

В.Р. Хонов, А.П. Кукареко

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ИНТЕГРИРОВАННАЯ
ПЛАТФОРМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ.
СОЗДАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ
МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ЛЕГКИХ ПРИ КОРОНАВИРУСНОЙ
ИНФЕКЦИИ COVID-19**

*Научные руководители: канд. мед. наук, доц. Т.А. Бич,
канд. мед. наук, доц. В.С. Гайдук*

*Кафедра гистологии, цитологии и эмбриологии,
кафедра патологической анатомии*

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

V.R. Khonov, A.P. Kukareko

**EDUCATIONAL AND RESEARCH INTEGRATED DECISION SUPPORT
PLATFORM BASED ON THE INTELLIGENT ANALYSIS OF HISTOLOGICAL
DATA. CREATION OF A NEURAL NETWORK MODEL FOR ASSESSING
MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE LUNGS
IN CORONAVIRUS INFECTION COVID-19**

*Tutors: associate professor T.A. Bich,
associate professor V.S. Gayduk*

*Department of Histology, Cytology and Embryology,
Department of Pathological Anatomy*

Belarusian State Medical University, Minsk

Резюме. Разработана модель с использованием компьютерного анализа изображений и подходы машинного обучения для описания патоморфологических изменений на оцифрованных аутопсийных изображениях тканей легкого у пациентов с COVID-19.

Ключевые слова: машинное обучение; цифровая патология; COVID-19.

Resume. In our model, we used computer image analysis and machine learning approaches to describe pathomorphological changes in digitized autopsy images of lung tissue in patients with COVID-19.

Keywords: machine learning; digital pathology; COVID-19.

Актуальность. Легкие как орган дыхательной системы играют важную роль в поддержании гомеостаза организма. Наиболее частой причиной смерти пациентов с инфекцией COVID-19 был респираторный дистресс-синдром взрослого типа (РДСВ), морфологически проявляющийся диффузным альвеолярным повреждением (ДАП). Процессам иммунного ответа отводится ведущая роль в развитии ДАП при инфекции COVID-19. Создание алгоритма оценки морфологических изменений легких при инфекции COVID-19 с помощью подходов компьютерного анализа позволяет внедрить элементы цифровой патологии в научно-исследовательскую работу, а также образовательный процесс [1].

Цель: создать цифровую образовательно-исследовательскую платформу для анализа гистологических данных, разработать на ее базе модель нейронной сети, способную графически определять патоморфологические изменения, выявлять количественные и пространственные закономерности иммунного ответа в лёгких при коронавирусной инфекции COVID-19 для дальнейшей интеграции программы в научно-

образовательный и практический процессы [2].

Материалы и методы. Набор данных состоял из 200 полнослайдовых изображений (WSI) гистологических препаратов легких от 50 пациентов (2021-2022 гг.), умерших от COVID-19. Препараты окрашены гематоксилином и эозином. Данные были предоставлены кафедрой патологической анатомии БГМУ и Objective Whole Slide Image Server. Все случаи были анонимизированы. Изображения NIH и Objective Whole Slide Image Server были оцифрованы с 40-кратным увеличением. При написании программного кода платформы был использован язык программирования Python, библиотека PyTorch [3].

Результаты и их обсуждение. Созданная нейросетевая модель позволяет классифицировать клетки иммунного ответа и определять ограниченный спектр морфологических изменений в легких. Разработанная образовательно-исследовательская программная платформа позволила оптимизировать аннотацию и разметку, платформа представляет новые возможности обучения как студентов, так и нейросетевых моделей в направлении патологической анатомии.

Заключение. В ходе работы удалось сформировать оригинальный подход для выделения множества гистологических признаков, основанный на объединении морфологических и математических методов анализа патологических изменений, которые могут быть использованы патологоанатомами с минимальными усилиями для аннотации полнослайдовых изображений. Модель не только эффективно описывает количество и распределение признаков для различных стадий COVID-19, но также результативна в количественном анализе гистологических признаков. Тот же подход может быть применен к другим областям патологии и представляет собой новое направление для объяснительных аналитических моделей. Платформа в свою очередь предоставляет программные компоненты для аннотации, хранения и обработки данных, в том числе нейросетевых моделей, результатов их обучения и образовательных ресурсов, может быть использована как информационная площадка в научно-исследовательских и образовательных целях, обладает неограниченной возможностью пополнения новыми моделями и практическими ресурсами.

Таким образом, созданная нейросетевая модель позволяет классифицировать клетки иммунного ответа и определять ограниченный спектр морфологических изменений в легких, а также значительно оптимизирует рабочие процессы в практике патологоанатомов, в частности аннотацию и разметку, представляет новые возможности обучения как студентов, так и нейросетевых моделей в направлении патологической анатомии.

Информация о внедрении результатов исследования. По результатам настоящего исследования опубликовано 5 статей в сборниках материалов, 10 тезисов докладов, 8 статей в журналах, получено 7 актов внедрения в образовательный процесс (кафедры патологической анатомии, гистологии, цитологии и эмбриологии, нормальной анатомии, патологической физиологии, нормальной морфологии УО БГМУ, информатики УО БГУИР), 1 акт внедрения в производство (ООО “Техартгруп”), внедрено 1 рационализаторское предложение (УО БГМУ).

Литература

1. Pathology image analysis using segmentation deep learning algorithms / S. Wang, M. Yang, R. Rong, X. Zhan, G. Xiao // Am. J. Pathol. – 2019. – Vol. 189. – No. 9. – PP. 1686-1698..

- 2.** Two distinct immunopathological profiles in autopsy lungs of COVID-19 / R. Nienhold, Y. Ciani, V. Koelzer, [et al.] // Nat Commun. – 2020. – No. 11:5086 – P. 4-6.
- 3.** QuPath: open source software for digital pathology image analysis / P. Bankhead, M. Loughrey, J. Fernandez, [et al.] // Sci Rep. – 2017. – No. 7(1):16878. – P. 2.