

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛЯРИЗОВАННОГО СВЕТА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГЛАЗА

Кочина М. Л., Калиманов В. Г.

*Харьковский национальный университет радиэлектроники
пр.Ленина 14, Харьков –61166, Украина
тел.: 057-7021444, e-mail: m_kochina@yahoo.com*

Аннотация – Приведены результаты использования модели напряженно-деформированного состояния глаза для дифференциальной диагностики патологии глазодвигательных мышц. Показана возможность использования оптической анизотропии роговицы живого глаза, наблюдаемой в поляризованном свете, для диагностики глазной патологии.

I. Введение

Оптическая анизотропия роговицы живого глаза обусловлена свойствами роговичного коллагена, взаиморасположением его волокон в ткани роговицы, величиной внутриглазного давления и структурно-функциональным состоянием глазодвигательных мышц. При исследовании роговицы в поляризованном свете на ней наблюдается интерференционная картина в форме ромба, расположенного по периферии роговицы, параметры которого, как было нами установлено, зависят от силы действия и места прикрепления к склере глазодвигательных мышц, что позволяет использовать ее для диагностики глазной патологии [1-9].

II. Основная часть

Использование поляризонно-оптического метода позволяет исследовать физическую природу оптической анизотропии роговицы живого глаза и установить вклад каждого из действующих факторов в формирование интерференционной картины, наблюдаемой на ней. Внутриглазное давление (Вгд) растягивает роговицу, действуя на каждую ее точку с одинаковой силой. Однако, внутренние напряжения, возникающие в ней в разных точках, будут различны, что обусловлено градиентом толщины роговицы (в центре она тоньше, чем по периферии). Усилия прямых глазодвигательных мышц, приложенные к склере в области главных меридианов, растягивают роговицу, также, создавая в ней внутренние напряжения. В каждой точке роговицы возникают суммарные напряжения, обусловленные суперпозицией напряжений от действия глазодвигательных мышц и Вгд. Усилия косых мышц приложены за экватором и вклад в напряженное состояние роговицы не вносят.

Разработка способов диагностики и хирургического лечения патологии глазодвигательных мышц (косоглазие, гетерофория) и определения уровня Вгд без контакта с глазом пациента стала возможной в результате использования математической модели напряженно-деформированного состояния глазного яблока, поскольку экспериментальное получение и правильная трактовка данных были затруднены. Это связано с тем, что исследовать анатомические особенности одновременно всех глазодвигательных мышц в процессе операции нельзя, поскольку это нарушит нормальную трофику глаза. Разная форма интерференционных картин (разные варианты смещений углов интерференционного ромба от главных меридианов, разрывы изохром, скругление углов и др.), наблюдаемых на роговице глаза в поляризо-

ванном свете, могут быть обусловлены различными сочетаниями сил действия и мест прикрепления глазодвигательных мышц. Для правильной трактовки получаемых результатов была использована модель. Для упрощения расчетов распределения внутренних напряжений в роговице и построения изохром и изоклин были сделаны следующие упрощения:

1. Считаем, что глазное яблоко представляет собой тонкую сферическую оболочку, заполненную жидкостью. Так как мы исследуем распределение внутренних напряжений только в роговице, то считаем, что радиус кривизны глазного яблока равен среднему радиусу кривизны роговицы. Оболочку глаза можно считать тонкой, так как отношение толщины ее стенки к радиусу кривизны величина малая. Градиентом напряжений по толщине оболочки, исходя из условия ее тонкости, пренебрегаем. Для упрощения расчетов считаем оболочку сферической.

2. Считаем, что упругие свойства оболочки одинаковые.

3. Считаем, что оболочка заполнена однородной жидкостью (не учитываем сложное внутреннее строение глазного яблока).

4. При расчетах учитываем только градиент толщины роговой оболочки, остальную же часть глазного яблока считаем однородной по толщине.

5. Считаем, что на роговую оболочку действуют только наружные прямые мышцы, действие косых мышц не учитываем. Это обусловлено тем, что косые мышцы приложены за экватором и направление их усилий таково, что они непосредственно не влияют на распределение напряжений в роговице, а при своем сокращении только сжимают склеру.

Приведенные упрощения позволили установить качественную зависимость между приложенными к глазному яблоку усилиями со стороны глазодвигательных мышц и возникающими в роговице напряжениями. Глазодвигательные мышцы приложены к оболочке глаза на различных расстояниях от лимба (соответственно и от экватора) и величины их усилий неодинаковы, что обусловлено их различной длиной, толщиной и наличием у мышц вертикального действия наклона к сагиттальной плоскости. Чтобы приблизить результаты расчета напряжений в оболочке к реальным условиям и иметь возможность использовать их в практических целях, были учтены реальная сила и место прикрепления каждой из наружных прямых мышц к склере и проведено исследование всех возможных вариантов их функциональных и анатомических изменений.

Для дифференциальной диагностики патологии глазодвигательных мышц с использованием модели напряженно-деформированного состояния глаза был проведен расчет и построены изохромы для всех возможных вариантов смещений мест прикрепления и различной силы действия каждой из мышц. Так, с помощью моделирования было показано, что сме-

щения углов интерференционного ромба от главных меридианов могут возникать не только при смещении места прикрепления к склере сухожилий глазодвигательных мышц, но и при усилении действия одной из мышц, при неизменных усилиях остальных. Причиной расходящегося косоглазия могут служить не только нарушения в мышцах горизонтального действия, но и аномалии прикрепления к склере вертикальных прямых мышц.

III. Заключение

Оптическая анизотропия роговицы живого глаза имеет фотоупругую природу и обусловлена растягивающим действием глазодвигательных мышц и внутриглазного давления. При исследовании роговицы в поляризованном свете на ней наблюдаются интерференционные картины, параметры которых зависят от приложенных усилий.

Модель напряженно-деформированного состояния глаза позволяет произвести расчет распределения напряжений в роговице при разных вариантах места приложения и силы действия глазодвигательных мышц, что может быть использовано для дифференциальной диагностики их патологии и определения природы и тактики лечения косоглазия.

IV. Список литературы

- [1] Пеньков М. А., Кочина М. Л. Применение поляризованного света в офтальмологии //Офтальмологический журнал, 1981, №6, с.368-372.
- [2] Cogan D. G. Some ocular phenomena produced with polarized light //Arch. Ophthal.(Chicago). - 1941. - Vol.25, N3. - P. 391-400.
- [3] Cope W. T., Wolbarsht M. Z., Jamanaski B. S. The Corneal polarization cross //Journal of the optical Society of America. - 1978. - Vol.68, N8. - P. 1139.
- [4] Zandman F. The Photoelastic effect of the living eye //Experimental mechanics. - 1966. - Vol.6, N5. -P. 19 – 25.
- [5] Bour Lo J. Polarized Light and Eye // in "Visual Optics and Instrumentation". Edited by W.N.Charman MacMillan Press,1991, P. 310 – 325.
- [6] Пеньков М. А., Алтухер Г. М., Кочина М. Л. Расчет изохром и изоклин роговой оболочки глаза //Биофизика, 1982, Том XXVIII, вып.2, с.313-316.
- [7] Пеньков М. А., Кочина М. Л., Уткин Ю. А. Автоматизированная установка для диагностики глаукомы и косоглазия // Медицинская техника, 1982, №5, с.33-34.
- [8] Пеньков М. А., Кочина М. Л., Зубарев С. Ф. и др. Результаты моделирования врожденной патологии экстраокулярных мышц //Офтальмологический журнал, 1990, №4, с.197-200.
- [9] Кочина М. Л. Особенности состояния интерференционных картин глаз при горизонтальном косоглазии // Сб. «Структурно-функциональные исследования в медицинских и биологических системах», Киев, Изд-во ИК НАН Украины, 1995, с.77-81.

THE RESULTS OF POLARIZED LIGHT USE FOR RESEARCH OF TENSELY-DEFORMED EYE STATE

Kochina M. L., Kalimanov V. G.
Kharkov national university of radio electronics
Lenin av., 14, Kharkov-61166, Ukraine
Ph. 057-7021444, e-mail: m_kochina@yahoo.com

Abstract – The results of eye tensely - deformed conditions model using for differential diagnostics of oculomotor muscles pathology are presented.

I. Introduction

The optical anisotropy of alive eye's cornea is caused by properties of corneal collagen, interposition of its fibres in a tissue of a cornea, level of intraocular pressure and a structurally functional condition of oculomotor muscles. The interferential picture in the shape of rhombus whose parameters depend on force and place of attachment of oculomotor muscles is observed in polarized light on a cornea [1-9].

II. Main Part

The use of polarized-optical method allows to investigate the physical nature of alive eye cornea optical anisotropy and to establish the contribution of each of working factors in formation of interferential picture. The intraocular pressure (IOP) and efforts of straight oculomotor muscles drag out a cornea and create the internal tension in it. Total tensions appear in each point of a cornea, which is caused by superposition of tensions from the action of oculomotor muscles and IOP.

The ways of diagnostics and surgical treatment of oculomotor muscles pathology (strabismus, heterophoria) and definitions of IOP level without contact with patient's eye became possible as a result of using eye tensely - deformed conditions mathematical model.

It has been shown, that displacement of interference rhombus corners from the main meridians may appear not only at displacement of oculomotor muscles sinews attachment, but also at strengthening of action of a single muscle.

III. Conclusion

The optical anisotropy of alive eye cornea has the photoelastic nature and is caused by stretching action of oculomotor muscles and intraocular pressure.

The model of tensely - deformed eye conditions allows to make calculation of tension distribution in a cornea at different variants of application.