

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627081>

Применение алгоритмов искусственного интеллекта для диагностики патологии заболеваний уха

А.Г. Хубларян¹, А.И. Крюков^{1,2}, Н.Л. Кунельская^{1,2}, Е.В. Гаров^{1,2}, П.А. Сударев¹, В.Э. Киселюс¹, В.Н. Зеленкова¹, А.А. Иванова³, А.П. Осадчий³, Н.Г. Шевырина³

¹ Научно-исследовательский клинический институт оториноларингологии им. Л.И. Свержевского, Москва, Россия;

² Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия;

³ ООО «Рубедо», Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Своевременная и качественная диагностика заболевания является основой грамотной тактики лечения пациента. В своём исследовании авторы показывают, что отоларингологи ошибаются в каждом четвёртом диагнозе, а врачи общей практики (терапевты, педиатры, фельдшеры) — в каждом втором. В результате это приводит к возникновению осложнений, хронизации процессов, увеличению сроков лечения и реабилитации, ухудшению трудоспособности населения и падению доверия пациентов [1].

Сегодня в зарубежной медицине средства искусственного интеллекта активно стали внедряться и в оториноларингологию. Наиболее распространено использование компьютерного зрения как инструмента применения искусственного интеллекта в обучении, а в дальнейшем в использовании в диагностике и лечении заболеваний уха, горла и носа. По данным Министерства здравоохранения Российской Федерации, в среднем ежегодно более 6% населения страны обращается к оториноларингологу с патологией наружного и среднего уха. Это соответствует тому, что консультация оториноларинголога требуется 9 000 000 человек ежегодно. В оториноларингологии для обучения нейросетей используют изображения, полученные при эндоскопическом обследовании пациентов (например, при видеоларингоскопии) [2–4].

Разработка и внедрение в клиническую практику технологий, основанных на применении алгоритмов искусственного интеллекта, является одним из приоритетов развития медицинских технологий и требует тщательного и взвешенного подхода к разработке и обучению подобных систем.

Цель — разработка и обучение нейросети (алгоритмов искусственного интеллекта) для определения патологии уха на основе цифровых эндоскопических изображений.

Материалы и методы. Началом нашей работы стало создание базы данных цифровых эндоскопических фотографий. Для этого во время стандартного отохирургического приёма был проведён сбор эндовидеофотографий нормальных и патологически изменённых барабанных перепонки в обезличенном формате. Следующим этапом была сформирована система критериев оценки снимков для дальнейшей разметки. Сформировано «дерево диагнозов» ушных заболеваний, основанных на визуальных признаках, для создания мыслительного алгоритма распознавания состояния (норма/патология) наружного слухового прохода и барабанной перепонки. Снижение степени субъективности оценки изображений было достигнуто посредством создания коллегиального подхода в формате консилиума.

Для обучения нейросети коллективом авторов было выполнено, загружено и размечено 5750 цифровых эндоскопических изображений в формате jpg, jpeg. Количество нормальных изображений наружного слухового прохода с не изменённой барабанной перепонкой составило 750, патологически изменённых — 5000 снимков. Разметка снимков проводилась с учётом разработанных критериев оценки визуальных признаков с последующим присвоением нозологического статуса заболевания/нормы.

Результаты. В результате проведённого исследования были изучены основные метрики: специфичность, точность и чувствительность. Результаты значений для 11 классов (норма и 10 различных нозологий): варьирование показателя специфичности составило от 0,846 до 0,982; точности — от 0,422 до 0,950; чувствительности — от 0,433 до 0,900.

Заключение. Выполненная исследовательская работа иллюстрирует возможность создания и обучении нейросети, основанной на применении алгоритмов искусственного интеллекта, для оценки состояния наружного слухового прохода и барабанной перепонки. При этом важными компонентами являются не только сбор качественных снимков, но и грамотная разметка данных, создание «дерева диагнозов», основанных на визуальных признаках. Дальнейшее повышение точности распознавания основных заболеваний уха может стать основой для создания системы помощи принятия врачебного решения и оказывать непосредственную помощь в практической медицине.

Received: 16.02.2024

Accepted: 27.03.2024

Published online: 30.06.2024

Ключевые слова: патология уха; норма уха; отит; нейросеть; искусственный интеллект.

Как цитировать:

Хубларян А.Г., Крюков А.И., Кунельская Н.Л., Гаров Е.В., Сударев П.А., Киселюс В.Э., Зеленкова В.Н., Иванова А.А., Осадчий А.П., Шевырина Н.Г. Применение алгоритмов искусственного интеллекта для диагностики патологии заболеваний уха // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 102–105. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627081>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pichichero M.E., Poole M.D. Assessing diagnostic accuracy and tympanocentesis skills in the management of otitis media // Arch Pediatr Adolesc Med. 2001. Vol. 155, N 10. P. 1137–1142. doi: 10.1001/archpedi.155.10.1137
2. Paderno A., Gennarini F., Sordi A., et al. Artificial intelligence in clinical endoscopy: Insights in the field of videomicroscopy // Frontiers in Surgery. 2022. Vol. 9. P. 933297. doi: 10.3389/fsurg.2022.933297
3. Cao C., Liu F., Tan H., et al. Deep Learning and Its Applications in Biomedicine // Genomics Proteomics Bioinformatics. 2018. Vol. 16, N 1. P. 17–32. doi: 10.1016/j.gpb.2017.07.003
4. Suganyadevi S., Seethalakshmi V., Balasamy K. A review on deep learning in medical image analysis // International Journal of Multimedia Information Retrieval. 2022. Vol. 11, N 1. P. 19–38. doi: 10.1007/s13735-021-00218-1

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627081>

Application of artificial intelligence algorithms for diagnosing the pathology of ear diseases

Alvina G. Khublaryan¹, Andrey I. Kryukov^{1,2}, Natalya L. Kunelskaya^{1,2}, Evgeny V. Garov^{1,2}, Pavel A. Sudarev¹, Vitautas E. Kiselyus¹, Victoria N. Zelenkova¹, Anastasiya A. Ivanova³, Anton P. Osadchij³, Natalya G. Shevyrina³

¹ The Sverzhhevskiy Otorhinolaryngology Healthcare Research Institute, Moscow, Russia;

² The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia;

³ Rubedo LLC, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Timely and accurate diagnosis of the disease is the foundation for effective treatment strategies for the patient. The authors demonstrate in their study that otolaryngologists are incorrect in approximately one-quarter of their diagnoses, while general practitioners (internists, pediatricians, and paramedics) are incorrect in approximately one-half of their diagnoses. Consequently, this results in the emergence of complications, the chronicization of processes, an increase in treatment and rehabilitation time, a deterioration of the population's ability to work, and a decline in patient confidence [1].

In the field of foreign medicine, artificial intelligence tools have been actively introduced in otorhinolaryngology. The most prevalent application of artificial intelligence in otorhinolaryngology is the use of computer vision as a tool for training and subsequently for the diagnosis and treatment of diseases of the ear, throat, and nose. According to the Ministry of Health of the Russian Federation, on average, more than 6% of the population of the country consults an otorhinolaryngologist annually with pathology of the external and middle ear. This aligns with the observation that approximately 9 million individuals require consultation with an otorhinolaryngologist on an annual basis. In otorhinolaryngology, images obtained from endoscopic examinations of patients (e.g., videolaryngoscopy) are used to train neural networks [2–4].

The development and introduction of technologies based on the application of artificial intelligence algorithms into clinical practice is one of the priorities of medical technology development and requires a careful and balanced approach to the development and training of such systems.

AIM: The study aimed to develop and train a neural network (artificial intelligence algorithms) to detect ear pathology from digital endoscopic images.

MATERIALS AND METHODS: The initial phase of our research involved the creation of a digital database comprising endoscopic photographs. For this purpose, endovideos of normal and pathologically altered tympanic membranes in an anonymized format were collected during a standard otosurgical appointment. The subsequent step was to establish a system of criteria for evaluating the images for subsequent annotation. A diagnostic tree of ear diseases based on visual features was constructed to develop a reasoning algorithm for identifying the condition (normal/pathological) of the external auditory canal and tympanic membrane. The subjective nature of image evaluation was mitigated by implementing a collegial approach in a consilium format.

Рукопись получена: 16.02.2024

Рукопись одобрена: 27.03.2024

Опубликована online: 30.06.2024

In order to train the neural network, the research team performed, uploaded, and labeled 5,750 digital endoscopic images in JPEG format. A total of 750 images of the external auditory canal with an unaltered tympanic membrane were identified, while 5,000 images exhibited pathological alterations. The images were subsequently labeled in accordance with the established criteria for evaluating visual features, which were then used to assign the nosological status of the disease or norm.

RESULTS: The study yielded insights into the main metrics, namely specificity, accuracy, and sensitivity. The results of the values for 11 classes (normal and 10 different nosologies) revealed a considerable degree of variation in the metrics. The specificity metric exhibited a range of values from 0.846 to 0.982, while the accuracy metric demonstrated a similar range from 0.422 to 0.950. The sensitivity metric exhibited a narrower range of values, from 0.433 to 0.900.

CONCLUSIONS: This study demonstrates the potential for developing and training a neural network based on the application of artificial intelligence algorithms to assess the condition of the external auditory canal and tympanic membrane. In this case, the collection of high-quality images is not the sole crucial component; equally important is the competent annotation of data and the creation of a “tree of diagnoses” based on visual features. Further improvement of the accuracy of recognizing the main ear diseases can serve as the basis for the creation of a system of assistance in medical decision-making and provide direct assistance in practical medicine.

Keywords: ear disease; normal ear; otitis; neural network; artificial intelligence.

To cite this article:

Khublaryan AG, Kryukov AI, Kunelskaya NL, Garov EV, Sudarev PA, Kiselyus VE, Zelenkova VN, Ivanova AA, Osadchij AP, Shevyrina NG. Application of artificial intelligence algorithms for diagnosing the pathology of ear diseases. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):102–105. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627081>

REFERENCES

1. Pichichero ME, Poole MD. Assessing diagnostic accuracy and tympanocentesis skills in the management of otitis media. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2001;155(10):1137–1142. doi: 10.1001/archpedi.155.10.1137
2. Paderno A, Gennarini F, Sordi A, et al. Artificial intelligence in clinical endoscopy: Insights in the field of videomics. *Frontiers in Surgery*. 2022;9:933297. doi: 10.3389/fsurg.2022.933297
3. Cao C, Liu F, Tan H, et al. Deep Learning and Its Applications in Biomedicine. *Genomics Proteomics Bioinformatics*. 2018;16(1):17–32. doi: 10.1016/j.gpb.2017.07.003
4. Suganyadevi S, Seethalakshmi V, Balasamy K. A review on deep learning in medical image analysis. *International Journal of Multimedia Information Retrieval*. 2022;11(1):19–38. doi: 10.1007/s13735-021-00218-1

ОБ АВТОРАХ

* **Киселюс Витаутас Эдуардо;**

ORCID: 0000-0003-4853-9112;

eLibrary SPIN: 1991-0749;

e-mail: moomer@mail.ru

Хубларян Альвина Генриховна;

ORCID: 0000-0001-8934-5977;

eLibrary SPIN: 4195-1692;

e-mail: alvinka95@mail.ru

Крюков Андрей Иванович;

ORCID: 0000-0002-0149-0676;

eLibrary SPIN: 9393-8753;

e-mail: nikio@zdrav.mos.ru

Кунельская Наталья Леонидовна;

ORCID: 0000-0002-1001-2609;

eLibrary SPIN: 9282-6970;

e-mail: nlkun@mail.ru

Гаров Евгений Вениаминович;

ORCID: 0000-0003-2473-3113;

eLibrary SPIN: 1566-9994;

e-mail: egarov@yandex.ru

Сударев Павел Алексеевич;

ORCID: 0000-0001-9085-9879;

eLibrary SPIN: 4113-3569;

e-mail: mnpco@mail.ru

AUTHORS' INFO

* **Vitautas E. Kiselyus;**

ORCID: 0000-0003-4853-9112;

eLibrary SPIN: 1991-0749;

e-mail: moomer@mail.ru

Alvina G. Khublaryan;

ORCID: 0000-0001-8934-5977;

eLibrary SPIN: 4195-1692;

e-mail: alvinka95@mail.ru

Andrey I. Kryukov;

ORCID: 0000-0002-0149-0676;

eLibrary SPIN: 9393-8753;

e-mail: nikio@zdrav.mos.ru

Natalya L. Kunelskaya;

ORCID: 0000-0002-1001-2609;

eLibrary SPIN: 9282-6970;

e-mail: nlkun@mail.ru

Evgeny V. Garov;

ORCID: 0000-0003-2473-3113;

eLibrary SPIN: 1566-9994;

e-mail: egarov@yandex.ru

Pavel A. Sudarev;

ORCID: 0000-0001-9085-9879;

eLibrary SPIN: 4113-3569;

e-mail: mnpco@mail.ru

Зеленкова Виктория Николаевна;

ORCID: 0000-0002-5103-1080;

eLibrary SPIN: 4389-3337;

e-mail: Zelenkova.07.78@mail.ru

Иванова Анастасия Александровна;

ORCID: 0009-0001-4684-5864;

e-mail: AnastasiaIwanova@yandex.ru

Осадчий Антон Павлович;

ORCID: 0009-0001-3270-4390;

e-mail: uhogorlonosiki@yandex.ru

Шевырина Наталья Григорьевна;

ORCID: 0009-0003-9446-5457;

e-mail: shevyrina.nata22@gmail.com

Victoria N. Zelenkova;

ORCID: 0000-0002-5103-1080;

eLibrary SPIN: 4389-3337;

e-mail: Zelenkova.07.78@mail.ru

Anastasiya A. Ivanova;

ORCID: 0009-0001-4684-5864;

e-mail: AnastasiaIwanova@yandex.ru

Anton P. Osadchiy;

ORCID: 0009-0001-3270-4390;

e-mail: uhogorlonosiki@yandex.ru

Natalya G. Shevyrina;

ORCID: 0009-0003-9446-5457;

e-mail: shevyrina.nata22@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author