УДК 621.383.4

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ IN VITRO НА ИСКУССТВЕННЫЕ ХРУСТАЛИКИ ГЛАЗА И ВАЖНОСТЬ КОНТРОЛЯ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЕЗАЩИТНЫХ ОЧКОВ

И.Э. Йошин¹, Ю.А. Концевой²

¹ФГБУ «Клиническая больница», 107150, г. Москва, Лосиноостровская ул., д. 45

²АО «НПП «Пульсар», 105187, г. Москва, Окружной проезд, д. 27

Искусственные хрусталики глаза облучались ультрафиолетом при помощи ртутной лампы и ультрафиолетовым светодиодом при длине волны 320 нм. Показано, что при высокой дозе облучения прозрачность хрусталиков в видимом диапазоне длин волн уменьшается вследствие полимеризации материала хрусталика. При облучении светодиодом в диапазоне 320 нм при дозе 17 Дж/см² прозрачность хрусталиков уменьшается незначительно. Учитывая, что поглощение ультрафиолета для некоторых хрусталиков недостаточно высокое, подчеркивается важность защиты глаза при помощи светозащитных очков. Найдено, что при обследовании большой партии светозащитных очков при помощи специально разработанного прибора обнаружены светозащитные очки, не удовлетворяющие требованиям соответствующих ГОСТов.

Ключевые слова: искусственные хрусталики для глаз, влияние ультрафиолетового облучения на прозрачность искусственных хрусталиков, результаты обследования партии светозащитных очков

Сведения об авторах: Йошин И.Э., д. м. н., профессор, заведующий офтальмологическим отделением ФГБУ «Клиническая больница»; Концевой Ю.А., д. т. н., профессор, главный научный сотрудник АО «НПП «Пульсар»

.....

INFLUENCE OF ULTRAVIOLET IN VITRO RADIATION ON ARTIFICIAL EYE LENSES AND THE IMPORTANCE OF SUNGLASSES QUALITY CONTROL

I.E. Ioshin¹, Yu.A. Kontsevov²

¹FSBU «Klinicheskaya Bolnitsa», 107150, Moscow, Losinoostrovskaya str., 45

²JSC «S&PE «Pulsar», 105187, Moscow, Okruzhnoy proezd, 27

In our research, we had exposed artificial eye lenses to the ultra-violet (UV) radiation from Hg-lamp and UV LED with 320 nm wavelength. It was observed that at higher dose of radiation the transparency of lenses in visible wavelength range decreases due to polymerization of lens material. Under the 320 nm wavelength LED radiation with dose of 17 J/cm², lens transparency tends to decrease slightly. Taking into account that UV absorption for certain lenses is not high enough, we emphasize the importance of protecting eyes with sunglasses. Our quality tests performed for the large amount of sunglasses involving the use of specially designed device, had revealed a percentage of sunglasses which do not meet the requirements set by the relevant Russian Federation State Standards (GOSTs).

Keywords: artificial eye lenses, UV radiation influence on artificial eye lens transparency, results of sunglasses quality tests.

Authors: Ioshin I.E. Sc.D. of Medicine, Professor, Head of Ophthalmology Department, FSBU «Klinicheskaya Bolnitsa»; Kontsevov Yu.A., Sc.D. of Engineering, Professor, Chief Researcher, JSC «S&PE «Pulsar».

Введение

В настоящей работе было проверено, как ультрафиолетовое (УФ) излучение влияет in vitro на искусственные хрусталики про-

изводства различных фирм (США, Англии, Германии, Израиля, России).

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), катаракта является главной причиной слепоты в мире [1].

Во всем мире более 85 % всех видов слепоты приходится на людей 50 лет и старше. Международное агентство по предотвращению слепоты (International Agency for the Prevention of Blindness – IAPB) считает, что 80 % слепоты являются предотвратимыми. В России катаракта занимает 7-8 места среди причин инвалидности по зрению [2].

Основной способ лечения катаракты – хирургический, заключающийся в экстракции катаракты и имплантации искусственного хрусталика. В мире выполнено несколько миллионов экстракций катаракты и имплантации искусственного хрусталика.

Естественный хрусталик защищает роговицу от УФ-лучей (и частично от «синих»). УФ-лучи крайне отрицательно влияют на сетчатку (их действие, по крайней мере, в 5000 раз опасней, чем действие «красных» лучей).

Ввиду того, что воздействие УФ-излучения на органы зрения человека может повлечь негативные для здоровья последствия, во многих странах мира существуют нормативные требования к светопропускающей способности линз солнцезащитных очков. Стандарты Европы, США и Российской Федерации предъявляют разные требования к солнцезащитным очкам. В соответствии с американским стандартом ANSI Z80.3 – 2001 в солнцезащитных очках линзы в области УФ UVB (280-315 нм) должны пропускать не более 1 % ультрафиолетового излучения. Европейский стандарт EN 1836:2005 предусматривает 4 степени защиты от УФ-облучения: 0 – неэффективная защита; 2 – удовлетворительная защита; 6 – хорошая защита; 7 – полная защита (при этом пропускается не более 5 % УФ-излучения в области 380 нм). В Российской Федерации установлены требования, что при коэффициенте пропускания в видимом диапазоне τ в области длин волн 280-315 нм коэффициент пропускания не должен быть более 0,1 τ . В области длин волн 315-380 нм для очков с коэффициентом пропускания τ от 0,43 до 0,8 коэффициент пропускания в указанном УФ-диапазоне может совпадать с коэффициентом пропускания в видимом диапазоне, а для очков с коэффициентом пропускания τ от 0,08 до 0,18 коэффициент пропускания в ультрафиолетовом диапазоне не должен превышать 0,5 τ [3].

УФ-лучи особенно сильно влияют на здоровье в зонах, приближенных к экватору. Там озоновый слой, который защищает живые организмы от ультрафиолетовых лучей диапазона УФ-С (200-290 нм), примерно в три раза тоньше, чем в северных широтах. В «озоновых дырах» концентрация жестких УФ-лучей может быть значительно выше, чем в обычных условиях, и в Южной Америке в области «озоновых дыр» слепли овцы.

Хрусталик человека поглощает УФ-В и небольшое количество УФ-А-излучения. Поглощение хрусталиком небольших количеств УФ-излучения в течение длительного времени может привести к возникновению и прогрессированию катаракты. Все большее количество исследователей приходит к заключению, что длительное воздействие небольших доз УФ-излучения является причиной «ядерных» катаракт бурого цвета. Эпидемиологические исследования указывают на неодинаковую частоту развития катаракты в различных регионах. Так, частота развития катаракты во всех возрастных группах в Израиле больше, чем в Оксфорде, во Флориде больше, чем в Рочестере и Нью-Йорке. На территории США катаракта встречается чаще в регионах с большей продолжительностью светового дня. Несмотря на эти исследования, вопрос о взаимосвязи солнечного излучения и катаракты остаётся открытым, так как биохимические теории помутнения хрусталика под влиянием солнечного излучения до сих пор не удалось подтвердить экспериментальными данными.

Хрусталик поглощает почти все излучение, начиная с волн длиной 290-295 нм и до 375 нм. Может показаться, что именно это излучение способствует возникновению катаракты. Облучение глаза ультрафиолетовым светом с длиной волны 365 нм при дозе 130 Дж/см² вызывает серьезные повреждения роговицы, но не вызывает катаракту. Доза в 0,15 Дж/см² при длине волны 325 нм приводит к катаракте.

Методика эксперимента

Первоначально измерения проводились следующим образом. Искусственные хрусталики вставлялись в держатель, и при использовании спектрофотометра СФ-26 [4] измерялось пропускание всех хрустали-

ков в диапазоне 300-1200 нм (УФ, видимый и ближний инфракрасный диапазоны).

Затем держатель с хрусталиками помещался в чашку Петри, заливался водой так, чтобы над поверхностью хрусталиков был слой воды 5 мм. Чашка Петри закрывалась кварцевой полированной пластиной и размещалась под УФ-лампой, создающей равномерное облучение, которое проводилось в течение одного часа. После облучения повторно проводились исследования прозрачности хрусталиков.

Схема облучения хрусталиков ультрафиолетом приведена на рис. 1.

Рис. 1

Схема облучения хрусталиков ртутной лампой

Здесь использовалась установка с ртутной лампой, применяющаяся в полупроводниковом производстве при проведении процессов фотолитографии. Доза УФ-излучения от ртутно-ксеноновой лампы составляла порядка 200 Дж/см².

Спектры прозрачности различных хрусталиков приведены на рис. 2.

Рис. 2

Прозрачность хрусталиков до и после облучения

Здесь можно отметить, что для исследованных хрусталиков прозрачность уменьшается во всех диапазонах спектра, причём неодинаково: в образце № 4 изменение прозрачности менее сильное, чем в других образцах. В образце № 1 прозрачность в области ультрафиолета меньше (до и после облучения), чем в других образцах.

Причиной уменьшения прозрачности является полимеризация материалов хрусталиков, как это видно при микроскопическом исследовании поверхности хрусталиков (рис. 3).

Рис. 3

Хрусталик после УФ-облучения, съёмка под микроскопом (масштаб показан внизу слева)

При проведении дальнейших исследований предстояло проверить, при какой дозе УФ-излучения начинает происходить деградация хрусталиков. Для этой цели использовалось приспособление, показанное на рис. 4, и ультрафиолетовый светодиод с длиной волны 320 нм (при дозе 17 Дж/см²).

Рис. 4

Вставка для облучения хрусталиков при помощи ультрафиолетовых светодиодов с последующими измерениями на спектрометре СФ-26

На рис. 5 показаны полученные результаты.

Рис. 5

Прозрачность хрусталиков разных фирм до облучения (слева) и кривая для одного из хрусталиков до (1) и после (2) облучения ультрафиолетом при указанных выше дозах облучения (справа)

Из рис. 5 следует, что прозрачность хрусталика при указанных дозах облучения меняется незначительно.

На рис. 6 показана аналогичная картина для хрусталика другой фирмы.

Рис. 6

Прозрачность хрусталика другой фирмы до (1) и после облучения ультрафиолетом (2)

Здесь изменение прозрачности выражено сильнее.

Обсуждение результатов

Проведённые исследования показали, что хрусталики различных фирм обладают различной прозрачностью в области ультрафиолета, а также по-разному деградируют при воздействии на них ультрафиолета (с целью исключения рекламы или антирекламы в настоящей статье названия фирм не указываются).

Работа показывает, насколько осторожно должны вести себя люди, соприкасающиеся с УФ-облучением. Это относится как к профессионалам (сварщики, операторы салонов загара и т.п.), так и к альпинистам, горнолыжникам, морякам и другим людям, которым могут попадать в глаза прямые или отражённые ото льда, снега и воды солнечные лучи. Конечно, у большинства людей имеются средства защиты в виде тёмных очков, но должна быть абсолютная гарантия, что тёмные очки полностью защищают глаза от УФ-лучей! Вместе с тем нужно иметь в виду, что ГОСТы на солнцезащитные очки в России (ещё оставшиеся со времён СССР) гораздо более мягкие, чем ГОСТы европейские и ГОСТы США.

К сожалению, в настоящее время (по данным литературы) не существует простого и дешёвого инструмента, который позволил бы быстро измерить количество УФ-излучения и указать необходимую степень защиты глаз. Предназначенные для этого приборы относительно дорогие. На практике приходится пользоваться справочными данными, из которых можно узнать средние величины для определённых условий и источников излучения.

Нами совместно с группой сотрудников АО «НПП «Пульсар» спроектирован и изготовлен макет простого и относительно дешёвого прибора для проверки качества солнцезащитных очков [5]. Проведённый контроль солнцезащитных очков у 150 сотрудников предприятия показал, что около 20 % солнцезащитных очков пропускают недопустимо высокую дозу жесткого УФ-излучения.

Выводы

Проведённые исследования показали, что некоторые исследованные искусственные хрусталики обладают высоким уровнем устойчивости при облучении УФ-лучами. Не наблюдалось какого-либо изменения

свойств хрусталиков при облучении ультрафиолетом при длине волны 320 нм (при дозе 17 Дж/см²).

Большинство искусственных хрусталиков практически почти полностью поглощают излучение в ультрафиолетовой области спектра, начиная с 350 нм и при меньших длинах волн. Не подтверждены имеющиеся в литературе сведения о деградации хрусталиков при воздействии УФ-облучения при длине волны 320 нм при дозе 0,15 Дж/см² (правда, в литературе не уточнено, идет ли речь о естественных или об искусственных хрусталиках).

Литература

1. Либман Е.С., Шахова Е.В. Слепота и инвалидность вследствие патологии органа зрения в России // Вестн. офтальмологии. – 2006. – № 1. – С. 35-37.
2. Brian G., Taylor H. Cataract blindness – challenges for the 21 century // Bulletin of the World Health Organization. – 2001. – Vol. 79. – P. 249-256.
3. ГОСТ Р 51831 – 2001. Очки солнцезащитные. Общие технические требования. ГОССТАНДАРТ РОССИИ. Москва.
4. Груздов В.В., Колковский Ю.В., Концевой Ю.А. Входной и технологический контроль материалов и структур твердотельной СВЧ электроники // М.: Техносфера. – 2017. – С. 35.
5. Гусев М.Е., Иошин И.Э., Колковский Ю.В., Концевой Ю.А. и др. Прибор для проверки качества солнцезащитных очков. Заявка на полезную модель № 201810797 от 05.03.2018.

References

1. Libman E.S., Shakhova E.V. Blindness and disability caused by the pathology of the organ of vision in Russia. Ophthalmology Newsletter. 2006. №1. pp.35-37.
2. Brian G., Taylor H. Cataract blindness – challenges for the 21 century // Bulletin of the World Health Organization. – 2001. – Vol. 79. – P. 249-256.
3. GOST No. R 51831 – 2001. Sunglasses. General Technological Requirements. State Standard of the Russian Federation. Moscow.
4. Gruzдов V.V., Kolkovskiy Yu.V., Kontsevoy Yu.A. Incoming and process control of materials and structures in solid-state microwave electronics // M.: Tekhnosfera. 2017. p.35.
5. Gusev M.E., Ioshin I.E., Kolkovskiy Yu.V., Kontsevoy Yu.A. et al. Device for sunglasses quality tests. Application No. 201810797 of 05.03.2018.