



# Следует ли информировать пациентов о необходимости использования средств защиты глаз?

## Профессор Джеймс Волффсон сделал обзор последних данных, которые помогают понять, существует ли необходимость информирования пациентов о вредном воздействии УФ-излучения на глаза, а также о мерах их защиты.

Немногие стали бы сейчас оспаривать то, что солнце оказывает неблагоприятное воздействие на кожу, и необходимо использовать средства защиты от солнца. Поэтому важно изучить тип и уровень доказательности данных, представленных в рецензируемой литературе по поводу повреждающего действия УФ-излучения на глаза. Эти данные помогут понять, существует ли необходимость увеличения осведомленности о воздействии УФ-излучения на глаза и связанных с ним проблем у пациентов, а также помочь им защитить глаза.

В прошлом году в журнале «Eye and Contact Lens» 13 авторитетными авторами была опубликована серия обзорных статей на эту тему, в том числе: социальные аспекты здоровья и необходимости защиты от воздействия УФ-излучения; истощение озонового слоя;

дневные и сезонные колебания воздействия УФ-излучения на глаза; индуцированные УФ-излучением заболевания переднего отрезка глаза и эффект периферического фокусирования света; фототоксичность и сетчатка; роль УФ-излучения в развитии возрастной макулодистрофии (ВМД); наилучшая защита глаз от УФ-излучения. Авторы были приглашены для участия в симпозиуме, спонсируемом этим журналом и Ассоциацией офтальмологов по контактной коррекции зрения (CLAO), который финансировался образовательным грантом от компании Johnson & Johnson Vision Care.

Цель данной статьи – выделить основные моменты из 104 страниц полученных данных и нескольких работ, опубликованных после этого симпозиума.

### РЕЗЮМЕ КЛЮЧЕВЫХ МОМЕНТОВ

- Кампании общественного здравоохранения, посвященные опасности воздействия УФ-излучения на кожу, способствуют уменьшению распространенности рака кожи.
- Хотя УФ-воздействие в некоторой степени оказывает благоприятное воздействие на организм (напр., синтез витамина D, оказывающего защитное действие в отношении ряда системных заболеваний), о каком-либо полезном воздействии УФ-излучения на глаза неизвестно.
- В отличие от повреждения кожи (преимущественно от прямого УФ-излучения) глаза подвержены риску УФ-излучения в течение всего дня круглый год из-за рассеивания и отражения света.
- Опубликованные данные об УФ-индексе неприменимы в отношении повреждения глаз. УФ-воздействие, которое оказывает небольшое влияние на кожу, может оказывать повреждающее действие на ткани глаза.
- УФ-воздействие лежит в основе патогенеза ряда офтальмогелиозов, в том числе фотокератита, образования пингвекул, птеригиума, плоскоклеточного рака, кортикальной катаракты и макулодистрофии.
- Эффект периферического фокусирования света (PLF) может приводить к выключению естественных механизмов защиты стволовых клеток и 20-кратному увеличению интенсивности излучения, попадающего на

назальную часть лимба, что может приводить к повреждению конъюнктивы и хрусталика.

- Сетчатка людей молодого возраста подвержена особому риску повреждения в результате УФ-излучения.
- Существует множество вариантов защиты от воздействия УФ-излучения на глаза.
- Шляпы и зонтики обеспечивают защиту от солнечной энергии, поступающей сверху, однако, практически не ограничивают воздействие на глаза УФ-излучения, поступающего в результате рассеивания света, когда солнце находится у горизонта.
- УФ-защита обычных и солнцезащитных очков во многом зависит от дизайна оправы – очень важно, чтобы дужки были широкими и образовывали «защитный экран», особенно в связи с наличием эффекта периферического фокусирования света.
- Контактные линзы с УФ-фильтром 1 и 2 класса прикрывают роговицу, лимб и часть конъюнктивы глазного яблока и могут быть идеальным решением для защиты в течение всего дня круглый год.
- Специалисты по коррекции зрения должны уделять внимание следующему:
  - предупреждать пациентов о возможном повреждающем действии УФ-излучения;
  - рассказывать пациентам о комплексной защите глаз, которая подразумевает ношение шляпы, солнцезащитных очков с широкими дужками и контактных линз с УФ-фильтром 1 или 2 класса.

## Общественное здоровье

Задача специалистов по коррекции зрения заключается не только в коррекции аномалий рефракции и информировании о методах коррекции зрения, которые позволят улучшить качество жизни пациента - также одним из ключевых моментов в общении с пациентом должна быть забота о здоровье глаз. Нужно не только диагностировать и лечить глазные болезни, но и предупреждать их, так как главным приоритетом стратегии здравоохранения является профилактика. Необходимо собирать анамнез для определения факторов риска, таких как курение (несомненно, некоторые факторы относятся к немодифицируемым, например, пол!) и рассказывать пациентам о воздействии этих факторов на здоровье, чтобы пациент мог осознанно выбрать свой образ жизни.

В течение нескольких последних десятилетий во многих странах массово внедрялись разработанные программы по защите от солнечного излучения, продвижению которых способствовало увеличение распространенности рака кожи и обеспокоенность истощением озонового слоя стратосферы, в результате чего увеличивается поступление УФ-В излучения (280-315 нм) на поверхность Земли.<sup>1</sup> Хотя нежелательное воздействие избыточного УФ-излучения на кожу хорошо изучено, существует ряд положительных эффектов воздействия УФ-излучения, например, эндогенный синтез витамина D, в то время как для низкого уровня витамина D установлена связь с широким рядом злокачественных опухолей, аутоиммунных заболеваний, таких как рассеянный склероз и сахарный диабет 1 типа, инфекции, такие как грипп и туберкулез, психиатрические и сердечно-сосудистые заболевания.<sup>2</sup> Положительным эффектом является регуляция суточного цикла сна-бодрствования (циркадного ритма), связанная с недавно установленным ингибированием мелатониновых рецепторов сетчатки (также связанных с возникновением и прогрессированием злокачественных опухолей), хотя это воздействие опосредовано лучами синего света, а не УФ-излучением.<sup>3,4</sup> Эти противоречивые факторы, связанные со здоровьем, уменьшают приверженность таким кампаниям, как Австралийская программа «Slip» (футболка), «Slap» (шляпа), «Slor» (солнцезащитный крем)» (которая в 2007 году была дополнена лозунгами «Seek» (тень) и «Slide» (очки)).<sup>5</sup> Тем не менее, остается неясным, существует ли такой же спорный вопрос в отношении заболеваний глаз, связанных с воздействием УФ-излучения.

В 2006 году Всемирной Организацией Здравоохранения было опубликовано исследование по глобальному бремени болезней, обусловленных УФ-излучением.<sup>6</sup> На основании доступных данных было установлено, что 25 % общего бремени заболеваемости хрусталика - катаракты, составляет кортикальная катаракта (принимая во внимание причинно-следственную связь между УФ-излучением и возникновением кортикальной катаракты), и что предотвращение воздействия УФ-излучения на глаза позволило бы снизить общее бремя возникновения катаракты на 5%. В этом обзоре Р. Лукас<sup>7</sup> подверг сомнению некоторые ограничения этой модели, например, что в модели не учитываются региональные различия демографических данных, образа жизни, социо-

экономического положения и естественный уровень УФ-излучения, а также эпидемиологические данные, свидетельствующие о том, что снижение зрения в результате катаракты является фактором риска преждевременной смертности.<sup>8</sup>

Снижение или стабилизация частоты возникновения злокачественных заболеваний, связанных с УФ-излучением, в некоторой степени подтверждают эффективность программ общественного здравоохранения, направленных на защиту от воздействия солнца, которые, по меньшей мере в кратковременной перспективе, содействовали осведомленности о безопасном нахождении на солнце и отношению к этому.<sup>9</sup> Хотя вполне возможно, что при ношении солнцезащитных очков с УФ-фильтром и/или шляпы риск возникновения заболеваний глаз, индуцированных УФ-излучением, должен снижаться, тем не менее, на данный момент для подтверждения этого накоплена недостаточная доказательная база. Более того, было сделано предположение, что широкое использование солнцезащитных очков в условиях высокого воздействия УФ-излучения может способствовать увеличению повреждения глаз, вызванного УФ-излучением,<sup>10</sup> в результате исключения естественного защитного механизма - сужения зрачков и зажмуривания.<sup>11</sup>

## Дневное и сезонное воздействие УФ-излучения

Известно, что уровни УФ-излучения в южных широтах в целом выше<sup>12,13</sup> летом, а также каждый день в период с 10 утра до 2 дня.<sup>14</sup> Всемирной Организацией Здравоохранения в сотрудничестве с партнерами по всему миру был разработан УФ-индекс, линейная шкала от 0 до 10, в основе которой лежит интенсивность УФ-излучения в стандартизированных условиях (хотя в результате истощения озонового слоя эти значения превышают 10, так как они связаны с УФ-излучением с учетом длины волны). Целью являлось информирование населения о необходимости использования мер защиты кожи при высоком уровне УФ-излучения.<sup>15</sup> В основе индекса лежит кожно-эритемная доза излучения при поступлении большей части УФ-излучения непосредственно сверху. Тем не менее, что касается глаз, в связи с экранирующим действием бровей и век, в глаза поступает меньше прямых лучей.<sup>11</sup> Х. Сасаки и коллеги установили, что УФ-индекс настолько сильно отличался от полученных ими данных определения воздействия на глаза, что они признали этот показатель неприменимым для оценки риска для глаз и сделали предупреждение, что этот индекс может служить причиной ошибочных заключений. Например, при нахождении лицом к солнцу в сентябре в Японии максимальное воздействие на поверхность глаз происходило примерно в 9 утра и в 2-3 дня с бимодальным распределением.<sup>16</sup>

Таким образом, рассеяние и отражение света представляют большую угрозу для глаз, чем прямое воздействие излучения. Кроме того, роговица и хрусталик фокусируют поступающий свет на сетчатку, усиливая направленное действие не менее, чем в 100 раз.<sup>17</sup> Поэтому повреждение внутренних структур глаза могут вызвать дозы УФ-излучения, которые оказывают незначительное влияние на кожу. Использование средств защиты только летом или в полдень недостаточно, так как воздействие УФ-излучения

может происходить в течение всего дня круглый год.

## УФ-излучение и передний отрезок глаза

Заболевания, в патогенезе которых участвует солнечное излучение, называются «офтальмогелиозы». <sup>18</sup> Имеющиеся на сегодняшний день данные свидетельствуют о том, что воздействие УФ-излучения на глаза вызывает только нежелательные эффекты. Существуют убедительные доказательства того, что кратковременное воздействие высоких доз УФ-излучения вызывает фотокератит и фотоконъюнктивит, а длительное воздействие УФ-излучения даже в низких дозах является фактором риска возникновения катаракты (Рисунок 1), птеригиума и плоскоклеточного рака роговицы и конъюнктивы.

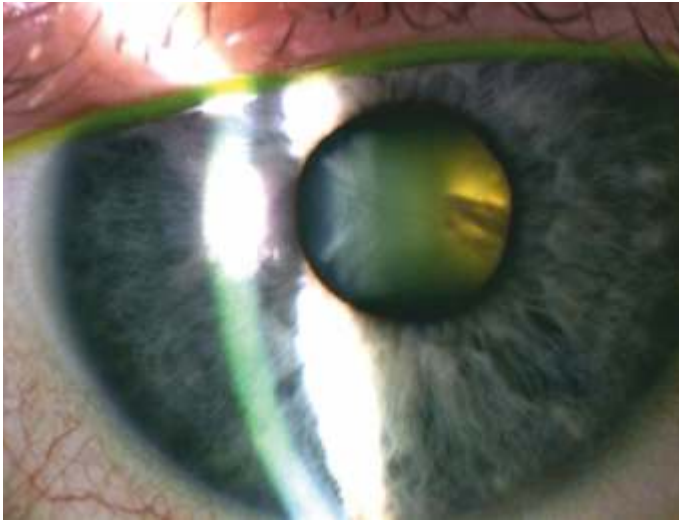


Рисунок 1: Кортикальная катаракта (с разрешения Дэвида Расмона)

На сегодняшний день существует меньше неоспоримых доказательств в отношении других заболеваний, в том числе меланомы глаз и возрастной макулодистрофии (Рисунок 2). Глазные болезни, вызванные воздействием ультрафиолетового излучения, широко распространены (Таблица 1), приводят к инвалидизации и обуславливают значительное бремя болезней во всем мире.

Эффект периферического фокусирования света (Рисунки 3 и 4) объясняет почему птеригиум возникает чаще с назальной стороны, чем с более подверженной воздействию темпоральной стороны конъюнктивы. В

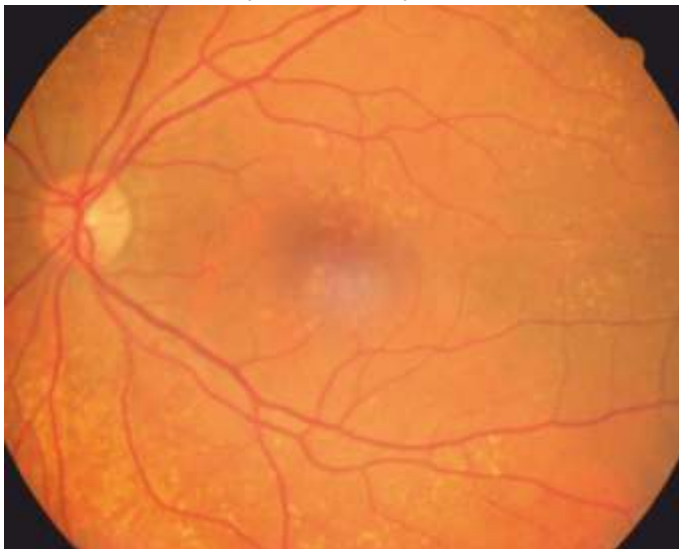


Рисунок 2: Возрастная макулодистрофия (с разрешения профессора Кристины Группевои)

<b>Веки</b>	Морщины
	Солнечные ожоги
	Реакции фотосенсибилизации
	Рубцовый эктропион
	Дерматохалазис
	Предраковые изменения
	Озлокачествление (базально-клеточная карцинома)
	Плоскоклеточный рак
	Первичный приобретенный меланоз
	Меланома
<b>Поверхность глаза</b>	Пингвекула
	Птеригиум
	Климатическая кератопатия
	Актиническая гранулема
	Фотокератит
	Старческая дуга
	Лентовидная кератопатия
	Полиморфизм эндотелия роговицы
	Реактивация герпетического кератита
	Склерит при порфирии
	Сенильные бляшки на склере
	Поздние преходящие помутнения роговицы после фоторефракционной кератэктомии
	Дисплазия и озлокачествление роговицы или конъюнктивы
	Весенний катар
	<b>Хрусталик</b>
Выпячивание передней капсулы хрусталика	
Раннее развитие пресбиопии	
Псевдоэксфолиации на капсуле	
Подвывих при синдроме Марфана	
Дисфотопии при интраокулярной коррекции	
<b>Сосудистая оболочка</b>	Меланома
	Миоз
	Пигментная дисперсия
	Увеит
	Несостоятельность гематоофтальмического барьера
<b>Стекловидное тело</b>	Разжижение стекловидного тела
<b>Сетчатка</b>	Световая макулопатия
	Эритропсия
	Макулодистрофия
	Меланома хороиоидеи
	Снижение зрения с фотострессом при стенозе сонной артерии
	Нарушение циркадного ритма

Таблица 1: Офтальмологические заболевания, в патогенезе которых участвует солнечное излучение.

результате тщательных измерений и отслеживания лучей было установлено, что передний отрезок глаза, как расположенная сбоку линза, фокусирует лучи в передней камере на противоположной части глаза, главным образом в области дистального отдела (носовой части) лимба. Сфокусированные на периферии лучи не блокируются естественными механизмами защиты поверхностных стволовых клеток и повреждают базальные, относительно



Рисунок 3: Эффект периферического фокусирования света

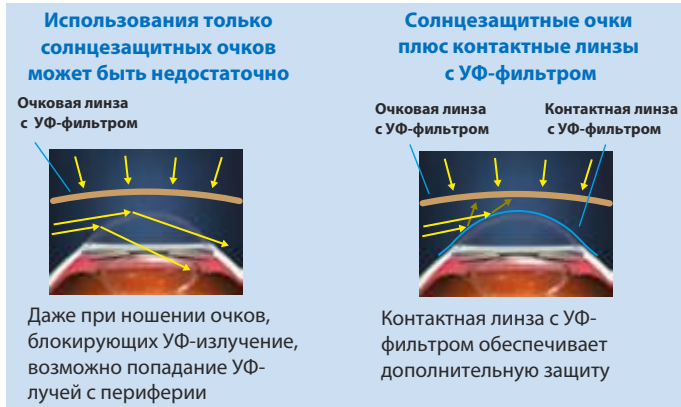


Рисунок 4: Графическая демонстрация эффекта периферического фокусирования света

незащищенные стволовые клетки.<sup>19</sup> Это также объясняет, почему кортикальная катаракта обычно более выражена в нижненосовом отделе хрусталика.<sup>20</sup> Степень фокусирования у лимба частично определяется формой роговицы, глубиной передней камеры и фокусирующей способностью хрусталика, и возможно это объясняет, почему при одинаковых условиях окружающей среды некоторые лица более чувствительны к такому воздействию.

Максимальная интенсивность излучения, попадающего на дистальные отделы лимба, примерно в 20 раз выше интенсивности падающего света, и угол падения этих лучей составляет 104 градуса, в результате чего фокусирование происходит по сложной дугообразной траектории.<sup>21,22</sup>

Благодаря хрусталику и его желтым пигментам, 3-гидроксикинуренину и их гликозидам, на сетчатку попадает относительно небольшое количество УФ-А и УФ-В-излучения. Тем не менее, кратковременное воздействие интенсивного УФ-излучения или длительное воздействие УФ-излучения могут приводить к катаракте, так как уровень обмена белка в клетках волокон хрусталика низкий, и в течение жизни повреждение накапливается.<sup>23</sup> Результаты исследований *in-vitro* и *in-vivo* подтверждают гипотезу о том, что попадание света в глаз является значимым фактором, способствующим образованию катаракты, при этом эффект связан главным образом с фотохимическим образованием активных форм кислорода, в результате чего ткани подвергаются оксидативному стрессу.<sup>24</sup> Сетчатка лиц молодого возраста подвержена особому риску повреждающего действия УФ-излучения, так как в незрелом хрусталике не выработано достаточно желтого пигмента, препятствующего попаданию УФ-лучей на сетчатку.<sup>25,26</sup>

## УФ-излучение и задний отрезок глаза

Хотя хрусталик взрослых людей эффективно препятствует попаданию на сетчатку лучей с длиной волны менее 360 нм, лучи, относящиеся к спектральному диапазону от 360 до примерно 550 нм, попадают на сетчатку и содержат

фотоны, обладающие достаточной энергией, чтобы вызвать фотохимическое повреждение. В зависимости от длины волны и продолжительности воздействия, свет воздействует на ткани по трем общим механизмам: термическому, механическому и фотохимическому. Естественные источники излучения, такие как солнце, излучают фотоны УФ-излучения с относительно большей длиной волны и, как правило, вызывают фотохимическое повреждение, так как энергия не ограничивается слоями сетчатки (такое воздействие привело бы к термическому или механическому повреждению). Фотохимическому повреждению сетчатки предшествуют прямые реакции с вовлечением передачи протонов или электронов и реакции, включающие механизмы образования активных форм кислорода. Часто применяемые лекарственные средства, такие как некоторые антибиотики, нестероидные противовоспалительные средства, психотерапевтические препараты и даже лекарственные средства на растительной основе могут вызывать фотосенсибилизацию, которая способствует повреждению сетчатки под действием УФ-излучения, если они будут приведены в активное состояние под действием УФ-А-излучения или лучами видимого света и попадут на сетчатку в достаточном количестве.<sup>27</sup>

В пигментном эпителии сетчатки и в хориоидее содержится меланин, который поглощает УФ-лучи и защищает сетчатку от индуцированного УФ-излучением повреждения. Тем не менее, с возрастом происходит фотообесцвечивание меланина глаз, и уменьшается эффективность защиты от УФ-излучения, обеспечиваемой меланином.<sup>28</sup> У лиц в возрасте около 50 лет лучи синего света с короткой длиной волны (около 430 нм), представляют дополнительную угрозу фотоокислительных реакций.<sup>29,30</sup> Из липофусцина, который накапливается с возрастом, под действием лучей синего света образуется синглетный кислород, супероксид, и свободные радикалы, которые повреждают пигментный эпителий сетчатки.<sup>31-32</sup> И, наконец, происходит гибель палочек и колбочек, так как они больше не получают питания от пигментного эпителия сетчатки, и предполагается, что это приводит к возрастной макулодистрофии (ВМД). Макулярные пигменты, такие как лютеин и зеаксантин, обеспечивают некоторую защиту от воспалительного и фотоокислительного повреждения, но с возрастом количество этих пигментов уменьшается.<sup>33,34</sup>

Длительное воздействие коротковолнового облучения на моделях у животных приводило к поражению сетчатки, схожему с наблюдаемым у пациентов с ВМД. Эпидемиологические данные о роли воздействия света как причины ВМД на данный момент не позволяют сделать окончательный вывод.<sup>35</sup>

В ряде клинических исследований была установлена связь между воздействием солнечного излучения и ВМД – так, в Бивердамском исследовании, проведенном в США, была установлена связь между продолжительностью проводимого на улице временем и возникновением ВМД,<sup>36</sup> а в двух исследованиях, проведенных в Австралии, была установлена связь между воздействием синего света и коротковолнового излучения с возникновением ВМД.<sup>37-38</sup> Тем не менее, в других исследованиях не была установлена связь между воздействием солнечного излучения и ВМД.<sup>39-42</sup> Исследования для подтверждения, что защита от УФ-

излучения позволяет снизить частоту возникновения макулодистрофии, должны проводиться в течение всей жизни индивидуума, однако, результаты, недавно проведенного ретроспективного анализа данных о защите от УФ-излучения в течение около 5 лет, свидетельствуют о выявлении более высокой оптической плотности макулярного пигмента, который, как было установлено ранее, связан с меньшей частотой возникновения ВМД.<sup>43</sup>

## Защита глаз от УФ-излучения

Существует несколько способов возможной защиты глаз от УФ-излучения. Шляпы и зонтики могут в некоторой степени защищать от воздействия солнечной энергии, поступающей сверху, и уменьшать слепящий свет. Тем не менее, как уже упоминалось, это не позволяет исключить попадание в глаза рассеянного УФ-излучения, а также они не защищают, когда солнце находится ближе к горизонту. В последних трех статьях специального выпуска журнала «Eye Contact Lens» представлены другие варианты защиты от УФ-излучения с помощью очков, солнцезащитных очков и контактных линз.<sup>44-46</sup> Хотя подробное рассмотрение всех поднятых авторами вопросов выходит за рамки данной статьи, существует ряд основных моментов. При оценке защиты, обеспечиваемой солнцезащитными очками, с помощью дозиметрии на манекенах, было установлено, что дизайн оправы имеет первостепенное значение,<sup>47-52</sup> однако это обычно не учитывается при установлении стандартов для солнцезащитных очков.<sup>53,54</sup> Это также применимо и для очковых линз. Тем не менее, в результате уменьшения количества видимых лучей, проходящих через солнцезащитные очки, возможно увеличение размера зрачка и отсутствие зажмуривания, двух защитных механизмов глаза, препятствующих интенсивному воздействию солнечного излучения. Результаты исследований во всех случаях позволяли предположить, что при ношении солнцезащитных очков традиционного дизайна без периферической защиты, глаз подвергается типичному биологически взвешенному воздействию УФ-излучения, составляющему примерно 20% естественного света.<sup>47-52</sup> Это, наряду с описанным ранее эффектом фокусирования периферического света, подтверждает важность использования средств защиты прилегающего (особенно с боков) дизайна. Тем не менее, такие дизайны редко используются в очках или в солнцезащитных очках. Поэтому идеальным решением, возможно, являются мягкие контактные линзы с УФ-фильтром, которые покрывают роговицу, лимб и часть конъюнктивы глазного яблока; линзы 1 класса блокируют по меньшей мере 90% УФ-В и 90% УФ-А-излучения, а линзы 2 класса блокируют по меньшей мере 95% УФ-В и 50% УФ-А-излучения. В сочетании с ношением шляпы и солнцезащитных очков, контактные линзы с УФ-фильтром обеспечивают надежную защиту от всех источников УФ-излучения – прямого, отраженного или преломленного.

В ряде недавно опубликованных научных работ, вышедших после симпозиума CLAO и публикации выпуска «Eye Contact Lens», уделялось особое внимание УФ-блокирующим свойствам современных материалов для контактных линз. Andley и коллеги изучали силикон-гидрогелевые линзы без УФ-фильтра и силикон-гидрогелевые линзы из сенофилкона А (ACUVUE®OASYS®),

относящихся к 1 классу по УФ-блокирующим свойствам<sup>55</sup> и установили, что последние линзы полностью защищали культуры эпителиальных клеток и донорские хрусталики человека in-vitro от повреждения, индуцированного УФ-В-излучением, а первые линзы (без УФ-фильтра) не обладали защитными свойствами.<sup>56</sup> На животной модели in-vivo эти же два вида силикон-гидрогелевых линз сравнивали при воздействии высоких доз УФ-В-излучения в течение 30 минут с состоянием глаз у животных без линз. При облучении глаз, на поверхности которых не было контактных линз, наблюдались субкапсулярное помутнение хрусталика, образование вакуолей в роговице и исчезновение клеток эпителия роговицы, а также отек и образование одиночных разрывов ДНК. С контактными линзами без УФ-фильтра были установлены схожие изменения, вызванные повреждением УФ-излучением, в то время как контактные линзы из сенофилкона А почти полностью защищали глаз от нежелательного воздействия УФ-В излучения.<sup>57</sup>

## Выводы

Исходя из результатов обзора статей специального выпуска журнала «Eye Contact Lens» от 2011 года и более поздних работ, очевидно, что существует тесная связь между повреждением переднего отрезка глаза и воздействием солнечного излучения, а для получения убедительных доказательств наличия прямой связи между возрастными заболеваниями, такими как ВМД, и хроническим воздействием природного УФ-излучения, необходимо проведение дальнейших исследований. Тем не менее, поскольку нет основания считать, что защита глаз с использованием средств блокирующих УФ-излучение могла бы принести вред, разумно предлагать специалистам информировать пациентов о мерах защиты глаз от УФ-излучения, когда это возможно.

Специалисты должны предупреждать пациентов о возможном УФ-повреждении глаз и о способах их защиты с помощью сочетания ношения шляпы, плотно прилегающих широких солнцезащитных очков и контактных линз с УФ-фильтром 1 или 2 класса. Так как УФ-индекс не является надежным индикатором воздействия УФ-излучения на глаза, постоянная и ежедневная защита с помощью контактных линз с УФ-фильтром может даже рассматриваться как повод начать использовать контактную коррекцию зрения для тех людей, которые еще не носят контактные линзы.

## Об авторе

Профессор Джеймс Волффсон занимает должность заместителя декана медико-санитарного факультета Астонского университета. Он опубликовал более 110 работ и читает лекции во многих странах мира.

## Выражение признательности

Данная статья была создана при поддержке образовательного гранта от компании Johnson & Johnson Vision Care, подразделения компании Johnson & Johnson Medical Ltd и впервые была опубликована в приложении к журналу Optician «UV & THE EYE» в июле 2012 года.

## Литературные источники

1. Cullen AP. Ozone Depletion and Solar Ultraviolet Radiation: Ocular effects, a United Nations environment programme perspective. *Eye & Contact Lens* 2011;37: 185–190.
2. Norval M, Lucas R, Cullen AP, et al. The human health effects of ozone depletion and interactions with climate change. *Photochem Photobiol Sci* 2011;10:199–225.
3. Reiter RJ, Tan DX, Fuentes-Broto L. Melatonin: A multitasking molecule. *Prog Brain Res* 2010; 181:127–151.
4. Skene DJ, Arendt J. Human circadian rhythms: Physiological and therapeutic relevance of light and melatonin. *Ann Clin Biochem* 2006;43:344–353.
5. Cancer Council Australia. Slip, Slop, Slap, Seek, and Slide. Available at: <http://www.cancer.org.au/cancersmartlifestyle/SunSmart/Campaignsandevents/SlipSlopSlapSeekSlide.htm>. Accessed March 4, 2012.
6. Lucas RM, McMichael A, Smith W, et al. Solar Ultraviolet Radiation. Global Burden of Disease from Solar Ultraviolet Radiation. Geneva, Switzerland, World Health Organization, 2006.
7. Lucas RM. An epidemiological perspective of ultraviolet exposure public health concerns. *Eye & Contact Lens* 2011;37: 168–175.
8. West SK, Munoz B, Istre J, et al. Mixed lens opacities and subsequent mortality. *Arch Ophthalmol* 2000;118:393–397.
9. Hill D, White V, Marks R, et al. Changes in sunrelated attitudes and behaviours, and reduced sunburn prevalence in a population at high risk of melanoma. *Eur J Cancer Prev* 1993;2:447–456.
10. Tuchinda C, Srivannaboon S, Lim HW. Photoprotection by window glass, automobile glass, and sunglasses. *J Am Acad Dermatol* 2006;54:845–854.
11. Sliney DH. Exposure geometry and spectral environment determine photobiological effects on the human eye. *Photochem Photobiol* 2005;81:483–489.
12. Merriam JC. The concentration of light in the human lens. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1996;94:803–918.
13. Javitt JC, Taylor HR. Cataract and latitude. *Doc Ophthalmol* 1995;88: 307–325.
14. Diffey BL, Larko O. Clinical climatology. *Photodermatol* 1984;1:30–37.
15. World Health Organisation. Global Solar UV Index-A Practical Guide. 2002.
16. Sasaki H, Sakamoto Y, Schnider C, Fujita N, Hatsusaka N, Sliney DH, Sasaki K. UVB Exposure to the Eye Depending on Solar Altitude. *Eye & Contact Lens* 2011;37: 191–195.
17. Glickman RD. Phototoxicity to the retina: Mechanisms of damage. *Int J Toxicol* 2002;21:473–490.
18. Coroneo MT, Muller-Stolzenburg NW, Ho A. Peripheral light focusing by the anterior eye and the ophthalmohelioses. *Ophthalmic Surg* 1991;22:705–711.
19. Podskochy A. Protective role of corneal epithelium against ultraviolet radiation damage. *Acta Ophthalmol Scand* 2004;82:714–717.
20. Abraham AG, Cox C, West S. The differential effect of ultraviolet light exposure on cataract rate across regions of the lens. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2010;51:3919–3923.
21. Coroneo MT, Muller-Stolzenburg NW, Ho A. Peripheral light focusing by the anterior eye and the ophthalmohelioses. *Ophthalmic Surg* 1991;22:705–711.
22. Kwok LS, Daszynski DC, Kuznetsov VA, et al. Peripheral light focusing as a potential mechanism for phakic dysphotopsia and lens phototoxicity. *Ophthalmic Physiol Opt* 2004;24:119–129.
23. Roberts JE. Ultraviolet radiation as a risk factor for cataract and macular degeneration. *Eye & Contact Lens* 2011;37: 246–249.
24. Varma SD, Kovtun S, Hegde KR. Role of ultraviolet irradiation and oxidative stress in cataract formation—medical prevention by nutritional antioxidants and metabolic agonists. *Eye & Contact Lens* 2011;37:233–245.
25. Dillon J, Atherton SJ. Time resolved spectroscopic studies on the intact human lens. *Photochem Photobiol* 1990;51:465–468.
26. Dillon J. Photophysics and photobiology of the eye. *J Photochem Photobiol B Biol* 1991;10:23–40.
27. Glickman RD. Ultraviolet phototoxicity to the retina. *Eye Contact Lens* 2011;37: 196–205.
28. Hu DN, Simon JD, Sarna T. Role of ocular melanin in ophthalmic physiology and pathology. *Photochem Photobiol* 2008;84:639–644.
29. Roberts JE. Ocular phototoxicity. *J Photochem Photobiol B Biol* 2001;64: 136–143.
30. Taylor HR, West S, Munoz B, et al. The long-term effects of visible light on the eye. *Arch Ophthalmol* 1992;110:99–104.
31. Rozanowska M, Jarvis-Evans J, Korytowski W, et al. Blue light-induced reactivity of retinal age pigment. In vitro generation of oxygen-reactive species. *J Biol Chem* 1995;270:18825–18830.
32. Davies S, Elliott MH, Floor E, et al. Photocytotoxicity of lipofuscin in human retinal pigment epithelial cells. *Free Radic Biol Med* 2001;31:256–265.
33. Khachik F, Bernstein PS, Garland DL. Identification of lutein and zeaxanthin oxidation products in human and monkey retinas. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1997;38:1802–1811.
34. Bernstein PS, Zhao DY, Wintch SW, et al. Resonance Raman measurement of macular carotenoids in normal subjects and in age-related macular degeneration patients. *Ophthalmology* 2002;109:1780–1787.
35. Chalam KV, Khetpal V, Rusovici R, Balaiya S. A review: role of ultraviolet radiation in age-related macular degeneration. *Eye & Contact Lens* 2011;37:225–232.
36. Cruichshanks KJ, Klein R, Klein BE, et al. Sunlight and the 5-year incidence of early age-related maculopathy: The Beaver Dam eye study. *Arch Ophthalmol* 2001; 119:246–250.
37. Taylor HR, Munoz B, West S, et al. Visible light and risk of age-related macular degeneration. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1990;88:163–173.
38. Taylor HR, West S, Munoz B, et al. The long-term effects of visible light on the eye. *Arch Ophthalmol* 1992;110:99–104.
39. West SK, Rosenthal FS, Bressler NM, et al. Exposure to sunlight and other risk factors for age related macular degeneration. *Arch Ophthalmol* 1989;107:875–879.
40. Wang JJ, Foran S, Mitchell P. Age-specific prevalence and causes of bilateral and unilateral visual impairment in older Australians: The Blue Mountains Eye study. *Clin Exp Ophthalmol* 2000;28:268–273.
41. Klein R, Klein BE, Knudtson MD, et al. Fifteen-year cumulative incidence of age-related macular degeneration. *Ophthalmology* 2007;114:253–262.
42. Mukesh BN, Dimitrov PN, Leikin S, et al. Five year incidence of age-related maculopathy: Visual impairment project. *Ophthalmology* 2004;111:1176–1182.
43. Wolffsohn J, Eperjesi F, Bartlett H et al. Does Blocking Ultra-Violet Light with Contact Lenses Benefit Eye Health? BCLA Conference, Paper presentation 2012
44. Chandler H. Ultraviolet absorption by contact lenses and the significance on the ocular anterior segment. *Eye & Contact Lens* 2011;37: 259–266.
45. Sliney DH. Intraocular and crystalline lens protection from ultraviolet damage. *Eye & Contact Lens* 2011;37:250–258.
46. Walsh JE, Bergmanson JPG. Does the eye benefit from wearing ultraviolet-blocking contact lenses? *Eye & Contact Lens* 2011;37:267–272.
47. Rosenthal FS, Bakalian AE, Taylor HR. The effect of prescription eyewear on ocular exposure to ultraviolet radiation. *Am J Pub Health* 1986;76:1216–1220.
48. Sasaki K, Sasaki H, Kojima M, et al. Epidemiological studies on UV-related cataract in climatically different countries. *J Epidemiol* 1999;9(Suppl 6): S33–S38.
49. Sasaki H, Kawakami Y, Ono M, et al. Localization of cortical cataract in subjects of diverse races and latitude. *Invest Ophthalmol Vis Res* 2003;44: 4210–4214.
50. Hedblom EE. Snowscape eye protection. *Arch Environ Health* 1961;2:685–704.
51. Sliney DH. Bright light, ultraviolet radiation and sunglasses. *Dispens Opt* 1975;36:7–15.
52. Sliney DH. Eye protective techniques for bright light. *Ophthalmology* 1983;90:937–944.
53. American National Standards Institute (ANSI). American National Standard for Nonprescription Sunglasses and Fashion Eyewear—Requirements. New York, NY, ANSI, Standard Z80.3, 2008.
54. British Standards Institution (BSI). Personal Eye Protection—Sunglasses and Sunglare Filters for General Use and Filters for Direct Observation of the Sun. Chiswick, United Kingdom, BSI. BS EN-1836, 2005.
55. Moore L, Ferreira JT. Ultraviolet (UV) transmittance characteristics of daily disposable and silicone hydrogel contact lenses. *Cont Lens Anterior Eye* 2006;29:115–122.
56. Andley UP, Malome JP, Townsend RR. Inhibition of lens photodamage by UV-absorbing contact lenses. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52:8330–8341.
57. Giblin FJ, Lin L-R, Leverenz VR, Dang L. A class I (Senofilcon A) soft contact lens presents UVB-induced ocular effects, including cataract, in the rabbit in vivo. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011;52:3667–3775.