

Библиографический список

1. Ерохин, А.И. Овцеводство: учебник /А.И. Ерохин, С.А. Ерохин //Москва. - 2004. - 478с.
2. Кочкаров, Р.Х. Продуктивность молодняка овец советской мясошерстной породы / Р.Х. Кочкаров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2013. - № 5 (43). - 148 с. - 150 с.
3. Мугниев, П.Ф. Научные и практические аспекты создания и совершенствования мясошерстных овец в условиях Центрального Предкавказья: автореф. дисс. докт. с.-х., наук: Дубровицы. - 2006. - 34 с.
4. Фарсыханов, С.И. Гиссарская порода овец / С.И Фарсыханов. – Душанбе: Ирфон, 1981. - 235 с.
5. Мансурова, М.У. Возрастные изменения анатомо-гистологических и химико-физических особенностей костного скелета гиссарских овец: автореф. дисс. докт. биол. наук: 16.00.02 / М.У. Мансурова. - Казань, 1973. - 30 с.
6. Погосян, Г.А. Мясная продуктивность армянской полугрубшерстной породы овец / Г.А. Погосян, Г.Б. Аветисян // Овцы, козы, шерстяное дело. - 2014. – № 1. - 30-31 с.
7. Хайитов А.Х. Разведение сельскохозяйственных животных: учебник / А.Х. Хайитов, А.Г. Шамсиев. - Душанбе. Балогат, на тадж. яз. - 2018. - 262с.
8. Трухачев, В. И. Шерстование / В. И. Трухачев, В. А. Мороз. – Ставрополь : Издательство "АГРУС", 2012. – 496 с. – ISBN 978-5-9596-0760-9. – EDN QBOLLL.

УДК 619:004

ГЕМАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ: ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Елфимова Серафима Александровна, аспирант кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

Павлова Мария Андреевна, аспирант кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

Акчурин Сергей Владимирович, профессор кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация. В статье рассматриваются перспективные направления использования искусственного интеллекта в гематологии животных.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, цифровые технологии, ветеринария, нейронные сети, животные

С активным развитием информационных технологий наблюдается рост

числа научных разработок с применением искусственного интеллекта (ИИ) в различных сферах, в том числе в гуманной медицине, ветеринарии и сельском хозяйстве. Машинное обучение (МО) открывает возможности для улучшения диагностики патологий, особенно с учетом растущих тенденций в оцифровке изображений, в том числе микроскопических [4, 20]. Вместе с тем данная технология имеет значительный потенциал применения в животноводстве и ветеринарной медицине, в том числе в части оптимизации процессов интерпретации результатов лабораторной и инструментальной диагностики и мониторинга состояния здоровья животных.

Применение ИИ и МО в области гематологии предлагает широкий спектр преимуществ, в том числе благодаря повышению эффективности и результативности работы гематологов за счет автоматизации ряда процессов [17].

Существует три основных типа МО: неконтролируемое, контролируемое обучение и обучение с подкреплением [3]. Наиболее часто используемый тип МО в животноводстве и ветеринарии – контролируемое обучение [15].

Цель данного исследования – на основании анализа литературных источников выявить потенциальные направления применения технологии машинного обучения в гематологии животных.

Для анализа литературных источников использовались библиографические базы данных Elibrary, Pubmed, Research Gate. В качестве поисковых запросов использовались следующие слова и выражения на русском и английском языках: гематология, машинное обучение, искусственный интеллект. Анализу были подвергнуты статьи, опубликованные за период 2012-2023 гг.

В ходе анализа публикаций были выявлены основные потенциальные направления применения ИИ, в том числе установлено, что большинство публикаций посвящены применению данных технологий в гематологии человека, при этом применяемые методы и технологии потенциально могут быть адаптированы и использованы в гематологии животных.

1) Подсчет и морфологический анализ клеток периферической крови.

Для диагностики многих гематологических заболеваний, необходимо распознавание изображений отдельных клеток и их классификация. Использование ИИ позволяет сегментировать изображение мазка крови на отдельные клетки, распознавать их и классифицировать по группам.

Основные этапы: сегментация изображений, извлечение/выбор признаков и классификация. Процесс начинается с первичной обработки изображений, которая включает в себя цифровую маркировку клеток. Затем изображение сегментируют на части с дальнейшей разметкой отдельных включений (например, ядро). Формируется база эталонных изображений, на основе которой нейронная сеть производит дальнейшее сравнение, классификацию и подсчет. [12, 18]

На данный момент существует первая, и пока единственная в своем роде

технология *vetscan imagist* от компании *Zoetis*, предлагающая анализ изображений мазков крови (оценка и подсчет тромбоцитов, подсчет лейкоформулы, диагностика анемии), кала и цитологических исследований с использованием ИИ на единой платформе [23].

2) Диагностика миелопролиферативных заболеваний.

Традиционная диагностика миелопролиферативных заболеваний у людей основывается на визуальном исследовании мазков крови, что требует большого количества времени, а также подвержена ошибкам. Для поддержки принятия клинических решений необходима автоматизированная система оптической обработки изображений [5]. Многим пациентам с новообразованиями крови не ставят правильный диагноз до тех пор, пока заболевание не достигнет поздней стадии с ограниченными перспективами лечения [6]. В данной сфере алгоритмы МО могут улучшить уход за пациентами посредством таких мероприятий, как скрининг, ранняя диагностика, стратификация риска, рекомендации по лечению и прогнозирование [19].

Благодаря значительным достижениям в области МО и ИИ в последние годы было предложено множество моделей и алгоритмов для поддержки диагностики и классификации миелопролиферативных заболеваний человека, большинство из них демонстрируют адекватную эффективность в постановке и прогнозировании гематологических новообразований [7].

При использовании ИИ для решения данной задачи необходимо учитывать несколько важных соображений. Большинство исследований являются ретроспективными, не оценивается влияние этих моделей на результаты лечения пациентов, поэтому будущие исследования должны быть сосредоточены на оценке влияния моделей на диагностику, прогноз пациентов и на результаты лечения пациентов [13].

Некоторые рассмотренные модели имели ограниченный размер выборки, полученной из одного центра или лаборатории, что ограничивает их применимость к другим группам населения [13].

Чтобы устранить эти ограничения, необходимо разработать модели с повышенной обобщаемостью, используя большие однородные наборы данных, полученные из нескольких центров и лабораторий – провести работу по интеграции баз данных для более эффективного обучения ИИ [14].

К сожалению, на данный момент нет убедительных данных об использовании данной технологии в ветеринарной медицине, однако учитывая значительную предрасположенность животных к данному виду заболеваний, в первую очередь это касается кошек с носительством хронических вирусных инфекций, таких как FeLV и FIV, а также крупного рогатого скота, данное направление исследований является крайне перспективным.

3) Диагностика гемопаразитарных инвазий.

Особо перспективное направление для использования нейросетей в лабораторной диагностике – исследование мазков крови на наличие паразитов. В гуманной медицине активно ведутся исследования и разработки автоматизированных методов диагностики малярии [1, 9].

Методика компьютерной диагностики малярии основана на микроскопическом методе, который осуществляется с помощью алгоритмов МО и методов компьютерного зрения. При этом методе цифровые изображения тонких и толстых мазков крови используются для автоматического обнаружения малярийных паразитов [20].

Находится применение технологиям искусственного интеллекта также и в вопросе диагностики гемопаразитарных инфекций животных, в большинстве исследуемых публикаций, описывались подходы по выявлению *Babesia canis* [18].

4) Прогнозирование развития патологии.

Современные методы прогностической оценки, используемые в клинической практике, характеризуются недостаточной эффективностью в прогнозировании многих вопросов. В данной области открывается большое поле для применения технологий ИИ и МО.

Например, в вопросах прогнозирования смертности от сепсиса, алгоритмы показали свою эффективность [10]. Существует острая необходимость в быстром выявлении пациентов с высоким риском смертности, а сортировка пациентов окажет неоценимую помощь в подборе лечения. Так в одном из исследований нейронная сеть точно предсказала выживаемость пациентов с сепсисом, а также была произведена успешная сортировка пациентов на фенотипические группы [10].

В вопросах гемотрансфузии методы МО также показали свое преимущество, например, модель, основанная на алгоритме Lightgbm, была более точной, чем основанная на опыте клинициста, при прогнозировании предоперационной переливания эритроцитов, что снижает риски от проведения неоправданной гемотрансфузии, а также снижает ненужные затраты на кровь, тестирование совместимости [8].

Послеродовое кровотечение при поступлении на роды можно с превосходной дискриминационной способностью предсказать с помощью МО и статистических моделей [22].

В исследуемых публикациях отсутствовали сведения о применении искусственного интеллекта при прогнозировании патологии животных. В тоже время, предлагаемые модели для гуманной медицины, могут найти применение и в ветеринарной медицине.

Прогностическое направление использования МО нашло применение для прогнозирования раннего риска хронической болезни почек у кошек [2].

В ходе исследования были проанализированы научные публикации и выявлены основные потенциальные направления применения МО в гематологии животных. Дополнительно необходимо отметить, что авторы исследований подчеркивают использование технологии машинного обучения в качестве вспомогательных средств для медицинских и ветеринарных работников, дополняя их роль, а не заменяя ее. Благодаря грамотному обучению специалистов данным технологиям, а также созданию более обширных баз данных для обучения нейросетей может быть достигнуто

успешное внедрение технологий искусственного интеллекта в животноводство и ветеринарную медицину.

Библиографический список:

1. Bibin D., Nair M. S. and Punitha P. «Malaria Parasite Detection From Peripheral Blood Smear Images Using Deep Belief Networks» in IEEE Access, vol. 5, pp. 9099-9108, 2017, doi: 10.1109/ACCESS.2017.2705642.
2. Bradley R., Tagkopoulos I., Kim M., Kokkinos Y., Predicting early risk of chronic kidney disease in cats using routine clinical laboratory tests and machine learning, Affiliations expand DOI:10.1111/jvim.15623
3. Chartrand G., Cheng P.M., Vorontsov E., [и др.] Deep Learning: A Primer for Radiologists // RadioGraphics. 2017. № 7 (37). С. 2113–2131.
4. Cuocolo R, Cipullo MB, Stanzione A, Uggas L, Romeo V, Radice L, Brunetti A, Imbriaco M. Machine learning applications in prostate cancer magnetic resonance imaging. Eur Radiol Exp. 2019 Aug 7;3(1):35.
5. Dese K., Raj H., Ayana G., Yemane T., Adissu W., Krishnamoorthy J., Kwa T. (2021). Accurate Machine-Learning-Based classification of Leukemia from Blood Smear Images. Clinical Lymphoma Myeloma and Leukemia. doi:10.1016/j.clml.2021.06.025
6. El Alaoui Y., Elomri A., Qaraq M. [и др.] A Review of Artificial Intelligence Applications in Hematology Management: Current Practices and Future Prospects, J Med Internet Res 2022;24(7):e36490, doi: 10.2196/36490
7. Elhadary M., Elshoeibi A. M., Badr A., Revolutionizing chronic lymphocytic leukemia diagnosis: A deep dive into the diverse applications of machine learning, Blood Reviews, Volume 62, 2023, 101134, ISSN 0268-960X, doi:10.1016/j.blre.2023.101134.
8. Feng, Y., Xu, Z., Sun, X., Wang, D., & Yu, Y. (2021). Machine learning for predicting preoperative red blood cell demand. Transfusion Medicine, 31(4), 262–270. doi:10.1111/tme.12794
9. Ghosh, S., Ghosh, A. & Kundu, S. Estimating malaria parasitaemia in images of thin smear of human blood. CSIT 2, 43–48 (2014). doi:10.1007/s40012-014-0043-7
10. Guo, F., Zhu, X., Wu, Z. et al. Clinical applications of machine learning in the survival prediction and classification of sepsis: coagulation and heparin usage matter. J Transl Med 20, 265 (2022). doi.org/10.1186/s12967-022-03469-6
11. Hedderich D. M. et al. Artificial intelligence tools in clinical neuroradiology: essential medico-legal aspects //Neuroradiology. – 2023. – С. 1-9.
12. Muhsen IN, Shyr D, Sung AD, Hashmi SK. Machine Learning Applications in the Diagnosis of Benign and Malignant Hematological Diseases. Clin Hematol Int. 2020 Dec 21;3(1):13-20. doi: 10.2991/chi.k.201130.001
13. Nakaura T. A primer for understanding radiology articles about machine learning and deep learning // Diagnostic and Interventional Imaging. 2020. № 12 (101). С. 765–770.

14. Ngiam K. Y., Khor W. Big data and machine learning algorithms for health-care delivery // The Lancet Oncology. – 2019. – Т. 20. – №. 5. – С. e262-e273.
15. Pereira A. I. Artificial Intelligence in Veterinary Imaging: An Overview // Veterinary Sciences. 2023. № 5 (10). С. 320.
16. Pijnacker T. [и др.]. Identification of parameters and formulation of a statistical and machine learning model to identify Babesia canis infections in dogs using available ADVIA hematology analyzer data // Parasites & Vectors. 2022. № 1 (15). С. 41.
17. Radakovich N., Nagy M., Nazha A. Artificial intelligence in hematology: current challenges and opportunities // Current hematologic malignancy reports. – 2020. – Т. 15. – С. 203-210.)
18. Rodellar J, Alférez S, Acevedo A, [и др.] Image processing and machine learning in the morphological analysis of blood cells. Int J Lab Hematol. 2018 May;40 Suppl 1:46-53. doi: 10.1111/ijlh.12818. PMID: 29741258.
19. Salah H. T., Muhsen, I. N., Salama, M. E., [и др.] (2019). Machine learning applications in the diagnosis of leukemia: Current trends and future directions. International Journal of Laboratory Hematology. doi:10.1111/ijlh.13089
20. Shambhu S., Koundal D., Das P., [и др.], "Computational Methods for Automated Analysis of Malaria Parasite Using Blood Smear Images: Recent Advances", Computational Intelligence and Neuroscience, vol. 2022, Article ID 3626726, 18 pages, 2022. doi:10.1155/2022/3626726
21. Swanson K, Wu E, Zhang A, Alizadeh AA, Zou J. From patterns to patients: Advances in clinical machine learning for cancer diagnosis, prognosis, and treatment. Cell. 2023 Apr 13;186(8):1772-1791. doi:10.1016/j.cell.2023.01.035
22. Venkatesh, K. K., Strauss, R. A., Grotegut, C. A., [и др.] (2020). Machine Learning and Statistical Models to Predict Postpartum Hemorrhage. Obstetrics & Gynecology, 135(4), 935–944. doi:10.1097/aog.0000000000003759
23. URL: <https://www.zoetisus.com/products/diagnostics/instruments/vetscan-imagyst> (дата обращения 20.10.2023)

УДК 636.295/296.082

ПАРАМЕТРЫ ЭКСТЕРЬЕРА ЛИНЕЙНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ВЕРБЛЮДОВ ПОРОДЫ КАЗАХСКИЙ БАКТРИАН ПРИАРАЛЬСКОЙ И ПРИКАСПИЙСКОЙ ЗОН

Ермаханов Мейрамбек Нысанбекович, кандидат с.-х. наук, заведующий отделом верблюдоводства верблюдоводства ТОО «Юго-Западный научно-исследовательский институт животноводства и растениеводства»

Алибаев Нурадин Нажмединович, доктор с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник отдела верблюдоводства ТОО «Юго-Западный научно-исследовательский институт животноводства и растениеводства»

Абдуллаев Конысбай Шаимович, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела верблюдоводства ТОО «Юго-Западный научно-