

УДК 004.42:617.7-007.681-07

Е.В. ВЫСОЦКАЯ¹, А.Н. СТРАШНЕНКО¹, С.А. СИНЕНКО², Ю.А. ДЕМИН³¹ *Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина*² *Харьковская городская клиническая больница №14 им. проф. Л.Л. Гиримана, Украина*³ *Харьковская медицинская академия последипломного образования, Украина*

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМЫ

Предложена информационная система ранней диагностики первичной открытоугольной глаукомы с учетом показателей ретиноматографии и кинетической периметрии, которая позволяет обеспечить более эффективную лечебно-диагностическую помощь пациентам, страдающим данным заболеванием. Разработана физическая модель схемы данных, на основе реляционной системы управления базой данных SQLite. Система имеет удобный и простой в использовании интерфейс, что важно в работе медицинского персонала, и является незаменимым помощником для врача-офтальмолога при принятии правильного диагностического решения.

Ключевые слова: информационная система, база данных, диагностика, первичная открытоугольная глаукома, ретиноматография.

Введение

В настоящее время одной из основных проблем современной офтальмологии является глаукома, занимающая одно из ведущих мест среди причин слепоты и слабовидения во всем мире. Согласно официальной статистике, в Украине глаукомой страдают около двухсотпятидесяти тысяч человек, а по неофициальной – пол миллиона.

Наиболее часто встречающаяся форма глаукомы – первичная открытоугольная. В течении длительного времени болезнь глаз не вызывает никаких проявлений, а в итоге именно она приводит к ограничению трудоспособности, инвалидизации, ухудшению качества жизни пациентов. Своевременное обнаружение и правильное лечение глаукомы позволит избежать безвозвратного прогрессирования ее течения.

1. Постановка задачи исследования

Сложные современные исследования в офтальмологии немислимы без применения вычислительной техники. К таким исследованиям можно отнести ретинальную и оптическую когерентную томографию, ультразвуковую доплерографию, компьютерную колориметрию. Количество информации, которое получается при таких исследованиях так велико, что без специальных средств, врач-офтальмолог был бы неспособен ее воспринять и обработать. Поэтому, в настоящее время, в работе современных медицинских учреждениях офтальмологического профиля широко разрабатываются и внедряются информационные системы, которые позволяют улучшить

ведение медицинской документации, проведение статистического учета и анализа медицинской информации за короткий промежуток времени, сопровождение наблюдения за пациентами.

В настоящее время известны следующие медицинские информационные системы диагностики заболеваний организма человека, включающие диагностику заболеваний глаз:

– медицинская система онлайн - диагностики «Diagnos», предназначенная для оказания автоматизированной помощи в диагностике заболеваний организма человека [1]. Система диагностики состоит из двух подсистем. Первая осуществляет анализ медицинских данных, используя ряд современных математических методов. Вторая выполняет сбор информации о пациенте и выдает диагноз на основе готовых соответствий, созданных анализатором. Технически система диагностики представляет собой искусственный интеллект на базе нечеткой логики. Недостатком данной системы является то, что на основе определенных сочетаний ответов пользователя формируются нечеткие предположения по синдромам и заболеваниям, при этом достоверность результатов составляет в среднем лишь 68%;

– интеллектуальная система диагностики заболеваний глаза человека «Изохрома» [2]. Система производит анализ изображения глаза в поляризованном свете и определение внутриглазного давления пациента по данному изображению. Исследование радужки глаза в поляризованном свете позволяет увидеть на ней специфическую интерференционную картину. Изображение этой картины схоже с ромбом. Для диагностики заболеваний глаза челове-

ка, в первую очередь для диагностики глаукомы, характеризующейся постоянным или периодическим повышением внутриглазного давления, необходимо измерение данной картины;

– автоматизированная измерительно-информационная система «Кампиметрия» [3]. Система предназначена для проведения исследования центральной части поля зрения с использованием монитора персонального компьютера в качестве измерительного прибора.

Недостатком рассмотренных выше систем является отсутствие возможности своевременно выявлять глаукому, поскольку не принимаются во внимание морфометрические показатели диска зрительного нерва, играющие важную роль на ранних этапах развития глаукомы.

На сегодняшний день для диагностики и оценки прогрессирования глаукомной оптической нейропатии применяется компьютерная программа «GlaukStad», которая учитывает некоторые морфометрические показатели диска зрительного нерва [4]. Программа производит вычисление диагностического показателя, для расчета которого используются показатели суммарного поля зрения на белый цвет, цветовой индекс, объем и площадь нейроретинального пояса, толщина слоя нервных волокон, полученные в результате конфокальной лазерной томографии диска зрительного нерва, компьютерной колориметрии и доплерографии. Отрицательная динамика перечисленных параметров может расцениваться как неблагоприятный прогностический признак в течение первичной открытоугольной глаукомы. Однако не учитываются другие информативные морфометрические показатели диска зрительного нерва, например отношение площади экскавации к площади диска.

Кроме этого использование данной программы в офтальмологической практике требует значительных затрат времени и финансов на дополнительные исследования.

Таким образом, рассмотренные выше информационные системы диагностики глаукомы обладают рядом недостатков и не в полной мере удовлетворяют требованиям офтальмологической практики.

Следовательно, разработка информационной системы диагностики глаукомы с учетом морфометрических показателей диска зрительного нерва и показателей поля зрения, позволяющей эффективно выявлять данное заболевание глаз в ранние сроки и прогнозировать характер его течения, является актуальной задачей.

Целью работы является разработка информационной системы ранней диагностики первичной открытоугольной глаукомы.

2. Разработка информационной системы

Нами разработана информационная система ранней диагностики первичной открытоугольной глаукомы «Glaucoma v 1.0», которая дает возможность повысить эффективность раннего выявления и прогнозирования развития глаукоматозного процесса, что способствует своевременному высококачественному лечению и предотвращению инвалидизации пациентов.

Структурная схема предлагаемой системы приведена на рис. 1 и представляет собой взаимодействие биологической и технической подсистем.

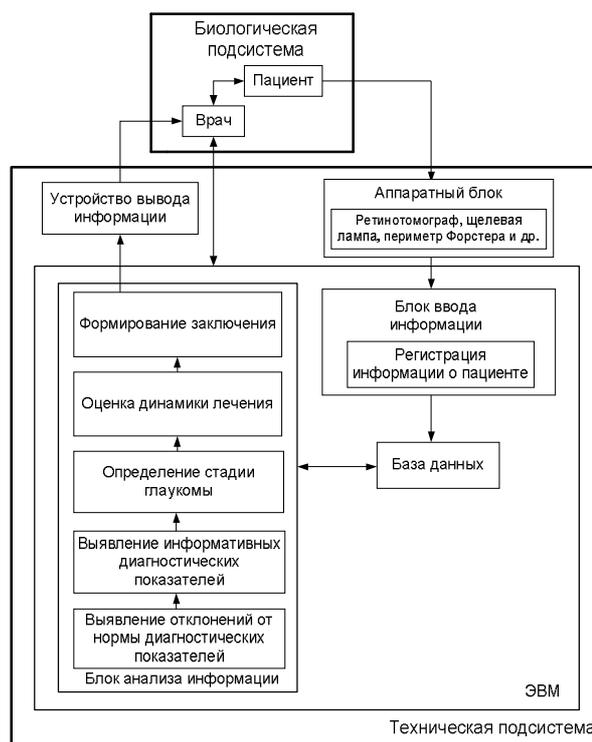


Рис. 1. Структурная схема информационной системы ранней диагностики глаукомы

Биологическая подсистема включает в себя врача и пациента, которые взаимодействуют между собой как при опросе или постановке диагноза, так и при назначении индивидуального лечения и его контроле.

Техническая подсистема включает в себя аппаратный блок, блок ввода информации, базу данных (БД), блок анализа информации и устройство вывода информации.

Система работает следующим образом.

На первом этапе врач осматривает пациента, собирает данные об общем состоянии пациента, о жалобах пациента, анамнезе его жизни и анамнезе заболевания (рис. 2).

На втором этапе врач направляет пациента на необходимые, по его мнению, диагностические об-

следования, результаты которых посредством блока ввода информации поступают в БД, а затем в блок анализа информации (рис. 3).

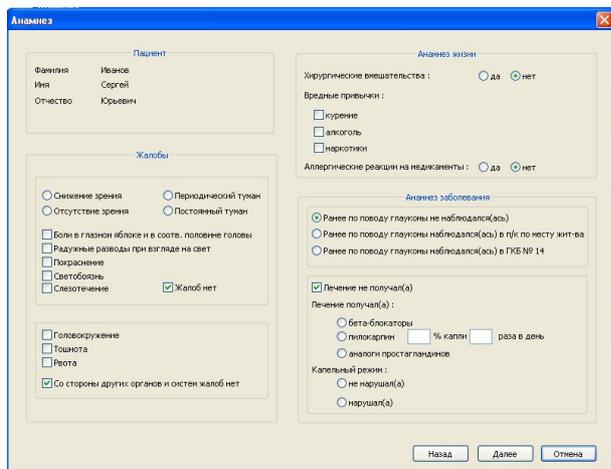


Рис. 2. Диалоговое окно «Анамнез»

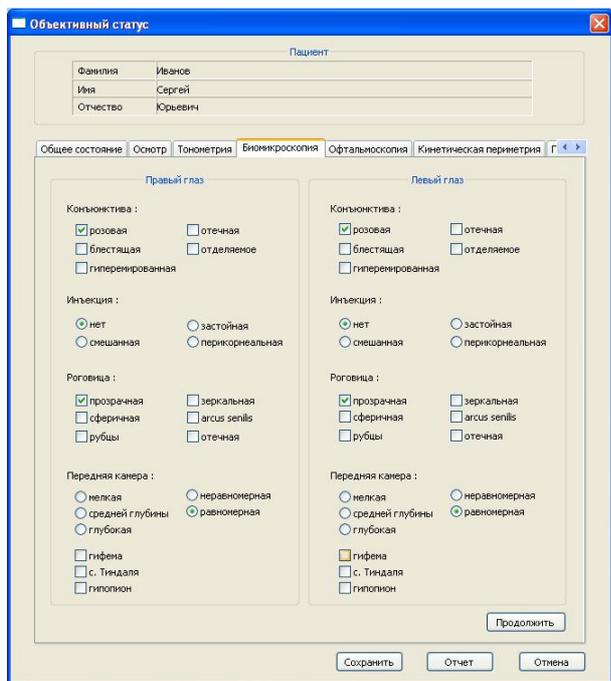


Рис. 3. Вкладка «Биомикроскопия»

В блоке анализа информации по данным осмотра, сбора анамнеза и обследования производится обнаружение отклонений от нормы диагностических показателей и выявление наиболее информативных признаков. Далее для определения ранней стадии первичной открытоугольной глаукомы рассчитываются значения двух дискриминантных функций согласно формулам:

$$DF1 = -2,259 * \text{Cup/Disc Area Ratio} - 4,271 * \text{Cup Shape Measure} - 2,903 * \text{Cup Volume} - 0,227 * \text{Rim Area} + 0,237 * \text{Linear Cup/Disc Ratio} + 8,655 * \text{Mean Cup Depth} + 9,496 * \text{Mean RNFL Thickness} + 0,168 * \text{Поле зору 1} + 0,049 * \text{Поле зору 2} - 4,051 * \text{Reference Height} - 11,715;$$

$$DF2 = 3,059 * \text{Cup/Disc Area Ratio} + 3,784 * \text{Cup Shape Measure} + 0,460 * \text{Cup Volume} + 1,047 * \text{Rim Area} - 5,781 * \text{Linear Cup/Disc Ratio} - 2,275 * \text{Mean Cup Depth} - 23,701 * \text{Mean RNFL Thickness} + 0,140 * \text{Поле зору 1} + 0,018 * \text{Поле зору 2} + 3,609 * \text{Reference Height} - 2,239,$$

где Cup/Disc Area Ratio – отношение площади экскавации к площади диска зрительного нерва,

Cup Shape Measure – полная трехмерная форма экскавации; Cup Volume – объем экскавации,

Rim Area – площадь нейроретинального пояса,

Linear Cup/Disc Ratio – отношение диаметра экскавации к диаметру диска зрительного нерва,

Mean Cup Depth – средняя глубина экскавации,

Mean RNFL Thickness – средняя толщина слоя нервных волокон по краю диска зрительного нерва,

Поле зору 1 – поле зрения по верхнему носовому радиусу,

Поле зору 2 – поле зрения по горизонтальному носовому радиусу,

Reference Height – референтная высота.

На основе значений обеих дискриминантных функций по территориальной карте распределения больных на глаукому определяется степень тяжести заболевания по стадиям. Оценка динамики лечения осуществляется путем анализа изображений заднего сегмента глаза, полученных с помощью ретинотомографа HRT-II, до и после назначенного лечения (рис. 4).

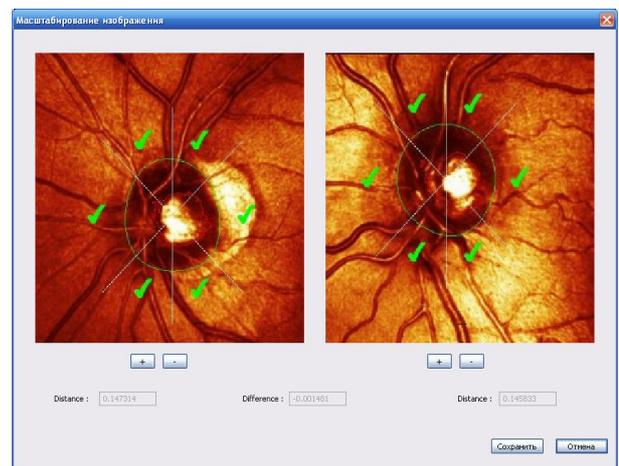


Рис. 4. Диалоговое окно работы с изображением, полученным с ретинотомографа HRT-II, до и после назначенного лечения

Информация о рассчитанных значениях и выявленной ранней стадии первичной открытоугольной глаукомы поступает в БД, где формируется отчет о полученных результатах (рис. 5), который посредством устройства вывода информации пере-

дается врачу-офтальмологу. Врач назначает соответствующее лечение, направленное на приостановление дальнейшего развития глаукоматозного процесса.



Рис. 5. Диалоговое окно «Отчет»

Разработанная БД содержит полную информацию о диагностических исследованиях, общую информацию о пациенте, о данных его диагностического обследования и результатах их обработки. Информация БД хранится во взаимосвязанных таблицах и служит для хранения необходимой диагностической информации, ее упорядочивания, выборки, поиска. Эффективная организация хранения данных позволяет выбирать и анализировать по заданным критериям всю информацию, хранящуюся в БД. Предлагаемая система отвечает всем современным требованиям обеспечения защиты персональных данных.

На этапе логического проектирования БД информационной системы ранней диагностики первичной открытоугольной глаукомы была разработана физическая модель схемы данных, основанная на реляционной системе управления БД SQLite, не использующая парадигму клиент-сервер, что позволяет в качестве протокола обмена использовать вызовы функций (API) библиотеки SQLite. Такой подход уменьшает накладные расходы, время отклика системы и упрощает программу [5]. SQLite хранит всю БД (включая определения, таблицы, индексы и данные) в единственном стандартном файле на том компьютере, на котором исполняется программа.

Система написана на языке программирования C++ с использованием технологий WTL, STL, Boost. Среда разработки – Microsoft Visual

Studio 2008. Данная система работает под управлением операционной среды Microsoft Windows XP 32 bit и позволяет обеспечить следующее:

- вносить паспортные и клинические данные о пациенте и его состоянии;
- расширить диагностические возможности для исследования различных форм глаукомы;
- принимать, хранить и анализировать в полном объеме информацию, полученную с ретинотографа HRT-II;
- сохранять результаты обследования в БД;
- дифференцировать первичную открытоугольную глаукому на основе дискриминантных функций;
- оценивать динамику развития глаукоматозного процесса;
- формировать отчет о посещении, содержащий информацию о выявленной патологии и назначенной терапии;
- формировать заключение с возможностью его редактирования пользователем.

Заклучение

Таким образом, разработанная информационная система диагностики глаукомы «Glaucoma v 1.0» с учетом информативных показателей ретинотографии и кинетической периметрии, является новым высокоэффективным средством ранней диагностики первичной открытоугольной глаукомы, что позволит поднять на более новый уровень качество медицинского обслуживания больных, страдающих данной патологией. Информационная система предоставляет врачам-офтальмологам качественный инструмент для нахождения оптимального решения при постановке диагноза.

Основной особенностью системы является расширенные диагностические возможности для исследования различных форм глаукомы. Система имеет удобный и простой в использовании интерфейс, что важно в работе медицинского персонала.

Предложенная информационная система диагностики глаукомы была апробирована в Харьковской Городской клинической больнице №14 им. проф. Л.Л. Гиршмана. В основе предложенной разработки лежит метод ранней диагностики глаукомы, который был зарегистрирован в Государственном реестре патентов Украины на полезные модели [6].

В дальнейшем предполагается для информационного сопровождения медицинских исследований глаукоматозного процесса использовать современные грид-технологии, что поможет вывести знания в рассматриваемой области на качественно новый уровень осмысления проблемы.

Литература

1. . Описание системы диагностики *Diagnos.ru* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://diagnos.ru/about/system/>. – 28.02.2012 г.

2. Белоус, Н.В. Автоматизированная система диагностирования глазных заболеваний на основе информативных параметров интерференционной картины глаза [Текст] / Н.В. Белоус, Д.Н. Макивский // *Автоматика – 2010: збірник трудов 17 Міжнар. конференції з автоматичного управління, 27-29 вересня 2010 р.* – Харків, 2010. – Т.2. – С. 216 – 217.

3. Новый метод компьютерной кампиметрии в практике офтальмолога [Текст] / А.П. Нестеров, Т.Б. Романова, Ж.Ю. Алябьева, А.В. Лактионов // *Клиническая офтальмология.* – 2003. – Т. 4, № 2. – С. 63 – 67.

4. Дубинина, Ю.А. Комплексная система оценки состояния диска зрительного нерва у больных пер-

вичной открытоугольной глаукомой [Текст]: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.01.07 / Дубинина Юлия Анатольевна; ГОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского». – Самара, 2011. – 30 с.

5. Разработка базы данных информационной системы диагностики глаукомы [Текст] / Е.В. Высоцкая, И.Ю. Панферова, А.Н. Страшненко, С.А. Синенко, Ю.А. Демин // *Системы обработки информации: збірник наукових праць ХУПС.* – 2011. – 5(95). – С. 234 – 239.

6. Пат. 47283 Україна, МПК А61В 5/00. Спосіб ранньої діагностики глаукоми [Текст] / Высоцка О.В., Дьомін Ю.А., Синенко С.О., Страшненко Г.М., Бых А.І., Півненко А.В., Порван А.П.; Заявник та патентовласник Харківський національний університет радіоелектроніки. – № u200907740; заявл. 23.07.09; опубл. 25.01.10, Бюл. № 2. – 22 с.: ил. 2.

Поступила в редакцию 28.02.2012

Рецензент: д-р физ.-мат. наук, проф. А.И. Бых, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА РАННЬОЇ ДІАГНОСТИКИ ПЕРВИННОЇ ВІДКРИТОКУТОВОЇ ГЛАУКОМИ

О.В. Высоцка, Г.М. Страшненко, С.О. Синенко, Ю.А. Демин

Запропоновано інформаційну систему ранньої діагностики первинної відкритокутової глаукоми з урахуванням показників ретинотомографії та кінетичної периметрії, яка дозволяє забезпечити більш ефективну лікувально-діагностичну допомогу пацієнтам, що страждають даним захворюванням. Розроблено фізичну модель схеми даних, на основі реляційної системи керування базою даних SQLite. Система має зручний і простий у використанні інтерфейс, що важливо в роботі медичного персоналу, та є незамінним помічником для лікаря-офтальмолога при прийнятті правильного діагностичного рішення.

Ключові слова: інформаційна система, база даних, діагностика, первинна відкритокутова глаукома, ретинотомографія.

INFORMATION SYSTEM FOR EARLY DIAGNOSIS OF PRIMARY OPEN-ANGLE GLAUCOMA

E. V. Vysotskaya, A. N. Strashnenko, S. A. Sinenko, Y. A. Demin

An information system for early diagnosis of primary open-angle glaucoma based on indicators of retinal tomography and kinetic perimetry is offered. It allows for more effective therapeutic and diagnostic care for patients suffering from this disease. A physical model of schema-based relational database management system SQLite is developed. The system is convenient and easy to use interface, which is important in the work of medical personnel and is indispensable for the ophthalmologist in making a correct diagnostic decision.

Key words: information system, database, diagnostics, primary open-angle glaucoma, retinal tomography.

Высоцкая Елена Владимировна – канд. техн. наук, доцент кафедры биомедицинских электронных устройств и систем, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина, e-mail: evisotska@mail.ru.

Страшненко Анна Николаевна – аспирант кафедры биомедицинских электронных устройств и систем, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина, e-mail: strashnenko4ka@rambler.ru.

Синенко Сергей Александрович – врач-офтальмолог, Харьковская городская клиническая больница № 14 им. проф. Л. Л. Гиршмана, Харьков, Украина, e-mail: eyedocsa8@gmail.com.

Демин Юрий Альбертович – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой офтальмологии, Харьковская медицинская академия последипломного образования, Харьков, Украина.