

Статья опубликована в журнале:

Минаева Н.В., Кумпан Н.А., Ясницкий Л.Н., Ширяева Д.М. Нейросетевая система диагностики аллергического и инфекционного ринита у детей // Пермский медицинский журнал. 2015. Т. 32. № 4. С. 63-67.

УДК 616:519.7;004.89;004.942

**НЕЙРОСЕТЕВАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ АЛЛЕРГИЧЕСКОГО
И ИНФЕКЦИОННОГО РИНИТА У ДЕТЕЙ**

Н.В. Минаева¹, Н.А. Кумпан², Л.Н. Ясницкий², Ширяева Д.М.¹

¹Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера,

²Пермский государственный национальный исследовательский университет

Контактная информация

Минаева Наталья Витальевна - доктор медицинских наук, профессор кафедры педиатрии дополнительного профессионального образования;

Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера;

614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26.

E-mail: docsvm@mail.ru.

Тел. 89028363828

Кумпан Наталья Алексеевна – бакалавр, кафедра прикладной математики и информатики; Пермский государственный национальный исследовательский университет;

614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

E-mail: natalka_kum@mail.ru

Тел. 89120681345

Ясницкий Леонид Нахимович – доктор технических наук, профессор кафедры прикладной математики и информатики;

Пермский государственный национальный исследовательский университет;

614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

E-mail: yasn@psu.ru

Тел. 89120704387

E-mail: yasn@psu.ru

Ширяева Дарья Михайловна – аспирант кафедры педиатрии дополнительного профессионального образования; Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера;

614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26

E-mail: dashica87@rambler.ru

Тел. раб. 212-79-16

НЕЙРОСЕТЕВАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ АЛЛЕРГИЧЕСКОГО И ИНФЕКЦИОННОГО РИНИТА У ДЕТЕЙ

Н.В. Минаева¹, Н.А. Кумпан², Л.Н. Ясницкий², Ширяева Д.М.¹

¹*Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера,*

²*Пермский государственный национальный исследовательский университет*

РЕЗЮМЕ.

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.

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). 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.

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.

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 возможное количество характеризующих пациентов параметров: демографические данные, сведения об анамнезе заболеваний, наследственности по аллергии, клинические и лабораторные характеристики. Множество примеров (сводных данных о каждом пациенте), сформированное 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 исследователей, позволившем выбрать 23, 19 или 13 параметров. Для каждого из двух диагнозов были построены по три нейронные сети с наборами отобранных

врачами признаков, давшие погрешность при постановке диагнозов аллергического или инфекционного ринитов от 2 до 10%. Таким образом, рекомендации врача по исключению малозначимых 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» наибольшее влияние имели 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 пыльцевой 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 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 212 детей 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 рисунках 3 и 4. На гистограммах приведены только те примеры, где изменение входного параметра «курение ребенка» изменило диагноз. Так изменение параметра о курении 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).

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. 4).

Анализируя полученные методом нейросетевого моделирования результаты, обратим внимание, что в целом, они согласуются с общепринятым мнением о вреде 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 так же 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.

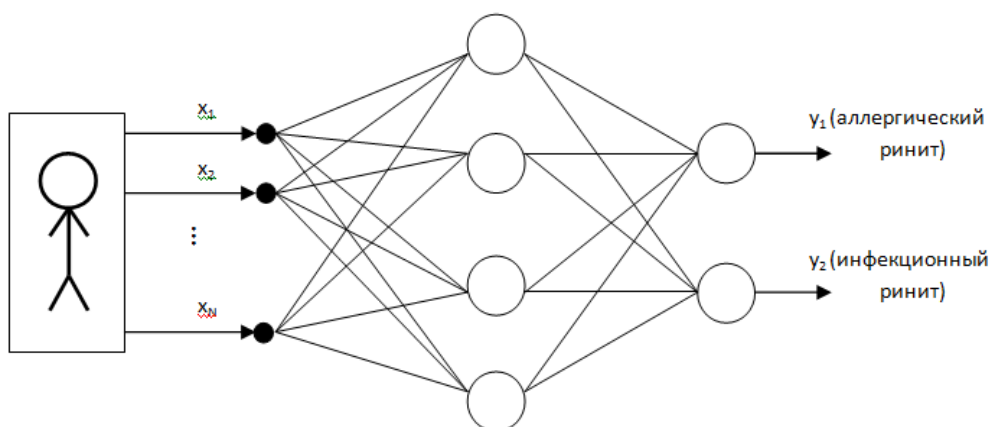


Рис. 1. Схема работы нейросетевой диагностической системы



а

б

Рис. 2. Значимости параметров при постановке диагнозов:
 а- «аллергический ринит», б - «инфекционный ринит»

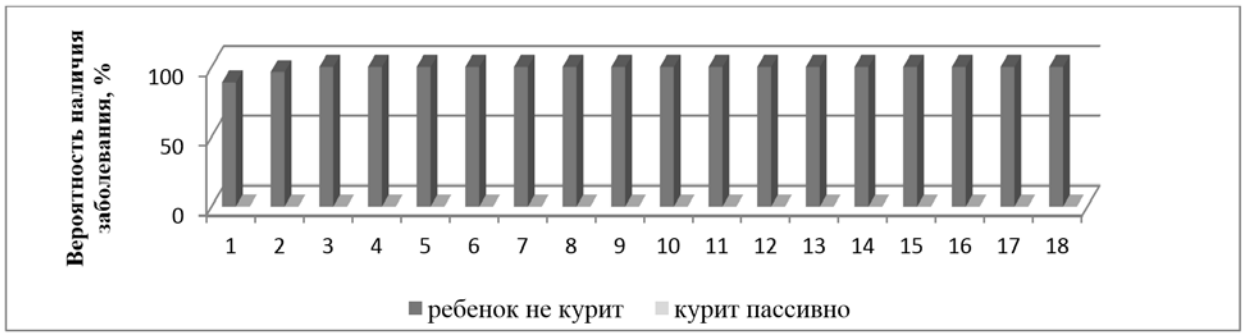


Рис.3. Влияние параметра «курение ребенка» на постановку диагноза «аллергический ринит»

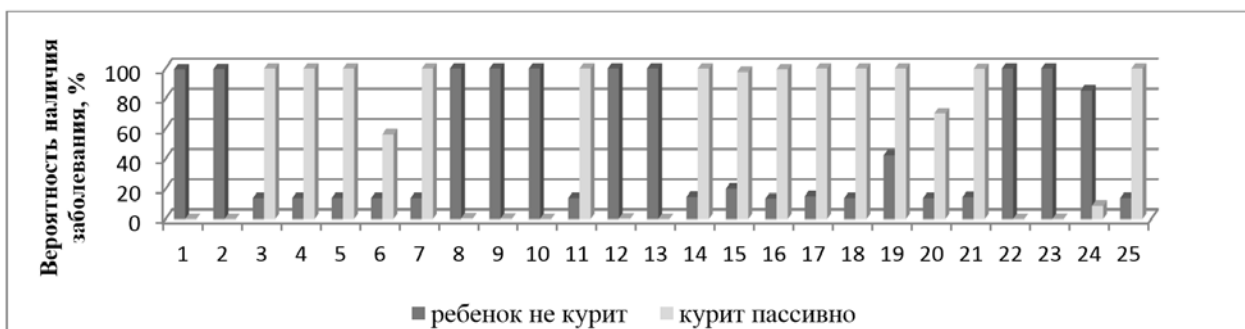


Рис. 4. Влияние параметра «курение ребенка» на постановку диагноза «инфекционный ринит»