

Формализация знаний в офтальмологии. Экспертная система “ОСГ-ЭКСПЕРТ”

О.А. Киселева*, И.П. Лукашевич**, Т.В. Ткачева***

*МНИИ Глазных болезней им. Гельмгольца, Москва, Россия

**Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Москва, Россия
email: luk@iitp.ru

***ММУ Детская городская больница № 1, г.Тверь, Россия
email: tat0473@yandex.ru

Поступила в редколлегию 28.03.2007

Аннотация—Процесс приобретения знаний, в том числе интуитивных, является наиболее важным и трудоемким при построении интеллектуальных систем и делится на извлечение данных и их структурную организацию. Работа по определенной методике со специалистом – офтальмологом позволила нам создать экспертную систему для выбора тактики обследования и типа операции при отслойке сетчатки глаза “ОСГ – ЭКСПЕРТ”, которая позволяет описать обследование офтальмологического больного и создать банк данных, а также сформировать экспертное заключение с рекомендацией наиболее эффективного вида оперативного вмешательства и послеоперационной медикаментозной терапии, а также предполагаемый прогноз.

1. ВВЕДЕНИЕ

Быстрое развитие компьютерных средств и технологий на одно из первых мест поставило проблему распространения знаний в виде публикаций классических трудов и новых знаний, а также в виде справочных, обучающих, диагностических, прогностических, экспертных систем, систем, связанных с выбором тактики лечения и других. При этом главной задачей остается вербализация интуитивных знаний высококвалифицированных специалистов – экспертов и доступность этих знаний широкой аудитории. Процесс приобретения знаний является наиболее важным и трудоемким при построении интеллектуальных систем и делится на извлечение данных и их структурную организацию.

Мы выбрали для решения поставленных задач медицину. Во-первых, медицина является важнейшей областью знаний, причем носители этих знаний, особенно интуитивных, проживают, как правило, в больших городах. Отсюда большой интерес к теледиагностике, возможности консультировать на расстоянии.

Во-вторых, для медицины характерна слабоформализованная информация, большое разнообразие задач и областей медицинских знаний. Исходя из такого многообразия и неопределенности при описании данных медицинского обследования, трудно предположить, что существуют алгоритмы представления информации и методы работы с экспертами практически одинаковые для всех перечисленных случаев. Однако, наш опыт работы с большим числом медицинских задач, отличающихся как по форме, так и по содержанию, показал, что из любого содержательного объяснения эксперта с помощью вопроса: “а зачем Вам это надо знать?” можно извлечь интуитивные знания, которыми специалист активно пользуется, но сформулировать самостоятельно не может [1].

С другой стороны, работа с экспертом позволила разработать алгоритм представления информации, идентичный по форме для разных областей медицинских знаний (а, возможно,

не только медицинских), при некоторых содержательных отличиях, в зависимости от задачи. Такой подход был назван структурной организацией информации [2, 3].

Среди медицинских задач, решаемых с помощью информационных методов на компьютерах, реже других встречаются задачи о выборе наиболее адекватного лечения, в том числе и оперативного. Актуальность этого направления чрезвычайно высока в связи с ростом профессиональных заболеваний, в том числе и глазных, и методов лечения, включая оперативные вмешательства, что затрудняет индивидуальный подход при выборе тактики лечения конкретного больного.

2. МЕТОД РАБОТЫ

Для организации и структурирования медицинской информации были использованы знания, полученные при работе с экспертами. Метод структурной организации состоит в выделении минимального числа характеристик (структурных единиц), знание которых достаточно для принятия решения. Принцип структурирования заключается в выделении основных систем и объектов в рассматриваемой области знаний, описании функций, выполняемых этими системами, и симптомов, которые выявляются при нарушении функций [1].

Этот метод был успешно использован при решении практически важных задач в областях знаний, связанных с изучением высшей нервной деятельности человека и интерпретацией биохимических данных, а также при создании компьютерных систем “ЭЭГ-ЭКСПЕРТ” и обучающе-диагностических – по ЭЭГ и нейропсихологии [4, 5, 6, 7, 8, 9]. Такие разработки не имеют аналогов ни у нас, ни за рубежом.

Структурный подход в работе с экспертом-офтальмологом позволил сформулировать критерии выбора вида операции при отслойке сетчатки глаза и определить прогноз операции, поскольку врач пользовался этими критериями интуитивно. Оказалось, что, в отличие от диагностических экспертных систем, где объектом исследования являются структуры и симптомы нарушения их функций при поражении, заключение “ОСГ-ЭКСПЕРТ” опирается только на характеристики разрывов – основного признака тяжести отслойки сетчатки. Состояние структур глаза на выбор операции не влияет, вопреки существующему среди специалистов мнению. Отметим, что наибольшую трудность для специалистов представила формализация описания полного перебора ситуаций, требующих определенного оперативного вмешательства, и выбора прогноза.

Система “ОСГ – ЭКСПЕРТ”, предлагающая специалисту помощь при выборе адекватного вида операции, создается впервые.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

Компьютерная автоматизированная система “ОСГ-ЭКСПЕРТ” предназначена для описания, хранения данных обследования обоих глаз и их отдельных структур; оценки осложнений, факторов риска, а также для формирования экспертного заключения о выборе адекватной операции и предполагаемом прогнозе.

Выбор предстоит сделать из 20 комбинаций видов операций, практикуемых сегодня при отслойке сетчатки глаза.

“ОСГ – ЭКСПЕРТ” включает в себя три параллельно функционирующие подпрограммы: “Диалог”, “Справка” и “Вывод”.

При работе с экспертами был разработана программа “Диалог”, которая представляет собой организованную в виде опросника схему описания полного обследования глаз и его отдельных структур. В предлагаемом диалоге-схеме однородные по функциональному значению признаки объединены в блоки, характеризующие состояние отдельных структур глаза, их нарушения,

осложнения и факторы риска. Отметим, что описание состояния глаз значительно шире, чем требуется для выбора операции и определения прогноза, и может быть использована как формализованная история болезни. Вся информация хранится в памяти компьютера в виде архива данных.

Подпрограмма “Справка” предлагает помощь специалисту и позволяет, находясь в любой позиции “Диалога”, ознакомиться с описанием данного признака, в том числе и в виде иллюстраций, получить рекомендации по методам его исследования, определения локализации, характера и выраженности отмеченных изменений. Кроме того, в “Справке” приводятся алгоритмы выбора типа операции и прогноза. Приведенная информация является результатом анализа как собственных данных, так и материалов других исследователей, является полной на современном уровне знаний и, поэтому представляет собой краткий, но информативный справочник по теме более широкой, чем решаемая здесь задача.

Подпрограмма “Вывод” формирует и выводит на экран, а затем на печатающее устройство описание состояния глаз и их отдельных структур, а также автоматически сформированное заключение о рекомендуемом типе операции и прогнозе, согласно отмеченным признакам. Алгоритм для формирования заключений и прогноза был составлен с учетом опыта высококвалифицированных специалистов и оптимизирован при совместной работе с математиком.

Таким образом, система “ОСГ-ЭКСПЕРТ” является базой знаний в области офтальмологии. Она может быть использована: для оценки функционального состояния глаз и отдельных его структур в условиях стационара, поликлиники, диагностического центра; в исследовательских целях; а также для обучения и повышения квалификации специалистов в области офтальмологии и при выборе типа операции для больных с отслойкой сетчатки. Наш предыдущий опыт показал, что использование экспертных систем позволяет специалистам не только сократить время, необходимое для описания и принятия решения, но также исключить субъективизм и сделать это описание максимально полным.

При создании системы была использована оболочка “PS0” и язык программирования текстов, разработанные сотрудниками “Группы партнерских систем” Института проблем передачи информации РАН [10]. Совместная работа с этой группой привела к созданию программы “ЭЭГ-ЭКСПЕРТ”, которая используется на практике в ряде клиник Москвы и других городов РФ и СНГ.

Экспертные системы с использованием структурной организации носят инновационный характер и не имеют аналогов. Компьютерные варианты таких систем пользуются большим спросом среди специалистов-практиков. Создание и распространение компьютерных систем способствует более эффективной работе и подготовке квалифицированных кадров, особенно на периферии, где практически отсутствуют возможности обучения.

Содержание “ОСГ-ЭКСПЕРТ”

ВЫБОР ТАКТИКИ ОБСЛЕДОВАНИЯ И ЛЕЧЕНИЯ ПРИ ОТСЛОЙКЕ СЕТЧАТКИ

“ДИАЛОГ”

1. Паспортные данные

2. Жалобы больного

3. Характеристика глаз (отдельно для правого и левого глаза)

3.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА (Vis, ВГД и др.).

3.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРЕДНИХ ОТДЕЛОВ (изменения передней камеры; изменения радужной оболочки; наличие катаракты; изменения хрусталика или ИОЛ).

3.3. СОСТОЯНИЕ СТЕКЛОВИДНОГО ТЕЛА (выраженность помутнений; характер гемофтальма; характер изменений).

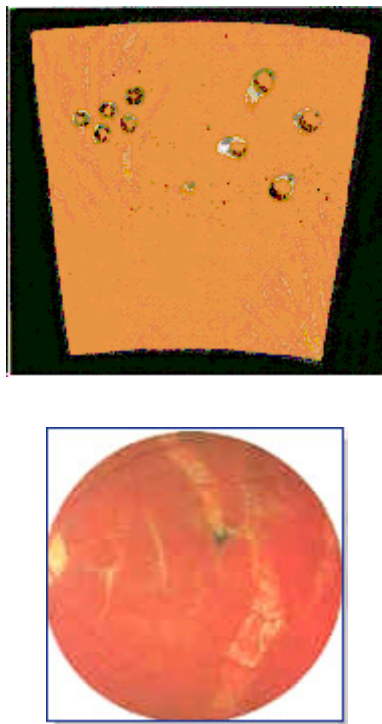


Рис. 1.

3.4. ХАРАКТЕРИСТИКА СЕТЧАТКИ (подвижность отслоенной сетчатки; площадь отслоенной сетчатки; характеристика отслоенной сетчатки).

3.5. ИЗМЕНЕНИЯ МАКУЛЯРНОЙ ЗОНЫ (клинические изменения макулярной зоны).

3.6. ИЗМЕНЕНИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО НЕРВА (состояние зрительного нерва).

3.7. КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕРВИЧНОЙ ОТСЛОЙКИ СЕТЧАТКИ, 1991 г.

4. Характеристика разрывов (отдельно для правого и левого глаза)

Наличие разрывов; число разрывов; локализация разрывов на часах; расположение разрывов в квадрантах; расположение разрывов по отношению к экватору; форма разрывов; диагностически значимые размеры разрывов.

5. Факторы риска при операции (отдельно для правого и левого глаза)

Наличие факторов риска; порог лабильности; факторы риска.

6. Показания к операции и прогноз (противопоказания к оперативному лечению; выбор операции; прогноз операции).

Из “СПРАВКИ” приведем пример характеристики разрывов и алгоритмы выбора типа операции. Заметим, что каждая операция является комбинацией нескольких оперативных вмешательств в зависимости от характеристик разрыва и прилегания сетчатки.

Дырчатые (круглые) разрывы – образуются на фоне дегенерации типа “следа улитки” или решетчатой дегенерации без предшествующих субъективных ощущений. Локализуются обычно на периферии глазного дна, при этом редко бывают единичными. Наиболее часто они возникают в следствии разрыва кист сетчатки при её кистовидной дегенерации. Офтальмо-скопически дырчатые разрывы в виде округлых, овальных или щелевидных красного цвета отверстий в сетчатке.

Сопровождаются иногда оторванными кусочками сетчатки – “крышечками”, обычно это отверстие небольшой округлой формы, почти полностью прикрытое также округлой формой

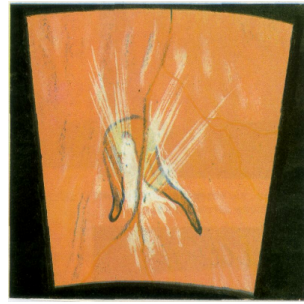


Рис. 2.

“крышечкой” (клапаном), которые могут смещаться внутрь стекловидного тела под влиянием тракции.

Клапанные разрывы (подковообразные, полулунные) – формируются чаще в верхне-наружном квадранте, преимущественно в миопических глазах.

Аргонлазерная коагуляция проводится в том случае, если у больного 1 разрыв без отслойки или с минимальной локальной отслойкой сетчатки.

Баллонирование или экстрасклеральное полмбирование проводится в случае, если у больного 1 разрыв с локальной отслойкой сетчатки.

Пломбирование делается в том случае, если у больного единичные разрывы (2-3) в одном или разных квадрантах. Размеры разрывов не должны превышать 2-х диаметров зрительного нерва (ДЗН).

Циркляж проводится в случае множественных разрывах в разных квадрантах. Размеры разрывов не должны превышать 2 ДЗН.

Пломбирование и циркуляж проводятся в случае множественных разрывах в разных квадрантах. Размеры разрывов превышают 2 ДЗН.

Криоретинопексия или диодлазерная склероретинопексия делается во всех случаях склеропластических операций.

Выпускание СРЖ (субретинальной жидкости) проводится при субтотальной отслойке сетчатки.

Введение воздушно – газовой смеси через плоскую часть цилиарного тела проводится в тех случаях, когда после выпускания СРЖ сетчатка не прилежит.

Витрэктомия – оперативное вмешательство, заключающееся в удалении изменённого стекловидного тела при гемофтальме, швартообразовании, преретинальных мембранах, и других патологических состояниях стекловидного тела (выраженность помутнений более 50 дцб). Витрэктомия в комбинации с циркуляжом проводится при необходимости формирования новой зубчатой линии, либо закрытии периферических разрывов сетчатки.

Эндолазером проводится ограничение зон дефектов сетчатки, в процессе витрэктомии.

Приведем пример описания результатов осмотра и заключения.

МНИИ ГЛАЗНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ИМ. ГЕЛЬМГОЛЬЦА

Фамилия И. О.: Смирнова А.И.

Пол: женский

Возраст: 65 г.

Дата обследования: 15.02.07

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ТОМ 7 № 2 2007

Диагноз: отслойка сетчатки правого глаза

Этиология отслойки сетчатки: травматическая

Код этиологии: Н.33.0

Больной поступил с жалобами на некорректируемое снижение зрения, появление завесы перед глазами.

ОСМОТР ОРГАНОВ ЗРЕНИЯ

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРАВОГО ГЛАЗА: Vis глаза (0,1), тонография (24).

Передняя камера мелкая; изменения радужной оболочки типа посттравматический мидриаз; хрусталика – подвывих в переднюю камеру.

Состояние стекловидного тела: наличие помутнений в 35 дцб; гемофтальм диффузный.

Сетчатка отслоена, подвижна, отслойка субтотальная, формирование субретинального фиброза.

Характеристика разрывов: отслойка регматогенная; 2 разрыва на 2-х и 4-х часах, в верхнем и нижнем внутренних квадратах, форма разрывов клапанная, размер разрыва от 1 до 2-х ДЗН.

Клинические изменения макулярной зоны: отек пигментного эпителия.

По классификации первичной отслойки сетчатки ПРАВЫЙ глаз относится к типу 3 (С).

Порог лабильности 300 Дб.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕВОГО ГЛАЗА: Vis глаза (0,7), тонография (22).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Больному в связи с отслойкой сетчатки на ОД рекомендовано пломбирование, криоретинопексия с выпусканьем СРЖ. Прогноз улучшения зрения сомнительный.

4. ВЫВОДЫ

Разработанная система имеет ряд достоинств:

1. СИСТЕМА включает в себя все необходимые знания для исследования, диагностики состояния органов зрения, выбора типа оперативного вмешательства и определении прогноза, при значительном снижении общего объема информации.

2. Сама СИСТЕМА представляет собой базу знаний.

3. Поскольку в основе СИСТЕМЫ лежат экспертные структурированные знания, ее можно использовать для обучения молодых специалистов и повышения квалификации.

4. Особенности представления информации в виде функциональных блоков, связанных с определенными структурами глаза, обеспечивают эффективное сопоставление с данными других методов обследования, что особенно важно в условиях клиники.

5. Компьютерный вариант СИСТЕМЫ позволяет значительно расширить аудиторию пользователей.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная экспертная система может быть использована в условиях стационара, поликлиники; для обучения и повышения квалификации специалистов; в исследовательских целях. При выполнении большого объема текущей работы использование экспертных систем позволяет специалистам не только сократить время, необходимое на описание и заключение, но и сделать это описание максимально полным.

К достоинствам схемы следует отнести: полноту на современном уровне знаний с возможностью добавления новой информации без изменения структуры; компактность; использование традиционного языка описания и автоматическое формирование заключения, представляющего собой совокупность функций по всем блокам. Структурированная таким способом информация, включающая определения, аргументацию, иллюстрации, представляет собой базу знаний в области офтальмологии, что гораздо шире поставленной задачи о выборе типа операции при отслойке сетчатки.

Кроме того, описания результатов обследования глаз по специально разработанной схеме позволяет не упустить значимую информацию; в любой момент в распоряжении врача имеется опыт и рекомендации высококвалифицированных специалистов в виде системы "СПРАВКА"; ответив на вопросы, предложенные схемой "ДИАЛОГ", можно получить и распечатать составленный системой текст описания состояния глаз и заключения по рекомендации типа операции на языке, принятом в клинической практике, с учетом факторов риска; программа позволяет собрать и сохранить в базе данных информацию для динамического обследования отчетов и научной работы; структура системы и справочный материал позволяют использовать "ОСГ-ЭКСПЕРТ" для профессионального обучения.

Система "ОСГ-ЭКСПЕРТ" является инновационной разработкой и аналогов не имеет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Руденская Г.Е., Фишман М.Н., Эльнер А.М. Структурная организация медицинской информации для установления диагноза в детской неврологии. *Медицинская техника*, 1995, № 2, стр. 3–9.
2. Лукашевич И.П. Роль языка описания при комплексном анализе сложных систем. *Информационные процессы*, 2002, т. 2, № 1, с. 37–44, <http://www.jip.ru/>.
3. Лукашевич И.П. Проблемы информационного взаимодействия в медицине. *Новости искусственного интеллекта*, 2005, № 2, с. 51–62.
4. Лукашевич И.П., Шипкова К.М., Шкловский В.М. Структурный подход к представлению и анализу нейропсихологической информации. *Медицинская техника*, 1998, № 5, стр. 18–21.
5. Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Шипкова К.М. Проблема представления и передачи профессиональных знаний. *Труды I Международной конференции "Проблемы управления и моделирования в сложных системах."*, Самара, 14–18 июня 1999, стр. 140–144.
6. Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Фишман М.Н. Автоматизированная диагностическая система "ЭЭГ-ЭКСПЕРТ". *Медицинская техника*, 1999, № 6, стр. 29–34.
7. Лукашевич И.П., Савина М.И., Иванова Г.И. Справочно-обучающая система для интерпретации биохимических данных. *Информационные процессы*, 2005, т. 5, № 5, стр. 392–399.
8. Гришина Е.Г., Лукашевич И.П., Шкловский В.М. Обучающе-диагностическая система для исследования высших психических функций. *Информационные процессы*, 2004, т. 4, № 1, стр. 24–31.
9. Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Фишман М.Н. Обучающе-диагностическая система по электроэнцефалографии. *Информационные процессы*, 2006, т. 6, № 1, с. 37–44, <http://www.jip.ru>.
10. Ващенко Е., Генкин А., Кузнецова О., Стенина И., Переверзев-Орлов В. Технологии медицинских партнерских систем. *Новые информационные технологии в высшем медицинском образовании. Материалы 1-го сем. по пробл. НИТ в медицинском образовании*, (ред. Крейнес М.Г.), 1994, с. 7–13.