

**Заключение**

Таким образом, установлены различия качественного и количественного состава эндогенной микробиоты влагалища у пациенток с дисплазией шейки матки и у здоровых женщин. Цервикальные неоплазии высокой степени сопровождаются развитием выраженных дисбиотических процессов во влагалище. По данным литературы, при снижении числа лактобактерий могут иметь место иммунопатологический и антиапоптотный эффекты, а также хромосомные aberrации, связанные с некоторыми представителями факультативной микробиоты, приводящие к формированию аутоиммунных реакций, опухолевой трансформации и присоединению вторичной инфекции. Эти моменты нужно учитывать и своевременно проводить коррекцию выявленных нарушений в качественном и количественном составе эндогенной микробиоты влагалища индивидуально у каждой пациентки.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Назарова, В. В. Микробиота влагалища при физиологическом микробиоценозе и при бактериальном вагинозе / В. В. Назарова // Журнал акушерства и женских болезней. – 2013. – Т. 62, № 5. – С. 66-74.
2. Анкирская, А. С., Муравьева, В. В. Интегральная оценка состояния микробиоты влагалища, диагностика оппортунистических вагинитов / А. С. Анкирская, В. В. Муравьева. Медицинская технология. – М. : ФГБУ «НЦ АГиП им. В. И. Кулакова» Минздравсоцразвития России, 2011. – 20с.

УДК 612.398.12:577.112]-07:004.032.26

***К. С. Макеева<sup>1</sup>, К. А. Панарин<sup>2</sup>, К. С. Курочка<sup>2</sup>, М. С. Макеева<sup>3</sup>****<sup>1</sup>Учреждение образования**«Гомельский государственный медицинский университет»,**<sup>2</sup>Учреждение образования**«Гомельский государственный технический университет им. П.О Сухого»,**<sup>3</sup>Государственное учреждение**«Гомельская областная детская клиническая больница»,**г. Гомель, Республика Беларусь***АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОФОРЕГРАММ БЕЛКОВ СЫВОРОТКИ КРОВИ ПРИ ПОМОЩИ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ*****Введение***

В настоящее время информационные технологии набирают популярность и применяются практически во всех областях деятельности человека. Медицина не стала исключением. Активное внедрение современных технологий в медицинскую отрасль в большинстве стран позволило повысить эффективность диагностики и лечения [1]. Анализ и классификация изображений, получаемых в настоящее время в медицине, является важной проблемой обработки информации, поток которой в последние годы неизбежно растет.

Электрофорез белков сыворотки – это распространенный клинический лабораторный тест, в основном показанный для диагностики и наблюдения за моноклональными гаммапатиями, такими как миелома, болезнь Вальденстрема, а также за многими клиническими состояниями, которые вызывают качественные и количественные изменения фракций белков сыворотки (заболевания печени, мочевыделительной системы, иммунной системы, острые и хронические заболевания, злокачественные патологии) [2].

Электрофорез белков сыворотки состоит из нескольких этапов: первый – технический этап, заключается в получении дорожек электрофореза в геле, отражающих разделение белков сыворотки крови в электрическом поле в зависимости от их заряда, массы и формы; второй – интерпретация полученных данных для выделения клинически значимых отклонений, например, М-градиента [2]. Хотя первый этап в настоящее время практически полностью автоматизирован с помощью высокопроизводительных приборов, второй этап по-прежнему требует вмешательства человека, обладающего достаточными знаниями. Интерпретация результатов зависит от глубокого понимания клинического контекста, требующего участия опытного врача-специалиста. Такая большая зависимость ограничивает производительность электрофореза белков сыворотки в клинических лабораториях и препятствует воспроизводимости интерпретации между лабораториями и врачами.

Для оценки результатов электрофореза белков сыворотки крови в настоящее время существует несколько нейросетевых алгоритмов анализа денситограмм, однако, они не позволяют проанализировать биомедицинские изображения дорожек гель-электрофореза белков [3, 4].

### ***Цель***

Сравнить результаты анализа электрофореграмм белков сыворотки крови пациентов врачами клинической лабораторной диагностики и математическим алгоритмом искусственной нейронной сети.

### ***Материалы и методы исследования***

В данном исследовании проанализировано 668 дорожек гель-электрофореза белков сыворотки пациентов, которые находились на стационарном лечении в отделениях хирургического и терапевтического профиля ГУЗ «ГОДКБ» с января по сентябрь 2021 года, а также из архива кафедры. Биомедицинские изображения – цифровые сканы 668 дорожек гель-электрофореза с физических пластинок электрофореграмм были обработаны набором пороговых и морфологических фильтров, которые позволяют четко выделить искомые фрагменты фракций белков на дорожке электрофореза и корректно оценить расположение и интенсивность концентраций белков в образце. Набор данных был разделен на обучающую и валидационную выборки в пропорции 80% к 20%, что соответствует 551 и 137 изображениям, которые были использованы для обучения свёрточной нейронной сети. Алгоритм был разработан в соответствии с академическими рекомендациями по интерпретации электрофореза белков сыворотки крови [2]. По виду патологии протеинограмм в обучающей выборке было выделено 4 типа: норма, острые воспаления,  $\beta$ -глобулиновые плазмоцитомы;  $\gamma$ -глобулиновые плазмоцитомы.

48 дорожек гель-электрофореза белков сыворотки крови были проанализированы врачами-специалистами качественно – визуально и количественно – с помощью денситометра DM2120 (Solar). Параллельно 48 биомедицинских изображений тех же дорожек были подвергнуты анализу оценочными алгоритмами свёрточной нейронной сети. Результаты проведенного анализа представлены в виде текстового заключения по типу протеинограммы. Был проведен сравнительный анализ заключений врачей-специалистов и искусственной нейронной сети. Рассчитана специфичность и чувствительность теста.

### ***Результаты исследования и их обсуждение***

В ходе анализа тестовых дорожек гель-электрофореза белков сыворотки крови врачами-специалистами выявлено 27 протеинограмм, соответствовавших норме, 17 протеинограмм острого воспаления, 3  $\gamma$ -глобулиновые плазмоцитомы и 1  $\beta$ -глобулиновую плазмоцитому. Алгоритмами свёрточной нейронной сети обнаружено: 26 протеинограмм без патологии, 18 протеинограмм острого воспаления, 3  $\gamma$ -глобулиновые плазмоцитомы и 1  $\beta$ -глобулиновая плазмоцитомы. Система могла различать протеинограммы

в норме и при патологии с чувствительностью 95,5% и специфичностью 96,4%. Выявление  $\gamma$ - и  $\beta$ -глобулиновых плазмочитом нейронной сетью выполнялось с точностью 100%.

### **Заключение**

В ходе проверки на тестовой выборке из 48 денситограмм нейронной сетью была допущена одна ошибка. Таким образом, чувствительность и специфичность работы предложенной архитектуры нейронной сети может быть оценена как 95,5% и 96,4% соответственно.

По результатам анализа полученных данных сделан вывод о возможности использования разработанной модели нейронной сети для решения практических задач по классификации протеинограмм, а также необходимости увеличения обучающей и тестовой выборки для обучения свёрточной нейронной сети для возможности дифференцировки большего типа патологий.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Доступность и качество медицинской помощи как основные принципы здравоохранения Республики Беларусь / М. М. Сачек [и др.] // Материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием к Всемирному дню здоровья 2018 г., посвящённой всеобщему охвату услугами здравоохранения и 70-летию ВОЗ. – Киев, 2018. – С. 161–163.
2. Арсенин, С. Л. Клинический электрофорез белков - современные аспекты клинической диагностики / С. Л. Арсенин // Helena. – 2017. – С. 1-42.
3. Lightweight, open source, easy-use algorithm and web service for paraprotein screening using spatial frequency domain analysis of electrophoresis studies / R. Chen [et al.] // J. Pathol. Inform. – 2022. – Vol. 13. – Art. 100128. doi: 10.1016/j.jpi.2022.100128.
4. Medical Image Analysis using Convolutional Neural Networks: A Review / S. M. Anwar [et al.] // J. Med. Syst. – 2018. – Vol. 42, № 226. <https://doi.org/10.1007/s10916-018-1088-1>.

УДК 616.155.392:577.352

***Е. М. Назаренко<sup>1,2</sup>, М. И. Ванслав<sup>2</sup>, А. В. Величко<sup>1,2</sup>, А. В. Филипчик<sup>3</sup>,  
Н. А. Манаева<sup>2</sup>, Д. Б. Нижегородова<sup>1,2</sup>***

*<sup>1</sup>Учреждение образования*

*«Международный государственный экологический институт  
имени А. Д. Сахарова»,*

*«Белорусского государственного университета»*

*<sup>2</sup>Государственное учреждение образования*

*«Белорусская медицинская академия последипломного образования»,  
г. Минск, Республика Беларусь,*

*<sup>3</sup>Государственное учреждение*

*«Республиканская клиническая больница медицинской реабилитации»,  
д. Аксаковщина, Республика Беларусь*

### **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЦИТОТОКСИЧНОСТИ ЛИМФОИДНЫХ КЛЕТОК В КО-КУЛЬТУРЕ С КЛЕТОЧНОЙ ЛИНИЕЙ K562**

### **Введение**

Эффекторная реакция цитотоксичности представляет собой иммунный механизм цитолиза клеток, несущих признаки трансформации, инфицирования или клеточного