

**И.С. Василевич, А.О. Альперин\***  
**СКРИНИНГ ОБРАЗОВАНИЙ ГИПОФИЗА МЕТОДОМ МРТ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

**Научный руководитель: канд. мед. наук, доц. Е.В. Бруцкая-Стемпковская**  
*Кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии*  
*Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск*  
*\*Белорусский государственный университет, г. Минск*

**I.S. Vasilevich, A.O. Alperin\***  
**MRI SCREENING OF PITUITARY FORMATIONS  
USING NEURAL NETWORKS**  
**Tutor: associate professor E.V. Brutskaya-Stempkovskaya**  
*Department of Radiology & Radiotherapy*  
*Belarusian State Medical University, Minsk*  
*\*Belarusian State University, Minsk*

**Резюме.** В данной научной работе проводилось изучение и анализ МРТ-исследований пациентов, разработка и обучение нейронных сетей способных производить автоматизированный скрининг образований гипофиза.

**Ключевые слова:** инциденталома гипофиза, МРТ, нейронные сети, глубинное обучение.

**Resume.** We studied MRI results of patients, the creation and training of neural networks capable of performing automated screening of pituitary formations was carried out.

**Keywords:** pituitary incidentaloma, MRI, neural networks, deep learning.

**Актуальность.** Внедрение технологий визуализации в рутинную клиническую практику привело к значительному росту выявления образований гипофиза с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ). Увеличение частоты выявления образований гипофиза влечет значительные затраты на клиническое и гормональное обследование, МРТ-контроль и динамическое наблюдение врачом-эндокринологом. В настоящее время многие пациенты обращаются за медицинской помощью в связи со случайным обнаружением образований гипофиза на КТ или МРТ. Разработка автоматизированного скрининга образований гипофиза по выделению групп пациентов для первоочередного обследования имеет большое практическое значение.

**Цель:** разработка автоматизированного скрининга образований гипофиза методом МРТ-при помощи нейронных сетей.

**Задачи:**

1. Обработка совокупности МРТ-исследований и их анонимизация.
2. Анализ полученных данных и их адаптация для нейронных сетей.
3. Разработка архитектур нейронных сетей, позволяющих сегментировать изображения МРТ-исследований и диагностировать различные структурные изменения гипофиза на основе сегментированных изображений.

**Материалы и методы.** Проведено одномоментное поперечное исследование 746 пациентов. Всем пациентам выполнено МРТ гипофиза без контраста в ГУ «Республиканская клиническая больница медицинской реабилитации» в 2019-2022 годах. Оценка МРТ проводилась врачом-радиологом УЗ «Республиканская клиническая

больница медицинской реабилитации», клинический диагноз верифицирован врачами-эндокринологами УЗ «Минский городской клинический эндокринологический центр» и ГУ «Республиканский центр медицинской реабилитации и бальнеолечения». Макроаденома гипофиза диагностировалась при размерах образования 10 мм и более.

Было получено 876 МРТ-исследований, составляющие 104532 изображений. Изучались корональная (T1W\_3D\_FFE и T2W\_TSE\_SPIR) и сагиттальная (T1W\_SE\_sag) проекции. Другие варианты МРТ-изображений (T2W\_TSE\_ax, T2W\_FFE\_ax, T2W\_FLAIR, DWI) не использовались ввиду большого расстояния между снимками и недостаточной информативности при использовании автоматизированного анализа.

У каждого пациента было отобрано и изучено в среднем по 72 изображения с учетом используемых проекций и режимов. В результате предварительного отбора было получено 53712 изображения, что позволило получить статистически достоверную выборку и достичь высоких показателей метрик качества предсказаний.

Для ускорения обработки информации и улучшения качества предсказаний было применено сегментирование МРТ-изображения для исключения из анализа других частей головного мозга, не связанных с гипофизом (извилины коры), что позволило не подавать на вход нейронной сети целиком всё МРТ-изображение и уменьшить сложность вычислений и необходимость последующего переобучения сети. Вручную было размечено 16 000 (29,8%) МРТ-изображений из исходной выборки.

Разработана архитектура нейронной сети (рисунок 1), способная производить многоклассовую классификацию по сегментированным изображениям гипофиза, полученным как выход из предыдущей нейронной сети (предобученной модели) Faster-RCNN с каркасом из ResNet 50-FPN. Это сверточная нейронная сеть, которая представляет собой модель глубокого обучения с 34 слоями. На рисунке 1 продемонстрирована архитектура Faster-RCNN с каркасом из ResNet 50-FPN на МРТ-изображениях (T1W\_SE\_sag и T2W\_TSE\_SPIR).

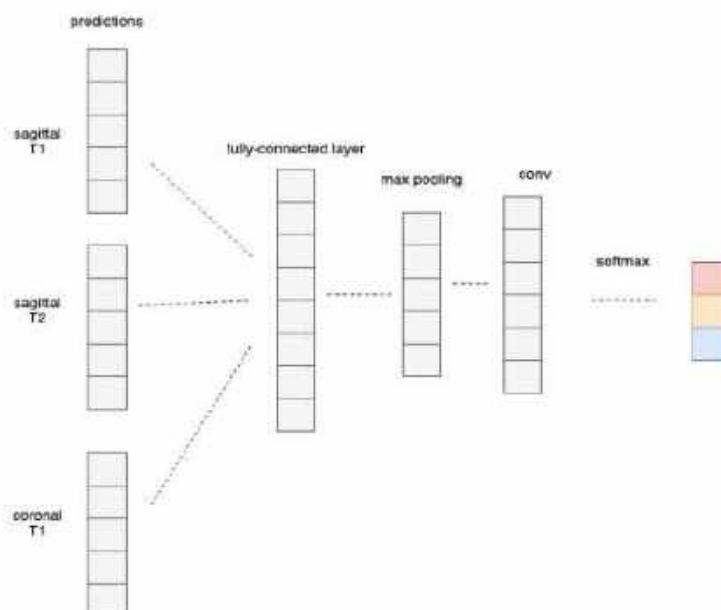


Рис. 1 – Архитектура нейронной сети для финальных предсказаний

В качестве метрики качества сегментации использовалось усредненное по всем изображениям отношение площади пересечения предсказанной области и полученной в результате ручной разметки, к их площади объединения. Размер тестовой выборки составлял 25% от исходной.

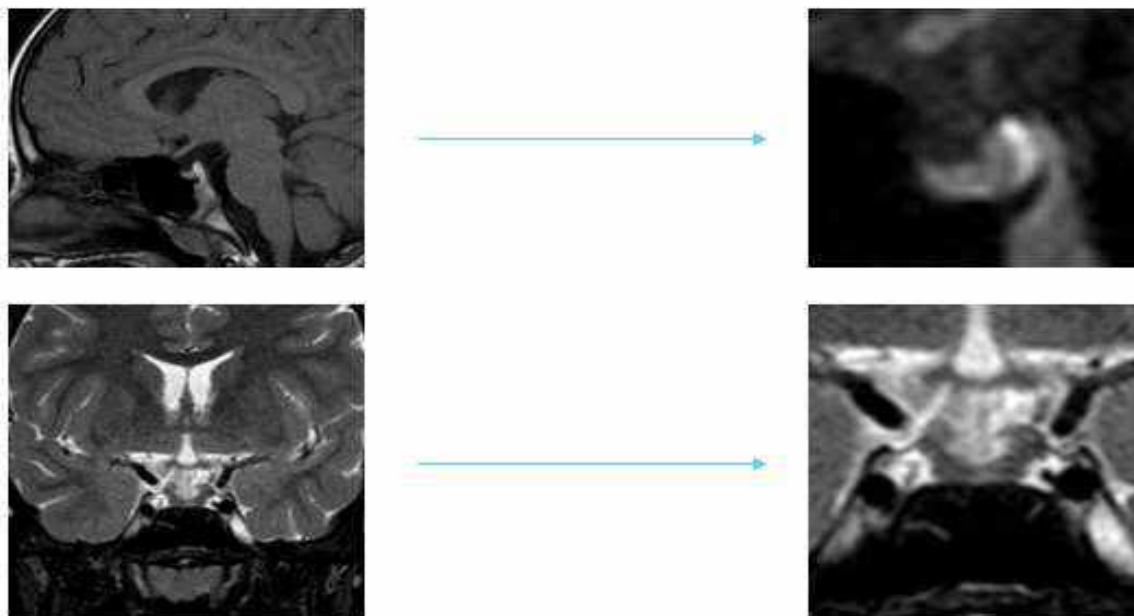


Рис. 2 – Примеры отсегментированных изображений

**Результаты и их обсуждение.** Изучены данные 746 пациентов, средний возраст  $41,4 \pm 15,7$  года. Структура выявленных образований гипофиза (диаграмма 1):



Диagr. 1 – Структура выявленных образований гипофиза исследованных пациентов, n=746

Результаты распределения МРТ – изображений образований гипофиза при помощи обученной нейронной сети: ассигасу (доля правильных ответов) по классам:

норма – 84%, микроаденома – 77%, микроаденома – 90%, послеоперационные изменения – 91%, остальные – 91% (общее - 86%). Precision (точность) = 0.63, Recall (полнота) = 0.7, F1-мера = 0.66. Таким образом, эффективность предсказаний достаточна для автоматизированного скрининга предложенных групп образований гипофиза. Создание многоклассового классификатора может быть затруднено по нескольким причинам:

1. Число классов может быть большим, что усложняет процесс обучения и повышает вероятность переобучения модели.

2. В задачах многоклассовой классификации часто встречаются классы с несбалансированными данными, где количество объектов в одном классе значительно превышает количество объектов в других классах. Это приводит к низкой дискриминативной способности для редких классов.

**Выводы:** результаты исследования доказывают возможность проведения автоматизированного скрининга образований гипофиза методом МРТ-при помощи разработанной нейронной сети с высокой степенью достоверности. Решение задачи скрининга заболеваний гипофиза, используя нейронные сети, является новаторским подходом, способствующим развитию лучевой диагностики.

#### Литература

1. Ralston, S. H., Penman, I. D., Strachan, M. W. J., & Hobson, R. (Eds.). (2018). Davidson's principles and practice of medicine (23rd ed.). Elsevier Health Sciences.
2. Лучевая диагностика и лучевая терапия: учеб. пособие / А.И. Алешкевич [и др.]. – Минск: Новое знание, 2017, – 382 с.
3. Feng X, Tustison NJ, Patel SH and Meyer CH (2020) Brain Tumor Segmentation Using an Ensemble of 3D U-Nets and Overall Survival Prediction Using Radiomic Features. Front. Comput. Neurosci. 14:25. doi: 10.3389/fncom.2020.00025
4. Chen Y-J, Hsieh H-P, Hung K-C, Shih Y-J, Lim S-W, Kuo Y-T, Chen J-H and Ko C-C (2022) Deep Learning for Prediction of Progression and Recurrence in Nonfunctioning Pituitary Macroadenomas: Combination of Clinical and MRI Features. Front. Oncol. 12:813806. doi: 10.3389/fonc.2022.813806
5. Wang H, Zhang W, Li S, Fan Y, Feng M, Wang R. Development and Evaluation of Deep Learning-based Automated Segmentation of Pituitary Adenoma in Clinical Task. J Clin Endocrinol Metab. 2021 Aug 18;106(9):2535-2546. doi: 10.1210/clinem/dgab371. PMID: 34060609.