

УДК 616.519.7;004.89;004.942

НЕЙРОСЕТЕВАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ АЛЛЕРГИЧЕСКОГО И ИНФЕКЦИОННОГО РИНИТА У ДЕТЕЙ

Н. В. Минаева^{1*}, Н. А. Кумпан², Л. Н. Ясницкий², Д. М. Ширяева¹¹Пермский государственный медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера,²Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия

NEURONET SYSTEM FOR INFANTILE ALLERGIC AND INFECTIOUS RHINITIS DIAGNOSIS

N. V. Minaeva^{1*}, N. A. Kumpan², L. N. Yasnitsky², D.M. Shiryayeva¹¹Perm State Medical University named after E.A. Wagner,²Perm State National Research University, Russian Federation

Цель. Разработать систему дифференциальной диагностики ринитов инфекционной и аллергической этиологии.

Материалы и методы. Данные 217 пациентов детского возраста с инфекционным и аллергическим ринитом были использованы для построения диагностической системы на основе технологии нейронных сетей.

Результаты. Создана система дифференциальной диагностики, позволяющая с помощью минимального числа входных параметров с высокой точностью ставить диагнозы «инфекционный ринит» и «аллергический ринит». Виртуальные компьютерные эксперименты по оценке роли пассивного курения для прогноза данных заболеваний показали противоречивые результаты, требующие дальнейшего изучения.

Выводы. Разработанная диагностическая система может быть использована по принципу «предварительная диагностика аллергического ринита без аллерголога» в работе педиатров, терапевтов, врачей общей практики, а также для скрининговой диагностики в условиях центров здоровья.

Ключевые слова. Ринит аллергический, ринит инфекционный, диагноз, нейронная сеть, курение, математическая модель.

Aim. To develop the system of differential diagnosis of infectious and allergic rhinitis.

Materials and methods. The data of 217 children with infectious and allergic rhinitis were used to develop the diagnostic system based on neuron network technology.

Results. Differential diagnostic system permitting to diagnose with great accuracy “infectious rhinitis” and “allergic rhinitis” by means of minimum number of input parameters was worked out. Virtual computer experiments, estimating the role of passive smoking for the purpose of predicting these diseases, indicated contradictory results requiring further studies.

© Минаева Н. В., Кумпан Н. А., Ясницкий Л. Н., Ширяева Д. М., 2015

e-mail: docnm@mail.ru.

тел. 8 902 836 38 28

[Минаева Н. В. (*контактное лицо) – доктор медицинских наук, профессор кафедры педиатрии ФДПО; Кумпан Н. А. – бакалавр кафедры прикладной математики и информатики; Ясницкий Л. Н. – доктор технических наук, профессор кафедры прикладной математики и информатики; Ширяева Д. М. – аспирант кафедры педиатрии ФДПО].

Conclusions. The diagnostic system worked out can be used by the principle of “preliminary diagnosis of allergic rhinitis without allergologist” in the work of pediatricians, therapists, general practitioners as well as for screening diagnosis in conditions of “Health Centers”.

Key words. Allergic rhinitis, infectious rhinitis, diagnosis, neuron network, smoking, mathematical model.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время наблюдается процесс интенсивного внедрения компьютерных методов диагностики практически во все области медицинской практики. Наряду с регрессионным анализом получает развитие применение технологии нейросетей для постановки диагнозов, определения прогноза заболеваний, для разработки индивидуальных рекомендаций с учетом специфических особенностей пациентов [5, 7].

Классическая схема построения сети предполагает наличие группы входных параметров (нейронов), являющихся информацией об объекте исследования, и нескольких выходных нейронов, представляющих собой результат анализа, например, диагноз (рис. 1).

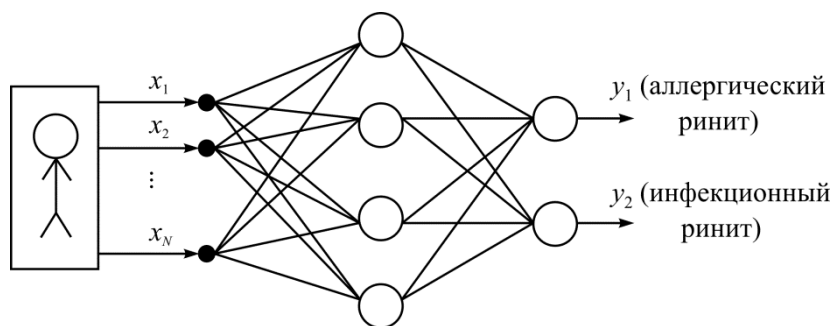


Рис. 1. Схема работы нейросетевой диагностической системы

Готовые модели позволяют проводить виртуальные исследования для выявления неизвестных ранее закономерностей и новых медицинских знаний [2, 3].

Цель исследования – разработать систему дифференциальной диагностики ринитов инфекционной и аллергической этиологии на основе технологии нейросетевого моделирования.

Эта схема используется во многих нейросетевых диагностических системах [4, 5, 6]. В ходе экспериментов выяснилось, что замена одной сети с двумя выходами на две сети, имеющие по одному выходу, позволяет снизить погрешность постановки диагнозов на 5–10 %, поэтому возможно исследование каждого выходного параметра отдельно [2, 7].

При формировании нейросетевых математических моделей большое значение имеет выбор адекватного количества входных информационных параметров, способных оказывать влияние на результат моделирования. Применительно к медицине вопрос о том, какие именно симптомы и характеристики пациента наиболее значимы для решения поставленных задач, представляет определенные трудности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Под наблюдением находилось 217 детей в возрасте от 2,5 до 17 лет, в том числе 109 – с установленным диагнозом аллергического ринита и 108 с ринитом инфекционной этиологии. Было собрано максимально воз-

можное количество характеризующих пациентов параметров: демографические данные, сведения об анамнезе заболеваний, наследственности по аллергии, клинические и лабораторные характеристики. Множество примеров (сводных данных о каждом пациенте), сформированных на основе полученной информации, было разделено на 3 группы: основную – для «обучения» нейронной сети, тестирующую (20 % от обучающей) и подтверждающую (7 % от обучающей, для проверки адекватности работы системы). Проектирование, обучение, тестирование нейронной сети и виртуальные эксперименты над нейросетевой математической моделью выполнялись с помощью программы «Нейросимулятор 5.0» [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В первом варианте нейросети было использовано 113 входных нейронов (параметров, обозначенных x_1 , x_2 и т.д.) для ввода данных о пациенте и его симптомов заболевания и 2 выходных нейрона для вывода диагноза пациента: y_1 – аллергический ринит; y_2 – инфекционный ринит.

Для оптимизации сети (сокращения числа входных параметров) использовались три разных способа. Первый и второй из них были основаны на математическом подходе к отбору данных по анализу коэффициентов корреляции Пирсона и оценке значимости параметров самой нейросетью. Это позволило сократить количество входных параметров до 35 и 14, при этом погрешность постановки диагноза для аллергического ринита составила 2 %, но для инфекционного достигала 40 %.

Третий способ заключался в эмпирическом анализе медицинских данных врачами нашей группы, позволившем выбрать 23, 19 или 13 параметров. Для каждого из двух диагнозов были построены по три нейронные сети с наборами отобранных врачами при-

знаков, давшие погрешность при постановке диагнозов аллергического или инфекционного ринитов от 2 до 10 %. Таким образом, рекомендации врача по исключению мало-значимых параметров были более эффективными – дали меньшую погрешность при сопоставимом числе входных параметров.

Каждая из нейронных сетей, после обучения и оптимизации, подвергалась тестированию на примерах, которые не были задействованы в обучении.

После того как адекватность математической нейросетевой модели была установлена, модель с минимальным числом параметров применили для исследования ряда закономерностей предметной области.

Оценка значимости входных параметров показала, что для постановки диагноза «аллергический ринит» важнее всего были данные о том, что предшествовало заболеванию (в вариантах ответов – контакт с пылью), а также наличие таких симптомов, как чихание или зуд в области носа. Наименьшее значение было установлено для сведений о пылевой аллергии и наследственном анамнезе по поллинозу у отца ребенка, о пищевой аллергии в анамнезе у матери (рис. 2). При инфекционном рините заболеванию предшествовало охлаждение или контакт с инфекционными больными, из симптомов у пациентов часто отмечались заложенность и ринорея.

Проведено исследование влияния фактора «курение ребенка» на развитие ринитов аллергической или инфекционной этиологии. Рассматривались следующие значения параметра «курение ребенка»: «ребенок не курит» и «ребенок курит пассивно». Выходные параметры сети: 1 – здоров (0 %), 2 – болен (100 %). На вход нейронной сети подали данные о 212 детях и поставили им диагнозы при значении параметра «ребенок не курит». Затем изменили значение данного параметра на «ребенок курит пассивно» и также поставили диагноз. Зависимость результата

в данной модели от параметра «курение ребенка» представлена на рис. 3, а, б. На гистограммах приведены только те примеры, где изменение входного параметра «курение ребенка» изменило диагноз. Так, изменение па-

раметра с «ребенок не курит» на «ребенок курит пассивно» в 18 случаях из 212 (8,5 %) привело к изменению вероятности наличия заболевания «аллергический ринит» (фактически с «болен» на «здоров») (рис. 3, а).



Рис. 2. Значимость параметров при постановке диагнозов: а – «аллергический ринит»; б – «инфекционный ринит»

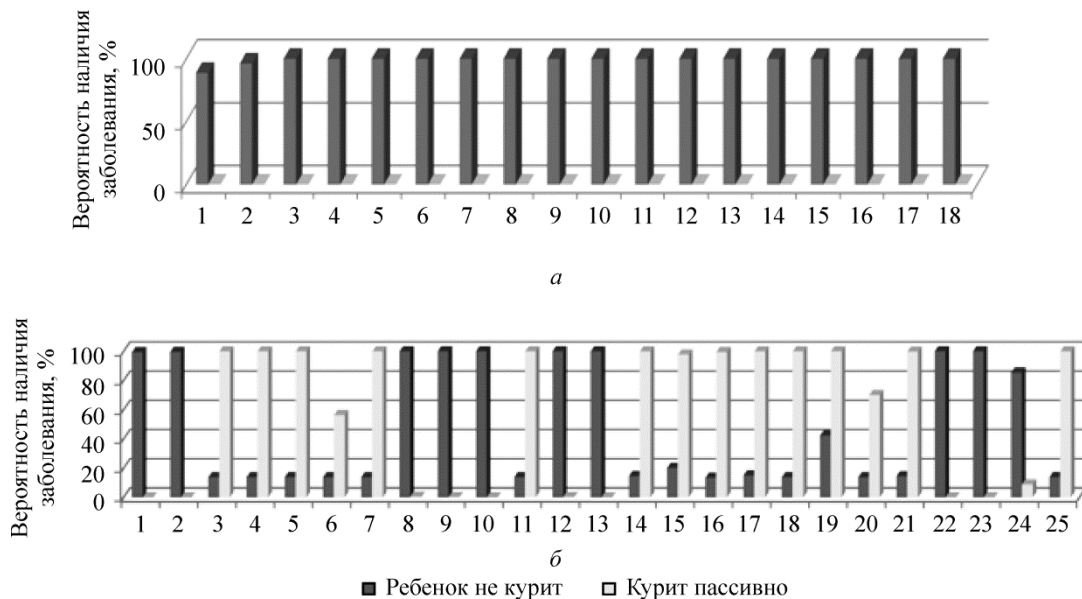


Рис. 3. Влияние параметра «курение ребенка» на постановку диагноза: а – «аллергический ринит»; б – «инфекционный ринит»

Изменение параметра «ребенок не курит» на «курит пассивно» в 10 случаях из 212 (4,7 %) привело к изменению диагноза «инфекционный ринит» (с «болен» на «здоров»),

а в 15 случаях из 212 (7,1 %) – привело к изменению диагноза «инфекционный ринит» (со «здоров» на «болен») (рис. 3, б).

Анализируя полученные методом нейросетевого моделирования результаты, обратим внимание, что в целом они согласуются с общепринятым мнением о вредном влиянии курения на здоровье человека. Однако в некоторых редких случаях (по нашим данным 4,7 %) введение сведений о наличии пассивного курения ребенка, наоборот, привело к снижению вероятности заболевания инфекционным ринитом и в 8,5 % случаев – к уменьшению заболевания аллергическим ринитом. Этот феномен требует дальнейшего изучения.

Из двух разработанных нейронных сетей была сформирована единая компьютерная диагностическая система, снабженная пригодным для практического применения пользовательским интерфейсом. По-нашему мнению, она может быть использована по принципу «предварительная диагностика аллергического ринита без аллерголога», например, в работе педиатров, терапевтов, врачей общей практики, а также для скрининговой диагностики в условиях центров здоровья.

Выводы

1. Разработана нейросетевая диагностическая система, позволяющая с помощью минимального числа входных параметров с высокой точностью ставить диагнозы «инфекционный ринит» и «аллергический ринит».

2. Данные о влиянии пассивного курения на развитие ринитов разной этиологии противоречивы и требуют дальнейшего изучения.

3. Диагностическая система может быть использована по принципу «предварительная диагностика аллергического ринита без аллерголога» в работе педиатров, терапевтов, врачей общей практики, а также для скрининговой диагностики в условиях центров здоровья.

Библиографический список

1. Черепанов Ф. М., Ясницкий Л. Н. Нейросимулятор 5.0. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014618208. Заявка Роспатент № 2014614649. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 12.08.2014.
2. Ясницкий Л. Н., Думлер А. А., Богданов К. В., Полещук А. Н., Черепанов Ф. М., Макурина Т. В., Чугайнов С. В. Диагностика и прогнозирование течения заболеваний сердечно-сосудистой системы на основе нейронных сетей. Медицинская техника 2013; 3: 42–44.
3. Ясницкий Л. Н. Нейронные сети – инструмент для получения новых знаний: успехи, проблемы, перспективы. Нейрокомпьютеры: разработка, применение 2015; 5: 48–56.
4. Das R., Turkoglu I., Sengur A. Effective diagnosis of heart disease through neural networks ensembles. Expert Systems with Applications 2009; 36(4): 7675–7680.
5. Johnsson D., Gil M., Garcia Chemizo J. M., Paya A. S., Fernandez D. R. Application of artificial neural networks in the diagnosis of urological dysfunctions. Expert Systems with Applications 2009; 36 (3): 5754–5760.
6. Yumusak O. E. N., Temurtas F. Chest diseases diagnosis using artificial neural networks. Expert Systems with Applications 2010; 37 (12): 7648–7655.
7. Yasnitsky L. N., Dumler A. A., Poleshchuk A. N., Bogdanov C. V., Cherepanov F. M. Artificial neural networks for obtaining new medical knowledge: diagnostics and prediction of cardiovascular disease progression. Biol. Med. (Aligarh) 2015; 7(2): BM-095-15,8.

Материал поступил в редакцию 21.05.2015