

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626797>

Прогнозирование развития фибрилляции предсердий у коморбидных пациентов с артериальной гипертензией и хронической обструктивной болезнью лёгких по данным лабораторных методов исследования: подход с использованием машинного обучения

Е.В. Казанцева, А.А. Иванников, А.И. Тарзимова, В.И. Подзолков

Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Артериальная гипертензия и хроническая обструктивная болезнь лёгких оказывают пагубное влияние на структуру сердца, приводя к развитию фибрилляции предсердий, которая остаётся основной причиной развития мозгового инсульта и преждевременной смерти [1]. Так, ранняя диагностика факторов риска фибрилляции предсердий у пациентов с артериальной гипертензией и хронической обструктивной болезнью лёгких имеет важнейшее значение для профилактики. Именно поэтому в предиктивной кардиологии используют методы машинного обучения, которые превосходят классические статистические методы прогнозирования [2–4].

Цель — разработать прогностическую модель развития фибрилляции предсердий у коморбидных пациентов с артериальной гипертензией и хронической обструктивной болезнью лёгких на основе многослойного перцептрона.

Материалы и методы. В исследование было включено 419 пациентов, проходивших лечение в Университетской клинической больнице № 4 Первого Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова. Первую группу составил 91 (21,7%) пациент с верифицированным диагнозом «фибрилляция предсердий», вторую группу — 328 (78,3%) пациентов без фибрилляции предсердий. Алгоритмом машинного обучения «случайный лес» осуществлён отбор предикторов, с которыми была разработана нейронная сеть типа «многослойный перцептрон», состоявшая из двух слоёв — входного слоя из 12 нейронов, использующих функцию активации ReLU, и выходного слоя, который получает входные данные от предыдущего слоя и передаёт их на один выход, используя функцию активации сигмоиды. Определение порогового значения, чувствительности, специфичности и диагностической эффективности полученной модели проводился с помощью ROC-анализа с расчётом площади под кривой (AUC).

Результаты. Первым этапом разработки прогностической модели алгоритмом машинного обучения «случайный лес» были отобраны наиболее значимые предикторы развития фибрилляции предсердий: концентрация С-реактивного белка (отношение шансов 1,04; 95% доверительный интервал 1,015–1,067; $p=0,002$), скорость оседания эритроцитов (отношение шансов 1,04; 95% доверительный интервал 1,019–1,08; $p<0,001$) и концентрация креатинина (отношение шансов 1,03; 95% доверительный интервал 1,011–1,042; $p<0,001$), которые использовались для разработки модели многослойного перцептрона, обучавшейся на тестовой выборке в течение 500 эпох. После окончания обучения разработанная модель имела чувствительность 85%, специфичность 80%, диагностическую эффективность — 79,6%. AUC составила 0,900.

Заключение. В ходе исследования была разработана прогностическая модель на основе применения методов машинного обучения, обладающая хорошими показателями метрик, что позволяет рассматривать её в качестве вспомогательного средства в клинической практике.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий, прогноз, машинное обучение, нейросети.

Как цитировать:

Казанцева Е.В., Иванников А.А., Тарзимова А.И., Подзолков В.И. Прогнозирование развития фибрилляции предсердий у коморбидных пациентов с артериальной гипертензией и хронической обструктивной болезнью лёгких по данным лабораторных методов исследования: подход с использованием машинного обучения // Digital Diagnostics. 2024. Т. 5, № S1. С. 24–26. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626797>

Received: 15.02.2024

Accepted: 22.03.2024

Published online: 30.06.2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шапкина М.Ю., Рябиков А.Н., Титаренко А.В., и др. Артериальная гипертензия, уровень артериального давления и риск фибрилляции предсердий у жителей Сибири // *Атеросклероз*. 2023. Т. 19, № 3. С. 258–261. doi: 10.52727/2078-256X-2023-19-3-258-261
2. Мишкин И.А., Концевая А.В., Гусев А.В., Драпкина О.М. Прогнозирование сердечно-сосудистых событий с помощью моделей пропорциональных рисков и моделей машинного обучения: систематический обзор // *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. 2023. № 2. С. 804–829. EDN: PQZXOT doi: 10.24412/2312-2935-2023-2-804-829
3. Seetharam K., Balla S., Bianco C., et al. Applications of machine learning in cardiology // *Cardiology and Therapy*. 2022. Vol. 11, N 3. P. 355–368. doi: 10.1007/s40119-022-00273-7
4. Johnson K.W., Torres Soto J., Glicksberg B.S., et al. Artificial intelligence in cardiology // *Journal of the American College of Cardiology*. 2018. Vol. 71, N 23. P. 2668–2679. doi: 10.1016/j.jacc.2018.03.521

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626797>

Predicting atrial fibrillation in comorbid patients with arterial hypertension and chronic obstructive pulmonary disease using laboratory research methods: a machine learning approach

Evgeniya V. Kazantseva, Aleksander A. Ivannikov, Aida I. Tarzimanova, Valeriy I. Podzolkov

The First Sechenov Moscow State Medical University, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Arterial hypertension and chronic obstructive pulmonary disease have a deleterious effect on the structure of the heart, leading to the development of atrial fibrillation, which remains the leading cause of cerebral stroke and premature death [1]. Consequently, the early identification of atrial fibrillation risk factors in patients with arterial hypertension and chronic obstructive pulmonary disease is of paramount importance for the prevention of such conditions. This is why predictive cardiology employs machine learning methods, which are demonstrably superior to classical statistical methods of prediction [2–4].

AIM: The study aimed to develop a prognostic model of atrial fibrillation in comorbid patients with arterial hypertension and chronic obstructive pulmonary disease based on multilayer perceptron.

MATERIALS AND METHODS: The study included 419 patients treated at the University Clinical Hospital No. 4 of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University. Group 1 consisted of 91 (21.7%) patients with a verified diagnosis of atrial fibrillation, while Group 2 comprised 328 (78.3%) patients without atrial fibrillation. The random forest machine learning algorithm was used to identify predictors, which were then utilized to develop a neural network of the multilayer perceptron type. This consisted of two layers: an input layer of 12 neurons with the ReLU activation function and an output layer that receives input data from the previous layer and transmits them to one output with the sigmoid activation function. The threshold value, sensitivity, specificity, and diagnostic efficiency of the obtained model were determined using receiver operating characteristic analysis with the calculation of the area under the curve (AUC).

RESULTS: By the first stage of prognostic model development, the most significant predictors of atrial fibrillation development were selected by the random forest machine learning algorithm. The model was developed using three variables: C-reactive protein concentration (odds ratio, OR 1.04; 95% confidence interval, CI 1.015–1.067; $p=0.002$), erythrocyte sedimentation rate (OR 1.04; 95% CI 1.019–1.069; $p=0.002$), and creatinine concentration (OR 1.03; 95% CI 1.011–1.042; $p<0.001$). These variables were used to train a multilayer perceptron model on a test sample for 500 epochs.

Following training, the developed model exhibited a sensitivity of 85%, a specificity of 80%, and a diagnostic efficiency of 79.6%. AUC amounted to 0.900.

CONCLUSIONS: The study resulted in the development of a prognostic model based on the application of machine learning methods, which exhibited favorable metrics. This model may be considered a valuable tool for clinical practice.

Keywords: atrial fibrillation, prognosis, machine learning, neural network.

To cite this article:

Kazantseva EV, Ivannikov AA, Tarzimanova AI, Podzolkov VI. Predicting atrial fibrillation in comorbid patients with arterial hypertension and chronic obstructive pulmonary disease using laboratory research methods: a machine learning approach. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):24–26. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626797>

Рукопись получена: 15.02.2024

Рукопись одобрена: 22.03.2024

Опубликована online: 30.06.2024

REFERENCES

1. Shapkina MYu, Ryabikov AN, Titarenko AV, et al. Arterial hypertension, blood pressure levels and risk of atrial fibrillation in Siberian residents. *Atherosclerоз*. 2023;19(3):258–261. (In Russ). doi: 10.52727/2078-256X-2023-19-3-258-261
2. Mishkin IA, Kontsevaya AV, Gusev AV, Drapkina OM. Prediction of cardiovascular events using proportional risk models and machine learning models: A systematic review. *Current problems of health care and medical statistics*. 2023;(2):804–829. EDN: PQZXOT doi: 10.24412/2312-2935-2023-2-804-829
3. Seetharam K, Balla S, Bianco C, et al. Applications of machine learning in cardiology. *Cardiology and Therapy*. 2022;11(3):355–368. doi: 10.1007/s40119-022-00273-7
4. Johnson KW, Torres Soto J, Glicksberg BS, et al. Artificial intelligence in cardiology. *Journal of the American College of Cardiology*. 2018;71(23):2668–2679. doi: 10.1016/j.jacc.2018.03.521

ОБ АВТОРАХ

*** Казанцева Евгения Владимировна;**

ORCID: 0000-0001-8552-5364

eLibrary SPIN: 4018-8734;

e-mail: kazantseva_ev@inbox.ru

Иванников Александр Александрович;

ORCID: 0000-0002-9738-1801;

e-mail: ivannikov_a95@mail.ru

Тарзимова Аида Ильгизовна;

e-mail: tarzimanova_a_i@staff.sechenov.ru

Подзолков Валерий Иванович;

e-mail: podzolkov_v_i@staff.sechenov.ru

AUTHORS' INFO

*** Evgeniya V. Kazantseva;**

ORCID: 0000-0001-8552-5364;

eLibrary SPIN: 4018-8734;

e-mail: kazantseva_ev@inbox.ru

Aleksander A. Ivannikov;

ORCID: 0000-0002-9738-1801;

e-mail: ivannikov_a95@mail.ru

Aida I. Tarzimanova;

e-mail: tarzimanova_a_i@staff.sechenov.ru

Valeriy I. Podzolkov;

e-mail: podzolkov_v_i@staff.sechenov.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author