

Е. А. Берсенева, С. П. Олимпиева, В. В. Киликовский

Экспертная система "ТИРЭКС" для интеллектуальной поддержки диагностики заболеваний щитовидной железы

На базе оболочки "РЕПРОКОД" для создания экспертных систем разработан действующий прототип экспертной консультативно-диагностической системы "ТИРЭКС" по заболеваниям щитовидной железы.

Результаты проведенной апробации системы "ТИРЭКС" показали, что система в 100% случаев сформировала диагностическое заключение, совпадающее с заключением эксперта-эндокринолога.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы отмечается рост заболеваний щитовидной железы (ЩЖ) [1, 2, 3]. Поэтому врачи различных специальностей (не только эндокринологи) должны проявлять высокую настороженность по отношению к заболеваниям щитовидной железы, а, следовательно, обладать навыками по выявлению данных заболеваний.

Трудности в диагностике заболеваний щитовидной железы связаны с многообразием клинической симптоматики, вовлечением в патологический процесс ряда других органов и систем при поражении ЩЖ, а также схожестью клинической картины при различных заболеваниях ЩЖ [2]. Однако необходимость применения различной тактики лечения этих заболеваний выдвигает на первый план повышение точности дифференциальной диагностики, а также диагностики наиболее ранних стадий развития заболевания в отсутствие выраженной клинической картины. С наибольшими трудностями при постановке диагноза сталкиваются молодые специалисты, которые в отсутствие опыта не могут на практике использовать большую часть знаний, полученных при обучении.

Все это делает крайне актуальной проблему организации непосредственно на рабочем месте врача интеллектуальной поддержки процесса диагностики заболеваний ЩЖ.

В настоящее время одним из перспективных средств оказания интеллектуальной поддержки являются экспертные системы [3, 5, 6, 7, 8]. Экспертные системы — это программные комплексы, аккумулирующие опыт специалистов в некоторой предметной области с целью его тиражирования для консультации молодых специалистов, а также специалистов в смежных областях знания [4, 5]. В настоящее время экспертные системы находят применение в разнообразных предметных областях, одной из которых является медицина [5, 9].

Среди причин популярности использования ЭС можно выделить следующие:

- ЭС ориентированы на решение широкого круга задач в неформализованных областях, которые

до недавнего времени считались малодоступными для вычислительной техники;

- ЭС при решении практических задач достигают результатов, не уступающих, а иногда и превосходящих возможности людей-экспертов, не оснащенных ЭС;

- ЭС сопровождают передачу информации в предметных областях, где человеческие ресурсы особенно скудны и концентрированы;

- ЭС позволяют решать трудные практические задачи, для которых не существует строгих алгоритмических подходов, данные которых нечетки и неполны;

- решения ЭС обладают "прозрачностью", т.е. могут быть объяснены пользователю на качественном уровне (в отличие от решений, полученных с помощью числовых алгоритмов, в особенности от решений, полученных статистическими методами);

- на выходе ЭС дает четкий совет или решение.

Большая часть экспертных систем включает следующие основные компоненты:

1) базу знаний — модуль, содержащий экспертные знания, имеющие характер закономерностей, и правила, алгоритмизирующие выбор диагностических заключений на основе этих закономерностей;

2) машину логического вывода — часть системы, обеспечивающая выработку решения на основе введенной информации;

3) модуль извлечения знаний — раздел системы, реализующий способ получения и формализации опыта эксперта;

4) систему объяснения — интерфейс системы с пользователем, обеспечивающий возможность по требованию последнего получить объяснения действий экспертной системы.

Ключевым моментом в создании экспертных систем является способ представления экспертных знаний. Существует несколько способов представления знаний в базе знаний экспертной системы (БЗ ЭС), основными из которых являются: правила продукций в формате "Если То", семантические сети и фреймы, исчисление предикатов, наборы прецедентов, вероятности [5].

Мы считаем, что иерархически организованные семантические пороговые сети являются наиболее удачной формой представления медицинских знаний. Как показывает наш опыт, врачи легко воспринимают и осваивают такой способ структурирования медицинской информации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для создания экспертной консультативно-диагностической системы "ТИРЭКС" по заболеваниям щитовидной железы использовали оболочку "РЕПРОКОД" [10]. При создании экспертной системы средствами оболочки "РЕПРОКОД" используется представление знаний в виде иерархических пороговых семантических сетей.

Апробация экспертной системы по заболеваниям щитовидной железы "ТИРЭКС" проведена на данных обследования 252 больных; 96 из них проходили лечение на клинической базе кафедры эндокринологии РГМУ в 1997–1998 гг., 150 пациентов — на базе поликлиники № 11 ЮЗАО Москвы, 6 клинических случаев редких заболеваний ЩЖ были взяты нами из данных литературы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Нами создан действующий прототип экспертной консультативно-диагностической системы по заболеваниям щитовидной железы ("ТИРЭКС").

Интерфейс пользователя системы "ТИРЭКС" представляет собой систему последовательно раскрывающихся меню (рис. 1), порядок появления которых на экране определяется иерархической сетевой структурой базы знаний экспертной системы (БЗ ЭС).

База знаний экспертной системы "ТИРЭКС" включает следующие основные разделы:

- признаковое пространство, структурированное в виде иерархически организованной последовательности этапов сбора данных у пациента;
- иерархическую структуру эталонных описаний диагностических заключений по заболеваниям ЩЖ;
- систему порогов и весовых коэффициентов, формирующих решающие диагностические правила на основе созданных эталонных описаний. Выполнение решающих правил проверяется с помощью суммирования весовых коэффициентов отдельных признаков и сравнения суммы с заданным порогом.

В настоящее время база знаний созданного действующего прототипа системы "ТИРЭКС" имеет признаковое пространство, содержащее 780 анamnестических, клинических и лабораторных признаков; систему решающих правил, состоящую из 595 правил (как основных, так и вспомогательных).

Необходимо отметить, что признаковое пространство системы структурировано в соответствии с привычными для врачей разделами, что, во-первых, облегчает пользование системой, и, во-вторых, регламентирует последовательность сбора данных о пациенте (рис. 2).

Созданная система "ТИРЭКС" имеет возможность формировать 34 диагностических заключения по заболеваниям щитовидной железы, включая формы, варианты, а также стадии течения заболеваний. Кроме диагностических гипотез, в системе предусмотрена возможность формирования заключений как о структуре, так и о функции ЩЖ, что позволяет охарактеризовать структуру и состояние функции ЩЖ в терминах, принятых в эндокринологии, в частности, это возможно и до формирования окончательного диагноза.

Рис. 1. Интерфейс пользователя системы "ТИРЭКС" в виде системы последовательно раскрывающихся меню. Символом "V" в системе отмечается более высокий уровень иерархии в том случае, если сумма весов признаков его образующих (S) не меньше порога (P), т. е. $S \geq P$.

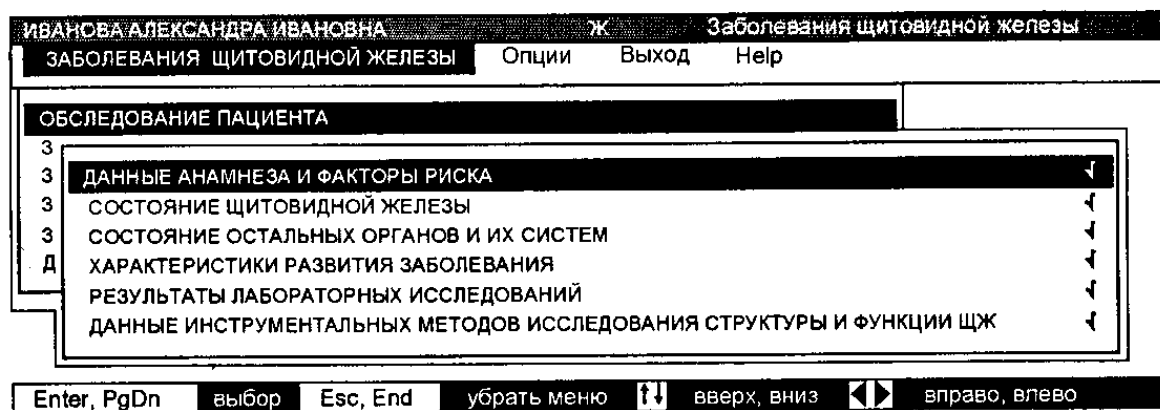


Рис. 2. Меню системы "ТИРЭК", регламентирующее последовательность сбора данных о пациенте

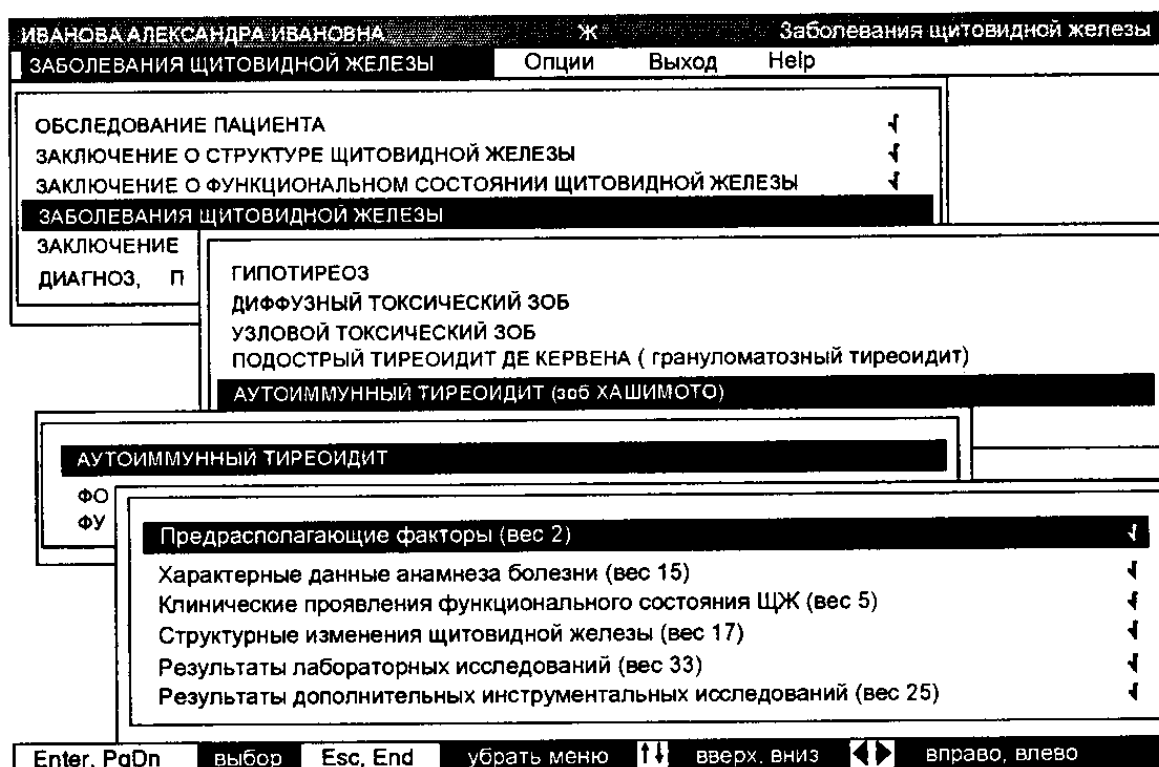


Рис. 3. Пример меню системы "ТИРЭК", выполняющего объясняющую функцию

Особенностью системы "ТИРЭК" является использование в ней как жестких порогов, фиксированных экспертом на этапе разработки, так и подвижного порога, позволяющего в процессе формирования диагностической гипотезы изменять требования к необходимой для получения заключений о степени заполненности эталонных описаний диагнозов симптомами, которые выявлены у пациента. Завышая требование к заполненности эталонных описаний диагнозов, пользователь может столкнуться с ситуацией, когда ни один из диагнозов не будет выделен системой как наиболее перспективный для дальнейшего рассмотрения в качестве начальной диагностической гипотезы; при заниженных требованиях к заполненности (при снижении значения подвижного порога) система может выделить сразу несколько диагнозов. Если система выделяет несколько диагнозов и дальнейшее увеличение порога не приводит к выделению единственного диагноза, то это свидетельствует о невозможности осуществления дифференциальной диагностики на основе собранной к настоящему моменту информации о пациенте и о необходимости продолжения диагностических исследований. Проведение дополнительных диагностических исследова-

ний, план и объем которых регламентируется эталонным описанием одного из выделенных диагнозов, позволит либо верифицировать этот диагноз, либо на основе более полно собранной информации выдвинуть новую диагностическую гипотезу, соответствующую сложившейся у пациента клинической картине.

Механизм логического вывода основывается в системе "ТИРЭК" на так называемой прямой стратегии: осуществляется ввод данных в систему (жалобы больного, данные анамнеза жизни и анамнеза болезни, результаты физикального обследования больного, а также данные лабораторных и инструментальных методов исследования), на основании введенных данных система выдвигает диагностические заключения.

Необходимо отметить, что оболочка "РЕПРОКОД" [10] позволяет для создаваемой экспертной системы организовывать параллельные сети для реализации отдельных функций ЭС, таких, как ввод исходной информации о пациенте, получение диагностических заключений и объяснение оснований выдвижения того или иного заключения. Данная возможность была использована при создании ЭС "ТИРЭК". При этом в

ЭС "ТИРЭКС" обеспечивается возможность для пользователя в любой момент (при любой степени заполненности признакового пространства) переключаться от ввода данных к анализу заключений системы.

Объясняющая функция в системе "ТИРЭКС" обеспечивается возможностью просмотра вниз по сети клинических данных пациента, на основе которых сформировано то или иное диагностическое заключение (объяснения типа "почему?"), а также весов, с которыми эти данные участвуют в формировании данного заключения (объяснение типа "как?") (Рис. 3).

Проведенная нами апробация экспертной системы "ТИРЭКС" на данных обследования 252 пациентов показала, что для всех 252 пациентов (100% случаев) система "ТИРЭКС" сформировала единственное диагностическое заключение, совпадающее с заключением эксперта-эндокринолога.

Положительные результаты проведенной опытной эксплуатации указывают на то, что экспертную систему "ТИРЭКС" можно использовать в поликлиниках, консультативно-диагностических центрах, а также стационарах для оказания интеллектуальной поддержки принятия диагностического решения. Кроме того, данная экспертная система может быть использована в качестве обучающей системы по диагностике заболеваний щитовидной железы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алгоритмы диагностики и лечения болезней эндокринной системы (Руководство) / Под ред.

И. И. Дедова.— М.: Медицина, 1995.

2. Ветшев П. С., Мельниченко Г. А., Кузнецов Н. С., Чилингарики К. Е., Ванушко В. Э. Заболевания щитовидной железы / Под ред. И. И. Дедова.— М.: АО "Медицинская газета", 1996.

3. Пашинская Н. Б., Дубасова Е. П., Асмоловская Л. В., Исаева С. А. 2-й Всероссийский съезд эндокринологов: Тезисы докладов.— Челябинск, 1991.

4. Гаврилова Т. А., Червинская К. Р. Извлечение и структурирование знаний для экспертных систем.— М.: Радио и связь, 1992.

5. Попов Э. В. Экспертные системы. Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ.— М.: Наука, 1987.

6. Таунсенд К., Фохт Д. Проектирование и реализация экспертных систем на персональных ЭВМ.— М.: Финансы и статистика, 1990.

7. Уотермен Д. Руководство по экспертным системам.— М.: Мир, 1989.

8. Форсайт Р. Экспертные системы. Принципы работы и примеры.— М.: Радио и связь, 1987.

9. Элти Дж., Кумбс М. Экспертные системы: концепции и примеры.— М.: Финансы и статистика, 1987.

10. Киликовский В. В., Олимпиаева С. П. и др. Оболочка медицинских экспертных консультативно-диагностических систем на базе представления знаний в виде полифункциональной семантической иерархической пороговой сети с общей для всех ветвей базой данных. Новые информационные технологии в науке, образовании, медицине и бизнесе / Тез. докл. научной конф.— Гурзуф, 1994.

Материал поступил в редакцию 15.12.98.