УДК 616. 711-002-07

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА АНТИМИКРОБНОЙ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ

¹Галкин В.А., ²Белый Ю.А., ¹Кучеров А.А.

¹Обнинский институт атомной энергетики (ИАТЭ) Национального ядерного исследовательского университета (НИЯУ) Московского инженерно-физического института (МИФИ), Обнинск, e-mail: priem@iate.obninsk.ru;

²Калужский филиал ФГУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова Росмедтехнологии», Калуга, e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru

Дается краткая характеристика фотодинамической терапии (ФДТ) как метода лечения, используемого в офтальмологии. Описываются средства, используемые ФДТ. Представляются актуальные проблемы ФДТ, а также предлагаются методы и средства для их решения. Освещается проблематика взаимодействия медицины и математики, результаты, полученные в ходе совместной работы этих отраслей науки. Подробно разбирается процесс перехода от постановки задачи со стороны медицины до конкретной технической реализации решения с использованием возможностей математики и информационных технологий. Излагается алгоритм способа количественной оценки уровня флюоресценции, реализация данного алгоритма в виде программного обеспечения для анализа фотографий глазного дна пациента. Представлены дополнительные и вспомогательные функции программного обеспечения, позволяющие повысить качество анализа снимков глазного дна пациента.

Ключевые слова: программное обеспечение, алгоритм, информационное обеспечение, антимикробная фотодинамическая терапия

TOOLS AND SOFTWARE ANTIBACTERIAL PHOTODYNAMIC THERAPY

¹Galkin V.A., ²Belij Y.A., ¹Kucherov A.A.

Obninsk State Technical University for Nuclear Power Engineering MEPhI National Research
Nuclear University, Obninsk, e-mail: priem@iate.obninsk.ru;

2The S.N. Finedoren Fine Misneyungers Federal State Institution Values elinic Values

²The S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution Kaluga clinic, Kaluga, e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru

The short characteristic of photodynamic therapy (PDT) as method of the treatment used in ophthalmology is given. The means used PDT are described. Actual problems PDT are represented, and also methods and means for their decision are offered. The problematics of interaction of medicine and mathematics, the results received during teamwork of these branches of a science is shined. Process of transition from statement of a problem in detail understands from medicine before concrete technical realization of the decision with use of possibilities of mathematics and information technology. This article describes an algorithm of the way of the fluorescence level quantitative assessment, software realization of this algorithm for the analysis of the patient's fundus of eye photos. It also presents an advanced and supplementary functions of the software, which able to improve quality of the analysis patient's pictures of the eye bottom.

Keywords: software, algorithm, dataware, antibacterial photodynamic therapy

Математическое моделирование как нормальных физиологических, так и патологических процессов является в настоящее время одним из самых актуальных направлений в научных исследованиях. Дело в том, что современная медицина представляет собой в основном экспериментальную науку с огромным эмпирическим опытом воздействия на ход тех или иных болезней различными средствами. Что же касается подробного изучения процессов в биосредах, то их экспериментальное исследование является ограниченным, и наиболее эффективным аппаратом их исследования представляется математическое моделирование [1, 5].

Поначалу математика и медицина могут показаться совсем несовместимыми областями человеческой деятельности. Однако в последние десятилетия взаимодействие медицины и математики становится всё более активным. Некоторые плоды совместной

деятельности уже получены и эффективно используются. Например, многие математические понятия и вычислительные алгоритмы возникли и развивались под влиянием медико-биологических проблем [4, 6].

В качестве примера можно привести применение математических моделей в кардиологии – математические модели лечения больных после операций на сердце, вирусологии – модели развития и лечения ВИЧ, пульмонологии – математические модели процесса лечения бронхиальной астмы.

В свою очередь в офтальмологии широко применяется фотодинамическая терапия, которая остро нуждается в применении математического моделирования для повышения эффективности применения и увеличения объема практических и теоретических исследований.

Фотодинамическая терапия (ФДТ) — метод лечения онкологических, опухолевых

заболеваний, некоторых заболеваний кожи или инфекционных заболеваний, основанный на применении светочувствительных веществ — фотосенсибилизаторов (в том числе красителей), и, как правило, видимого света определённой длины волны.

Сенсибилизатор вводится в организм внутривенно. Вещества для ФДТ обладают свойством избирательного накопления в опухоли или иных целевых тканях (клетках). Затем поражённые патологическим процессом ткани облучают светом с длиной волны, соответствующей максимуму поглощения красителя. В качестве источника света в настоящее время используются лазерные установки, позволяющие излучать свет определённой длины волны и высокой интенсивности.

Фотодинамическая терапия в офтальмологии интенсивно развивается, расширяется круг показаний к проведению ФДТ, о чем свидетельствует все возрастающий объем публикаций, посвященных данной тематике.

Процесс применения методики ФДТ, как и любое воздействие на человеческий организм, нуждается в контроле специалиста. В лечении ряда заболеваний с использованием ФДТ используется метод флюоресцентной ангиографии. Данный метод позволяет специалисту получать флюоресцентные ангиограммы, иначе говоря, цифровые фотографии глазного дна пациента, на которых можно различить области скопления светочувствительного вещества [7]. Изучение полученных флюоресцентных ангиограмм, а именно, уровня флюоресценции областей скопления светочувствительного вещества, даст возможность оценить количество фотосенсибилизатора, а соответственно понять, достигнут ли необходимый лечебный эффект или пациент нуждается в повторном лечении.

Таким образом, неотъемлемой частью процесса расшифровки флюоресцентных ангиограмм становится субъективное виденье специалистом результатов, достигнутых в ходе проведения ФДТ.

Актуальной проблемой для осуществления возможности исследования и анализа флюоресцентных ангиограмм в условиях применения ФДТ в совокупности со светочувствительным веществом становится создание метода зональной проработки уровня флюорсценции предполагаемых патологий [2, 3].

Цели и задачи работы

Таким образом, в целях автоматизации и объективизации процесса анализа флюоресцентных ангиограмм в ходе применения ФДТ крайне необходимо наличие инстру-

мента, позволяющего точно определять уровень флюоресценции областей скопления светочувствительного вещества.

В соответствии с поставленной целью задачи решались в такой последовательности:

- разработка алгоритма анализа уровня флюоресценции областей скопления светочувствительного вещества на снимках глазного дна глаза человека;
- разработка программного обеспечения, в функциях которого предусмотрена реализация алгоритма анализа уровня флюоресценции, возможности статистической обработки результатов анализа, сохранение и накопление результатов.

Основные этапы работы

На первом этапе исследования осуществлялась разработка метода получения уровня флюоресценции в ходе анализа снимков глазного дна. Его основным назначением является количественный анализ уровня яркости интересующих врача областей глазного дна пациента.

Уровень яркости (флюоресценции) вычисляется по плоским черно-белым цифровым изображениям объемного глазного дна, полученным в формате bmp. Для расчетов уровень флюоресценции принимается как конкретная величина, безразмерная, выражаенная в численном эквиваленте. Анализ выделенных областей заключается в попиксельной детализации выбранного участка с помощью метода, использующего следующее цифровое соотношение 0 – черный цвет, 1- белый цвет. Соответственно на данных снимках существующие серые цвета представляют собой, так называемую, градацию от белого цвета к черному и имеют уже дробное численное выражение. Таким образом, получая и суммируя вычисленную яркость каждого пикселя, получаем общую яркость интересующего нас фрагмента изображения (рис. 1).

Второй этап исследования был посвящен разработке возможности визуализации результатов анализа. Результаты специалисту предоставляются в виде диаграммы, по оси абсцисс которой располагаются набор исследуемых изображений и численный результат для проанализированных областей, по оси ординат соответственно числовое значение, полученное в результате расчетов (рис. 2).

Полностью статистику можно посмотреть в сводной таблице. Данная таблица имеет следующую структуру: название фотографии, результат анализа первой, второй, вложенной областей, а также отношений численных результатов первого участка к второму и второго к первому (рис. 3).

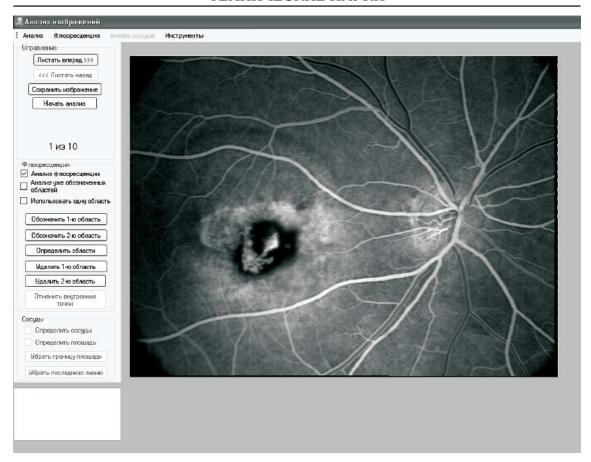


Рис. 1. Основная рабочая область системы анализа флюоресценции

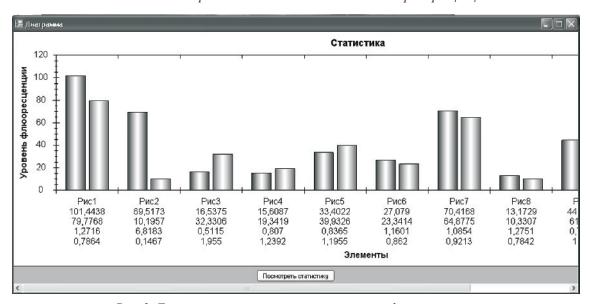


Рис. 2. Диаграмма результатов анализа уровня флюоресценции

Все результаты, полученные в ходе исследования, сохраняются в файл самых распространенных форматов: doc, xls, html с возможностью добавлять вспомогательную информацию, важную для специалиста, проводящего исследование. В дальнейшем эти файлы могут подвергаться

редактированию в программных пакетах, поддерживающих работу с упомянутыми выше форматами.

Результаты работы

1. Разработан метод анализа уровня флюоресценции областей скопления свето-

чувствительного вещества на снимках глазного дна глаза человека.

2. Разработано программное обеспечение, в функциях которого предусмотрена

реализация алгоритма анализа уровня флюоресценции, возможности последующей обработки результатов анализа, сохранение и накопление результатов.

Дополнительная информация Сохранить статистику					
F	01	101,4438	79,7768	1,2716	0,7864
	02	69,5173	10,1957	6,8183	0,1467
	03	16,5375	32,3306	0,5115	1,955
	04	15,6087	19,3419	0,807	1,2392
	05	33,4022	39,9326	0,8365	1,1955
	06	27,079	23,3414	1,1601	0,862
	07	70,4168	64,8775	1,0854	0,9213
	08	13,1729	10,3307	1,2751	0,7842
	09	44,4203	61,388	0,7236	1,382
	10	16,3788	18,5706	0,882	1,1338

Рис. 3. Статистическая таблица результатов анализа флюоресценции

Список литературы

- 1. Белоцерковский О. М., Холодов А. С. Компьютерные модели и прогресс медицины. М.: Наука, $2001.-300\ c.$
- 2. Способ количественной оценки эффективности фотодинамической терапии хориоидальной неоваскуляризаци: патент на изобретение №2387471.2008 / Белый Ю.А., Терещенко А.В., Володин П.Л., Кучеров А.А., Шаулов В.В.
- 3. Володин П.Л. Фотодинамическая терапия с фотосенсибилизатором хлоринового ряда в офтальмологии: дис. ... д-ра мед. наук. М., 2008. С. 19–21.
- 4. Гельфанд И.М., Розенфельд Б.И., Шифрин М.А. Очерки о совместной работе математиков и врачей. М.: Едиториал УРСС, 2005. 309 с.
- 5. Ковеня В.М. Некоторые тенденции развития математического моделирования // Вычислительные технологии. -2002.-T.7, № 2-C.59-73.
- 6. Петров И. Б. Математическое моделирование в медицине и биологии на основе моделей механики сплошных сред // Труды МФТИ. -2009. T. 1, № 1. C. 5-16.

7. Тамарова Р. М. Оптические приборы для исследования глаза. – М.: Медицина, 1982. – C. 125–133.

Рецензенты:

Косушкин В.Г., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Материаловедение» Калужского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Калуга;

Стрельченко С.С., д.т.н., профессор кафедры «Материаловедение» Калужского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Калуга;

Пятакович Ф.А., д.м.н., профессор, профессор кафедры пропедевтики внутренних болезней и клинических информационных технологий, ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород.

Работа поступила в редакцию 05.10.2011.