Программа начинается с чтения DICOM файлов и извлечения метаданных из каждого файла. Используются специальные библиотеки, такие как `pydicom`, для загрузки данных и метаданных из этих файлов. Извлекаются ключевые параметры, такие как размер пикселя, расстояние между срезами (толщина среза), а также возможные аннотации, связанные с изображением.

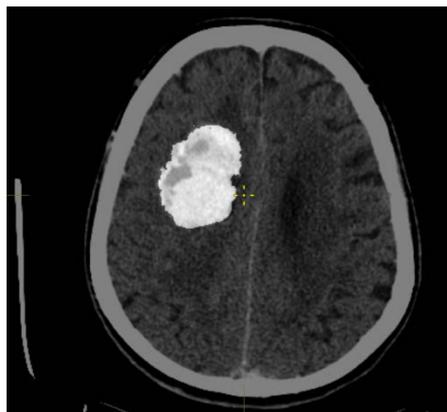
Этап 2. Сегментация опухоли с помощью нейросети.



На втором этапе нейросеть анализирует каждое изображение ОГМ, чтобы сегментировать опухоль. Это делается путем машинного обучения модели на большом количестве предварительно размеченных данных, что позволяет нейросети выделять области, содержащие опухолевые клетки. Для этого используется метод, называемый сегментацией, в ходе которого нейросеть присваивает каждому пикселю изображения метку: опухолевый или не опухолевый.

Результатом работы нейросети является бинарная маска для каждого среза. В этой маске пиксели, относящиеся к опухоли, будут белыми (значение 1), а остальные - черными (значение 0).

Этап 3. Наложение маски на оригинальное изображение.



После сегментации для каждого среза, программа накладывает маску, полученную на этапе 2, на исходное изображение ОГМ (этап 1). Это визуализирует новообразование на снимке и позволяет врачу или специалисту увидеть четкое отделение опухолевых тканей от здоровых. В результате накладывания маски, белые участки будут отображать опухолевые образования, а остальная часть изображения сохранит свою оригинальную

структуру. Так выполняется для всех срезов, что в дальнейшем позволяет смотреть КТ изображения с уже выделенной ОГМ.

Этап 4. Извлечение метаданных и вычисление площади каждого среза

Каждый срез КТ изображения ОГМ содержит метаданные, такие как размер пикселя в миллиметрах и толщина среза (например, 5 мм). Эти данные критичны для точного вычисления размера (объема) опухоли, так как они позволяют пересчитать площадь на каждом срезе в физические единицы измерения. Программа извлекает эти данные для каждого среза и использует их для расчета площади опухоли на каждом срезе. Для этого учитываются размер каждого пикселя и количество белых пикселей в маске.

Этап 5. Расчет размера (объема) опухоли

Для вычисления объема ОГМ необходимо учесть не только площадь опухоли на каждом срезе, но и толщину каждого среза. Точность расчетов зависит от правильного учета толщины между соседними срезами, которая может варьироваться от 1 до 5 мм в зависимости от данных КТ исследования. Объем опухоли можно рассчитать с использованием следующей формулы (картинка 1):

$$\text{Объем опухоли} = \sum_{i=1}^{N_{\text{срезов}}} (\text{Площадь среза}_i \times \text{Толщина среза}_i)$$

После выполнения вычислений программа суммирует результаты для всех срезов, получая итоговый объем опухоли в кубических миллиметрах (мм³) (картинка 2).

```
Обрабатывается срез: IMG-0006-00058.dcm
Площадь одного пикселя: 0.221561314209 мм²
Толщина слоя: 1.250000 мм
Расстояние между срезами: 1.250000 мм
Количество пикселей опухоли на срезе: 3157
Площадь опухоли на срезе: 699.469068957813 мм²
Общий объем опухоли: 63615.51539061637 мм³
```

Вывод. Последовательное применение этапов исследования позволило нам с помощью ИИ создать компьютерную программу для достоверного определения истинных размеров (объема) ОГМ, что необходимо для определения радикальности их удаления.

Литература:

1. Технологии искусственного интеллекта в клинической нейроонкологии / Г.В. Данилов [и др.] // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 2022. – Т. 86, № 6. – С. 127-133. doi: 10.17116/neiro202286061127.
2. Гусев, А.В. Искусственный интеллект в медицине и здравоохранении / А.В. Гусев, С.Л. Добридюк // Информационное общество. – 2017. – №4-5. – С. 78-93.