

УДК 61:681.518

КЛИНИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ТИПА «МНОГОСЛОЙНЫЙ ПЕРСЕПТРОН»

С. В. Федоров^{1}, М. Ш. Кашаев^{1,2}, Т. Р. Кашаев³*

¹*Башкирский государственный медицинский университет,*

²*Республиканская клиническая больница им. Г. Г. Куватова,*

³*Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Россия*

CLINICAL USE OF INFORMATION PROCESSING AND ANALYSIS SYSTEM BASED ON ARTIFICIAL NEURAL NETWORK OF “MULTILAYER PERCEPTRON” TYPE

S. V. Fedorov^{1}, M. Sh. Kashaev^{1,2}, T. R. Kashaev³*

¹*Bashkir State University of Medicine,*

²*Republican Clinical Hospital named after G.G. Kuvatov,*

³*Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation*

Цель. Улучшение результатов хирургического лечения больных с патологией щитовидной железы путем разработки программы для ЭВМ, позволяющей оптимизировать диагностику, наблюдение и прогноз течения заболевания.

Материалы и методы. Совместно с кафедрой вычислительной техники и защиты информации Уфимского государственного авиационного технического университета была разработана программа «Интеллектуальная система диагностики патологии щитовидной железы на основе нейросетевых технологий».

Результаты. Авторами разработана и зарегистрирована программа для ЭВМ «Интеллектуальная система диагностики патологии щитовидной железы на основе нейросетевых технологий», позволяющая проводить сбор, хранение и анализ информации о пациентах. Программа также способна на основе введенной информации о пациенте самостоятельно выставлять предполагаемый диагноз и прогнозировать результат лечения заболевания. Программой проведен анализ 148 историй болезней и амбулаторных карт больных с диффузным токсическим зобом, точность выставления диагноза составила более 90%, точность прогноза исхода заболевания более 75%.

Вывод. Применение современных методов диагностики и обработки полученных данных при помощи биомедицинской статистики, а также нейросетевых систем обработки и анализа информации позволяет оптимизировать ведение пациентов, хранение и обработку медицинской информации, а также проводить дифференциальную диагностику заболеваний.

Ключевые слова. Щитовидная железа, искусственная нейронная сеть, диагностика.

© Федоров С. В., Кашаев М. Ш., Кашаев Т. Р., 2013

e-mail: fedorow707@mail.ru

тел. 8 917 345 55 82

[Федоров С. В. (*контактное лицо) – доктор медицинских наук, профессор кафедры хирургических болезней с курсом эндоскопии ИПО; Кашаев М. Ш. – кандидат медицинских наук, врач отделения сосудистой хирургии, ассистент кафедры общей хирургии; Кашаев Т. Р. – кандидат технических наук, сотрудник кафедры вычислительной техники и защиты информации].

Aim. To improve the results of surgical treatment of patients with thyroid gland pathology by means of developing electronic computer (EC) program allowing to optimize diagnosis, observation and prognosis of the disease course.

Materials and methods. Together with the Chair of Computer Engineering and Information Security of Ufa State Aviation and Technical University the program “Intellectual System for Diagnosis of Thyroid Pathology Based on Neuronet Technologies” was developed.

Results. The authors worked out and registered EC program “Intellectual System for Diagnosis of Thyroid Pathology Based on Neuronet Technologies” permitting to collect, store and analyze information on patients. The program is also capable of presenting the supposed diagnosis and result of treatment on the basis of the introduced information. Analysis of 148 case histories and ambulatory records of patients with diffuse toxic goiter was carried out; accuracy of diagnosis was $> 90\%$; accuracy of disease outcome prediction was $>75\%$.

Conclusion. The applied modern methods of diagnosis and processing of the obtained data by means of biomedical statistics as well as neuronet information processing and analysis system make it possible to optimize patients’ management, storage and processing of medical information and permits to conduct differential diagnosis of diseases.

Key words. Thyroid gland, artificial neural network, diagnosis.

ВВЕДЕНИЕ

Результаты хирургического лечения больных диффузным токсическим зобом (ДТЗ) отражают деятельность врачей многих специальностей – от врачей диагностического профиля, терапевтов, эндокринологов и до хирургов на конечном этапе. Ведущее значение в оптимизации результатов хирургического лечения имеет ранняя диагностика и адекватный выбор тактики лечения больных ДТЗ. В этой связи врачи поликлинического звена играют решающую роль. Современные биомедицинские технологии позволяют облегчить эту задачу.

Информационные технологии все шире применяются в медицине в настоящее время. Основными особенностями используемых информационных систем являются централизованный сбор, хранение и статистическая обработка информации [3].

К достоинствам подобных систем можно отнести снижение нагрузки на медицинский персонал, увеличение пропускной способности специалиста, уменьшение объема бумажных документов, обеспечение преемственности в процессе диагностики и лечения пациента. Кроме того, современные сис-

темы позволяют значительно облегчить труд специалиста, помогая в постановке диагноза, выборе метода лечения и прогнозировании их результатов [1, 2, 4, 5].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Нами совместно с кафедрой вычислительной техники и защиты информации Уфимского государственного авиационного технического университета была разработана программа «Интеллектуальная система диагностики патологии щитовидной железы на основе нейросетевых технологий» (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2006610822 от 28.02.2006 г.), позволяющая заносить информацию о пациенте в базу данных, проводить статистический анализ, а также делать заключение на основе введенных параметров (жалобы, анамнез, объективные исследования, лабораторные и инструментальные исследования) о предполагаемом диагнозе, возможных методах лечения и прогнозе относительно исхода при их использовании.

Особенностью данной программы является заложенный в нее элемент самообучаемости. Программа делает заключение на ос-

новании не только общепринятых стандартов диагностики и лечения данной патологии, но и с учетом накопленного опыта (рис. 1).

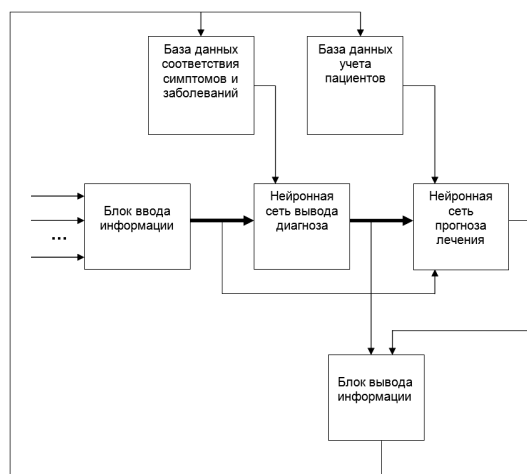


Рис. 1. Блок-схема работы программы

Система состоит из следующих компонентов:

1. Подсистема ввода/вывода информации.
2. Подсистема хранения введенной информации.
3. Подсистема анализа информации.
4. Подсистема принятия решений.

Подсистема ввода/вывода информации представляет собой стандартные диалоги Windows, в которых оператор вводит исходные данные о пациенте и где отображается информация от подсистемы принятия решений.

Подсистема хранения введенной информации использует набор текстовых файлов для процедур загрузки и сохранения. В перспективе данный механизм может быть усовершенствован для применения в качестве хранилища базы данных (MSSQL, MYSQL, ORACLE). Это позволит использовать технологии распределенной обработки информации.

Подсистема анализа информации позволяет сделать заключение о диагнозе пациента, а также подготавливает необходимые данные для передачи в подсистему принятия решений.

Подсистема принятия решений сделана на основе нейронной сети типа «много-слойный персептрон», которая наиболее адекватно удовлетворяет поставленным задачам. Используется структура, состоящая из одного входного, одного скрытого и выходного слоя. Каждый слой такой сети содержит несколько нейронов, являющихся аналогами нейроцитов коры головного мозга. Каждый нейрон состоит из дендритов – входов и аксона – выхода. Такой принцип позволяет смоделировать структуру связей нейронов коры головного мозга (рис. 2).

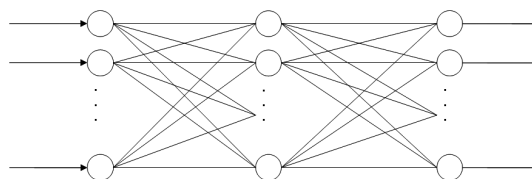


Рис. 2. Схема нейронной сети «много-слойный персептрон»

Формулировки правил при определении диагноза описываются большим числом переменных, что представляет некоторые трудности при их описании формализованным программным языком, поскольку требуется перебор всех возможных сочетаний переменных, их градаций и анализ закономерностей, связывающих условия задачи с результатом. При решении подобной задачи при помощи нейронной сети формулировки решающих правил не требуется. Достаточно лишь перечислить признаки всех объектов (клинические, лабораторные, инструментальные данные), которые составляют входной слой нейронов. Нейронная сеть в процессе работы автоматически ищет закономерности между совокупностью обучающих данных, при этом формируя собственные решающие правила, не доступные пользователю и зависящие от обучающих примеров. При разработке решающих правил программа определяет си-

наптический вес каждой связи нейронов скрытого слоя с нейронами входного слоя, т.е. силу влияния данного условия на тот или иной результат. Нейрон на выходе дает сумму произведений силы сигнала каждой связи на синаптический вес данной связи. Таким образом, нейроны скрытого слоя определяют всевозможные комбинации признаков. Сигналы с нейронов скрытого слоя поступают на нейроны выходного слоя (все возможные диагнозы), где вновь происходит анализ поступивших значений, в результате чего каждый нейрон выходного слоя на выходе имеет значение от 0 до 1, и чем ближе это значение к 1, тем более вероятен данный диагноз.

Несомненным достоинством применения нейронной сети является её *самообучаемость* в процессе накопления информации. При проектировании сети был использован обучающий алгоритм обратного распространения. Он заключается в корректировании синаптических весов нейронов на основе вносимой отдельным нейроном ошибки, распространяемой на нейроны следующих слоев. Алгоритм обратного распространения является первым эффективным и одним из самых популярных алгоритмов обучения многослойных нейронных сетей. С его помощью были решены и решаются многочисленные практические задачи.

Основной проблемой, традиционно ограничивающей возможные сетевые топологии простейшими структурами, является проблема первичного обучения. На этапе первоначального обучения сети предъявляются некоторые входные образы, называемые обучающей выборкой, и исследуются получаемые выходные реакции. Цель обучения состоит в приведении наблюдаемых реакций на заданной обучающей выборке к адекватным реакциям путем изменения состояний синаптических свя-

зей. Сеть считается обученной, если все реакции на заданном наборе стимулов являются адекватными. Таким образом, для корректной работы программы требуется ее соответствующее обучение. При введении неверных обучающих примеров программа будет выдавать впоследствии неправильный результат.

Недостатком данного подхода является необходимость большого пула обучающих примеров.

В настоящее время программа позволяет проводить диагностику различной патологии щитовидной железы. В дальнейшем возможно расширение системы для анализа и диагностики других заболеваний за счет применения дополнительных компонентов, которые могут быть выполнены в виде подключаемых модулей Windows(.dll).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

После обработки программой 148 историй болезней и амбулаторных карт пациентов с диффузным токсическим зобом, пролеченных в Республиканской клинической больнице им. Г. Г. Куватова (г. Уфа), вероятность диагноза ДТЗ, установленная программой, составила более 90% (рис. 3).

Как видно из рис. 3, имеется логарифмическая зависимость между количеством обучающих примеров и вероятностью совпадения диагноза.

В процессе обучения также вводилась информация о методе операции, и программа на основании накопленного опыта рассчитывала вероятность того или иного исхода лечения ДТЗ.

На рис. 4 представлены предсказанные программой вероятности результатов лечения, совпавшие с исходом. Изображение на рис. 4 также имеет форму логарифмической кривой, и при количестве обучающих примеров более 100 вероятность точного предсказания превышает 75%.

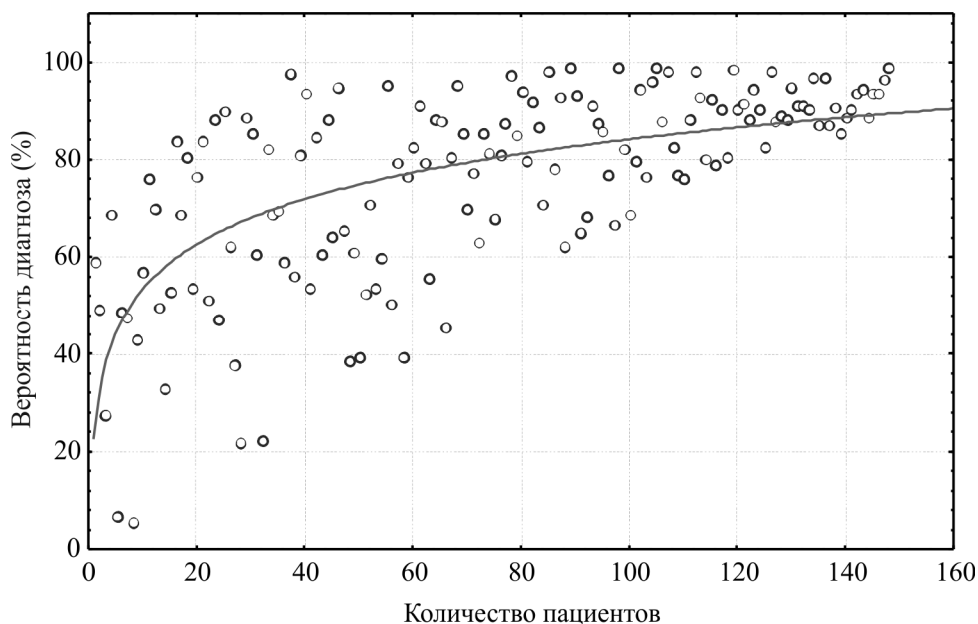


Рис. 3. Влияние количества обучающих примеров на вероятность совпадения диагноза
(вероятность диагноза = $22,4289 + 30,8602 \cdot \log_{10}(x)$)

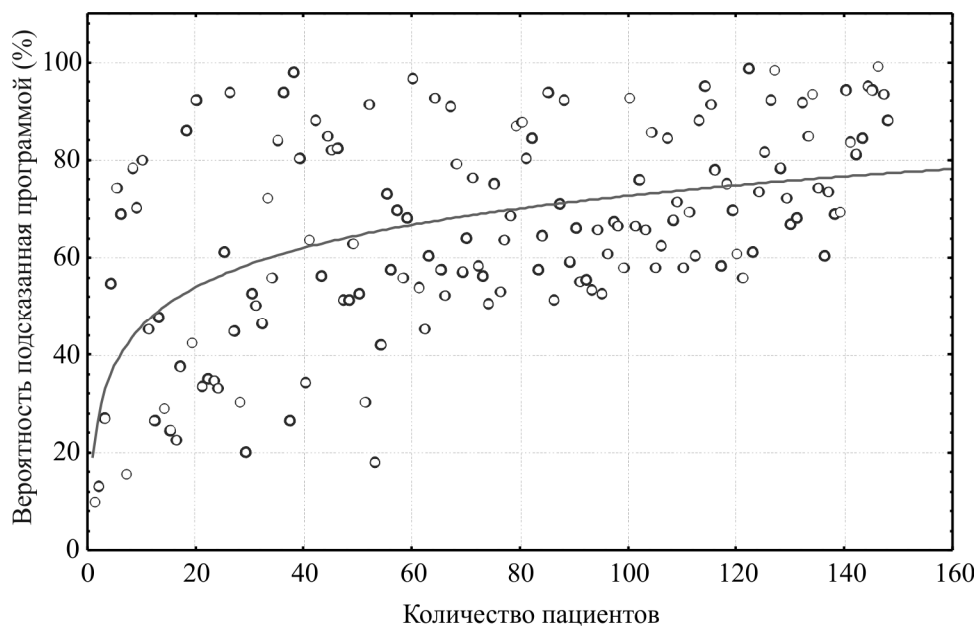


Рис. 4. Вероятность совпадения с результатом хирургического лечения ДТЗ
в зависимости от количества обучающих примеров
(вероятность, предсказанная программой, = $18,9725 + 26,8633 \cdot \log_{10}(x)$)

Выводы

Таким образом, применение современных методов диагностики и обработки полученных данных при помощи биомедицинской статистики, а также нейросетевых систем обработки и анализа информации позволяет оптимизировать ведение пациентов, хранение и обработку медицинской информации, а также проводить дифференциальную диагностику заболеваний.

Библиографический список

1. *Брюхомицкий Ю. А.* Нейросетевые модели для систем информационной безопасности: учеб. пособие. Таганрог: Изд-во ТРТУ 2005: 160.
2. *Галушкин А. И.* Теория нейронных сетей: учеб. пособие для вузов. М. : Радиотехника 2000: 415.
3. *Кашаев М. Ш.* Профилактика специфических послеоперационных осложнений у больных диффузным токсическим зобом: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Уфа 2008: 23.
4. *Круглов В. В., Борисов В. В.* Искусственные нейронные сети: теория и практика. М.: Горячая линия-Телеком 2002: 381.
5. *Розенблатт Ф.* Принципы нейродинамики: перцептроны и теория механизмов мозга. М.: Мир 1965: 480.

Материал поступил в редакцию 03.06.2013