

ГЛАЗНЫЕ БОЛЕЗНИ

УДК [617.721:616-003. 829.5]-07

МЕТОД ОЦЕНКИ СОДЕРЖАНИЯ МЕЛАНИНА В РАДУЖНОЙ ОБОЛОЧКЕ ГЛАЗА

Е.В. Коблова – ГОУ ВПО Саратовский ГМУ Росздрава, аспирант кафедры глазных болезней; **Т.Г. Каменских** – ГОУ ВПО Саратовский ГМУ Росздрава, заведующая кафедрой глазных болезней, доктор медицинских наук; **А.Н. Башкатов** – ГОУ ВПО Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, доцент кафедры оптики и биомедицинской физики, кандидат физико-математических наук; **Е.А. Генина** – ГОУ ВПО Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, ассистент кафедры оптики и биомедицинской физики, кандидат физико-математических наук; **В.В. Тучин** – ГОУ ВПО Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, заведующий кафедрой оптики и биомедицинской физики, профессор, доктор физико-математических наук. E-mail: kamtanvan@yandex.ru

Открытоугольная глаукома является одной из ведущих причин необратимой слепоты. Дистрофические изменения в радужной оболочке и углу передней камеры часто предшествуют нестабильности внутриглазного давления. Разработана компьютерная программа для анализа радужной оболочки глаза человека. Исследовано содержание меланина в радужной оболочке глаза человека на основе цифрового анализа ее изображений. Данная методика позволяет объективно в динамике оценивать состояние радужной оболочки при открытоугольной глаукоме для определения степени ее дистрофических изменений.

Ключевые слова: радужная оболочка, первичная открытоугольная глаукома, меланин.

ESTIMATION OF MELANIN CONTENT IN IRIS OF HUMAN EYE

E. V. Koblava – Saratov State Medical University, Department of Eye Diseases, Post-graduate; **T. G. Kamenskikh** – Saratov State Medical University, Head of Department of Eye Diseases, Doctor of Medical Science; **A. N. Bashkatov** – Saratov State University, Department of Optics and Biomedical Physics, Candidate of Physico-Mathematical Science; **E. A. Genina** – Saratov State University, Department of Optics and Biomedical Physics, Assistant, Candidate of Physico-Mathematical Science; **V. V. Tuchin** – Saratov State University, Head of Department of Optics and Biomedical Physics, Professor, Doctor of Physico-Mathematical Science. E-mail: kamtanvan@yandex.ru

Based on the experimental data obtained in vivo from digital analysis of color images of human irises, the mean melanin content in human eye irises has been estimated. For registration of color images the digital camera Olympus C-5060 has been used. The images have been obtained from irises of healthy volunteers as well as from irises of patients with open-angle glaucoma. The computer program has been developed for digital analysis of the images. The result has been useful for development of novel methods and optimization of already existing ones for non-invasive glaucoma diagnostics.

Key words : open-angle glaucoma, melanin, iris of human eye.

Более 67 млн человек во всем мире болеют глаукомой и, по прогнозам, до 2030 г. их количество удвоится. В индустриально развитых странах среди лиц старше 40 лет распространенность глаукомы достигает 1,7%. Глаукома является причиной слепоты более чем у 5 млн человек в мире. Первичная глаукома характеризуется постоянным или периодическим повышением внутриглазного давления с развитием трофических расстройств в передних путях оттока водянистой влаги, сетчатке и зрительном нерве [1,2].

Несмотря на большие достижения в изучении патогенетических механизмов глаукомного процесса, большой прогресс в диагностике, хирургии и фармакотерапии, глаукома занимает второе место среди причин слепоты и слабовидения. Главная проблема глаукомы – ранняя диагностика. Известно, что чем раньше от начала заболевания назначено лечение, тем больше шансов сохранить зрительные функции. Биомикроскопические исследования показали, что дистрофические изменения в радужной оболочке и структурах угла передней камеры часто сочетались с

транзиторными расстройствами внутриглазного давления и нередко предшествовали развитию клинических проявлений глаукомы [3,4,6].

Целью работы является: разработка методики оценки содержания меланина в радужной оболочке глаза человека как в норме, так и при первичной открытоугольной глаукоме.

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе кафедры глазных болезней СГМУ и кафедры оптики и биомедицинской физики ГОУ ВПО СГУ. В исследовании участвовали здоровые люди и пациенты с первичной открытоугольной глаукомой 2-3 стадии. Возраст в обеих группах составлял от 55 до 75 лет. Пигментация угла передней камеры у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой соответствовала 2-3 степени. В исследовании не принимали участие пациенты с секторальной атрофией радужной оболочки, с заболеваниями роговицы, пациенты, прооперированные по поводу катаракты. В работе анализировались изображения 20 радужных оболочек глаза здоровых людей и 12 радужных оболочек больных первичной открытоугольной глаукомой при внутриглазном давлении, нормализованном инстилляциями селективных β – адреноблокаторов,

Цветовые характеристики радужной оболочки определялись по цветным изображениям глаза человека, полученным *in vivo* с помощью цифрового фотоаппарата Olimpus C-5060. Для регистрации цифровых изображений радужных оболочек глаза человека была создана установка, которая позволяла фиксировать голову пациента, обеспечивала постоянные условия освещенности и делала возможной ручную фокусировку. За основу был взят штативный столик от щелевой лампы.

Освещающие элементы были закреплены на подвижном основании, которое позволяло регулировать интенсивность освещения в процессе съемки. Цифровая камера была присоединена к вертикальному держателю, фиксированному к подвижному основанию, которое позволяло перемещать камеру в трех плоскостях. Это разрешало использовать макросъемку в режиме ручной фокусировки. На рис. 1 (см. цв. вклейку) представлены цифровые изображения радужной оболочки здорового человека и пациентов с первичной открытоугольной глаукомой.

Для обработки цифровых изображений радужной оболочки была разработана специальная компьютерная программа. Яркость и цветность исследуемого объекта определялись с использованием колориметрических систем МКО1931 и МКО1976. Для этого попиксельно определялись три цветовые координаты (R , G , B) изображения радужной оболочки. Яркость изучаемых изображений и тест-объектов выражалась в единицах от 0 до 256. В качестве тест-объекта использовалось изображение пластины BaSO_4 .

С помощью специальных маркеров из изображения выделялась сферическая область, содержащая радужную оболочку. Затем с помощью маркеров выделялась и удалялась область зрачка. Из каждого изображения для дальнейшей обработки были взяты участки, соответствующие разным оттенкам радужной оболочки (рис. 2, см. цв. вклейку).

Для оценки содержания меланина в радужной оболочке глаза человека был разработан алгоритм, основанный на инверсном методе Монте-Карло. Базируясь на двухслойной модели радужной оболочки, коэффициент отражения был вычислен с помощью методики Монте-Карло в спектральном диапазоне 380-780 нанометров. Затем на основе вычисленного спектра отражения вычислялись цветовые координаты согласно

$$\begin{aligned} R &= \int \bar{r}(\lambda) P_0(\lambda) R(\lambda) d\lambda \\ G &= \int \bar{g}(\lambda) P_0(\lambda) R(\lambda) d\lambda \\ B &= \int \bar{b}(\lambda) P_0(\lambda) R(\lambda) d\lambda \end{aligned}$$

где $R(\lambda)$ – коэффициент отражения радужной оболочки, и $r(\lambda)$, $g(\lambda)$, $b(\lambda)$ – отдельные цветовые координаты, $P_0(\lambda)$ – спектр источника света. Вычисления были выполнены для каждого пикселя.

Концентрация меланина варьируется для цветовых координат, полученных путем вычислений, и цветовое разложение подбиралось для согласования экспериментально измеренных и рассчитанных значений. Из-за сложной структуры исследованной ткани и простоты представленной модели, концентрация меланина, полученная для каждой пространственной координаты, была усреднена по всей площади радужной оболочки.

Результаты исследования. Для радужных оболочек здоровых испытуемых получены следующие значения содержания меланина: при голубом цвете радужной оболочки – 26.2 ± 3.4 мг/мл, коричневом – 30.3 ± 1.17 мг/мл, при зеленом – 27.4 ± 5.4 мг/мл. У пациентов с первичной открытоугольной глаукомой содержание меланина в радужной оболочке составило при голубом цвете радужной оболочки – 25.5 ± 3.6 мг/мл, коричневом – 22.5 ± 0.2 мг/мл, при зеленом – 16.1 ± 2.4 мг/мл. Таким образом, наибольшая разница в содержании пигмента в радужной оболочке глаза у здоровых лиц и пациентов с первичной открытоугольной глаукомой наблюдалась при коричневом и зеленом цвете радужной оболочки. В случае голубого цвета радужной оболочки разница была недостоверной. Наибольшая концентрация меланина при первичной открытоугольной глаукоме наблюдалась при голубом цвете радужной оболочки. На рис. 3 показано содержание меланина при различном цвете радужной оболочки у здоровых людей и у больных первичной открытоугольной глаукомой.

Выводы. Разработана экспериментальная установка, позволяющая неинвазивными методами цифрового анализа изображений радужной оболочки глаза выполнять оценку содержания пигмента в радужной оболочке глаза человека.

Разработан комплекс компьютерных программ для цифрового анализа изображений радужной оболочки глаза, позволяющий количественно оценить содержание меланина в радужной оболочке глаза человека. Полученные результаты показали, что существует достоверная разница в содержании меланина в радужной оболочке глаза человека в норме и при первичной открытоугольной глаукоме в одной возрастной категории, что делает возможным дальнейшее изучение данного вопроса.

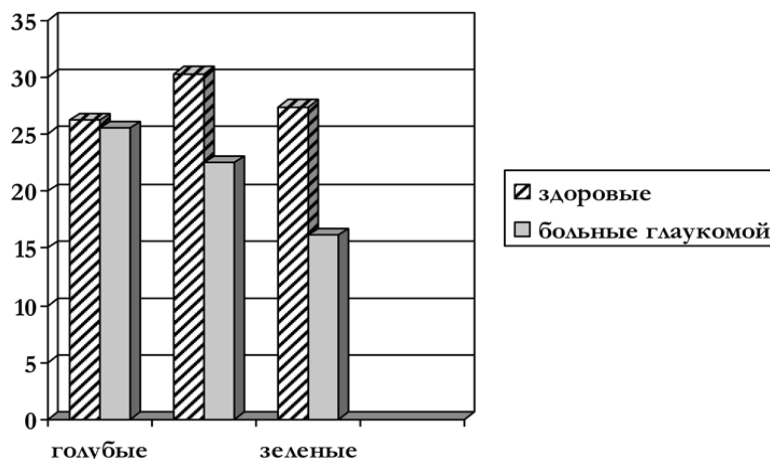
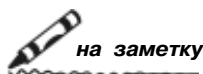


Рис. 3. Содержание меланина у больных открытоугольной глаукомой и здоровых людей в зависимости от цвета радужной оболочки

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев, В.Н. Клинико-морфологические изменения в переднем отрезке глаза при экспериментальной глаукоме / В.Н. Алексеев, И.А. Самусенко // Глаукома. – 2004. – № 1. – С. 56-59.
2. Козлова, Л.П. Особенности клиники больных начальной глаукомой / Л.П. Козлова // Вестник офтальмол. – 1962. – №6. – С. 3-9.
3. Коновалов, В.В. Практическая иридология / В.В. Коновалов, А.А. Антонов. – М., 1990.
4. Шульпина, Н.Б. Биомикроскопия глаза // Н.Б. Шульпина. – М., 1972. – С. 298.
5. Magitot, A. Physiologie oculaire clinique // Magitot A. – Paris, 1946. – P. 163.
6. Hammer, M. Non-invasive measurement of the concentration of melanin, xanthophyll, and hemoglobin in single fundus layers in vivo by fundus reflectometry / M. Hammer, D. Schweitzer, E. Thamm, A. Kolb // Int Ophthalmol. – 2001. – №23. – P. 279-89.



Сотрудниками Саратовского государственного медицинского университета получены патенты:

1. №76512 Адгезиотом / М. Л. Коссович, С. Н. Коршунов, В. В. Кузовахо.
2. №72854 Вагинальный наконечник для гинекологического пневмомассажа / А. А. Чураков.
3. № 2315543 Способ прогнозирования возможности рецидива кровотечений при лечении язвенной болезни / Ю. Г. Шапкин, Д. А. Усанов, Р. Б. Иванов, А. В. Скрипаль, А. В. Абрамов, С. В. Капралов.