

Повреждающее действие ультрафиолетового и видимого света на глаза

П.Р.Ньюсэм, М.Л.Ромеу, М.Сегьюти, С.Стенсон, В.Джассейн (Transitions Optical)

Природа ультрафиолетового света

Видимый свет составляет ту часть спектра электромагнитного излучения, которая воспринимается нашим зрением (рис.1.). Он занимает довольно узкий диапазон полного спектра. По одну сторону от него находятся коротковолновое излучение (ультрафиолетовое, УФ-излучение), по другую — длинноволновое (инфракрасное) излучение. Все излучения вне видимого диапазона не воспринимаются человеческим глазом.

Для зрения и здоровья глаз наиболее важными участками всего спектра электромагнитных излучений являются диапазоны видимого света и УФ-излучения. Главным источником УФ-излучений является Солнце, хотя имеются и другие источники в окружающей среде (например, дуга электросварки, кабины для загара, некоторые лампы искусственного света). Менее 10% всей энергии, испускаемой Солнцем, приходится на УФ-излучение. Большая часть этого УФ-излучения либо поглощается, либо рассеивается назад в космическое пространство атмосферой Земли, так что очень малая его часть достигает поверхности Земли. Однако даже это малое количество УФ-излучения представляет угрозу для окружающей среды и здоровья, как в ближайший, так и в отдаленный периоды времени. Риск повреждающего действия УФ-излучения на глаза может быть особенно велик.

Согласно Американскому институту национальных стандартов (ANSI) и Международной организации по стандартизации (ISO) УФ-диапазон спектра электромагнитных излучений включает излучения с длиной волны от 100 до 380 нм. Он подразделяется на 4 поддиапазона:

- УФ-V (100-190 нм): практически не проникает в биосферу
- УФ-C (190-280 нм): незначительно проникает в биосферу, большая часть радиации поглощается или рассеивается кислородом, азотом и озоном атмосферы
- УФ-B (280-315 нм): проникает в биосферу в большей степени; количество радиации, достигающей поверхности Земли, зависит от концентрации озона
- УФ-A (315-380 нм): наибольшее проникновение в биосферу; очень слабо зависит от концентрации озона.

При прохождении солнечной радиации через атмосферу большая часть УФ-V и УФ-C излучений и примерно 90% УФ-B излучения поглощаются озоном, парами воды, кислородом и двуокисью углерода. Из всех диапазонов УФ-излуче-

P.R. Newsome, M.L. Romeu, M. Seguiti, S. Stenson, W. Yassein. The effects of ultraviolet and visible light on the eye. This article reviews the characteristics of ultraviolet radiation (UVR), proposed mechanisms for UVR-induced damage to ocular tissues, and suggestions on how UVR can be effectively filtered both inside and outside the eye. Common ocular diseases in which UVR has been implicated include cataract, pterygium, macular degeneration, photokeratitis, pinguecula, and tumors of the eyelid. The most obvious and effective way to protect skin and eyes from UVR is by limiting exposure.

ния атмосфера оказывает наименьшее воздействие на УФ-A излучение. УФ-излучение, достигающее поверхности Земли, состоит в основном из УФ-A излучения и небольшого количества УФ-B. Уровни этих излучений зависят от высоты положения Солнца над горизонтом, географической широты, высоты над уровнем моря, облачности, концентрации озона и отражающей способности поверхности. [1]

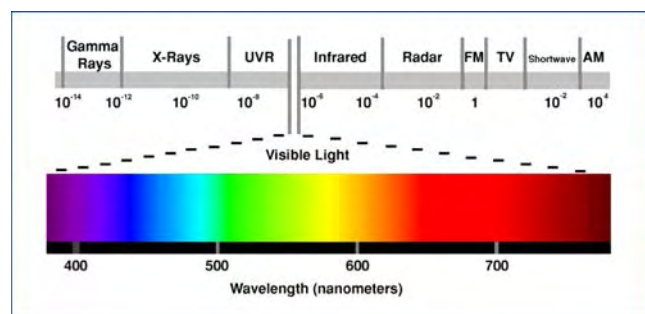


Рис.1. Спектр электромагнитных излучений

Как УФ-излучение вызывает повреждения Повреждение на молекулярном уровне

УФ-излучение может быть высокотоксичным для клеток; в диапазоне средних длин волн максимальной эффективностью в отношении гибели клеток обладают излучение с длиной волны около 260 нм. Нуклеиновые кислоты клеток сильно поглощают излучения в этой области. Эти длины волн, излучаемые электродуговыми лампам с парами ртути, ксенона или водорода, высоко эффективны при анти-

бактериальной очистке воздуха. Поскольку проникновение видимого света и УФ-излучения в ткани тела минимально, то они их поверхностное действие на кожу и глаза исключительно важно.

Механизмы повреждающего действия УФ-излучения включает молекулярную дефрагментацию и образование свободных радикалов. [2] Молекулярная дефрагментация происходит в белках, ферментах и нуклеиновых кислотах, двойные связи которых возбуждаются под действием УФ-облучения. С увеличением интенсивности УФ-излучения эффект возрастает; в итоге двойные связи разрываются, и молекулы белка повреждаются. Вновь образовавшиеся молекулы могут вызвать воспаление, трансформацию неопластических клеток или воздействовать на иммунную систему.

Индукцированное светом повреждение тканей путем образования свободных радикалов включает 3 компонента: поглощающую свет молекулу, кислород и коротковолновое УФ-излучение. Образование свободных радикалов происходит в пигментированных молекулах, которые поглощают свет и УФ-излучение определенной длины волны. Эта фотоабсорбция, в конечном счете, повышает энергетический уровень, и состояние молекулы становится нестабильным. Молекула испускает электрон, который может соединиться с кислородом и образовать молекулу с избыточным количеством электронов, называемую свободным радикалом. Свободные радикалы могут разрушать клеточные мембраны, мембраны митохондрий и нуклеиновые кислоты, и вызывать повреждения ткани.

Повреждение на тканевом уровне

Так как проникновение УФ-излучения ограничено поверхностными тканями тела, то кожа и глаза в первую очередь подвержены риску повреждений, индуцированных УФ-излучением. Эти повреждения могут происходить как в ближайший, так и в отдаленный период времени; первые зависят от интенсивности острого облучения, а вторые — от комбинации длительности облучения и суммарной дозы УФ-облучения, накопленной за время всего УФ-воздействия. Эффекты УФ-облучения кожи широко известны и интенсивно изучаются.

Вероятно, наиболее распространенным эффектом воздействия УФ-излучения на кожу является простой солнечный ожог. Нежная кожа век особенно чувствительная к вредному воздействию УФ-излучения. Особенно, когда нет адекватной защиты этой области тела от солнечных лучей. Солнечный ожог вызывается острым интенсивным облучением УФ-излучением незащищенных частей тела. Солнечный ожог может быть вызван как УФ-А, так и УФ-В излучениями; УФ-В в большей степени приводит к ожогу и раньше вызывает характерные изменения кожи (в пределах 24 часов против 72 часов для УФ-А). Сначала происходит насыщение поверхностных кровеносных сосудов кожи, вызывающее локальное покраснение и отек. Поврежденная кожа начинает причинять боль и приобретает повышенную чувствительность к прикосновениям. При более сильном повреждении могут образовываться волдыри с неравномерным слущиванием клеток на поврежденных участках кожи. В процессе восстановления эпидермальные клетки пролиферируют, выделяется меланин (создавая тем самым загар) и происходит утолщение

кожи. Со временем цвет кожи и ее состояние возвращаются в норму, но многократно повторяющийся загар может привести к кумулятивному повреждению в отдаленный период. Наиболее важными эффектами при этом являются фотостарение и рак кожи. Связь между УФ-облучением и злокачественными кожными новообразованиями впервые была описана в 1928 г. [3] Полагают, что механизм связан с мутагенной активностью УФ-излучения, но точного объяснения роли УФ-излучения в индуцировании рака кожи до сих пор нет. Считают, что немеланомный рак кожи связан с кумулятивным УФ-В облучением, в то время как меланома ассоциируется с более острым интенсивным воздействием УФ-радиации. Фотостарение (образование морщин и утолщение кожи) обычно связывают с УФ-А облучением, так как оно более глубоко проникает в дерму и подкожные слои. (УФ-В излучение не проникает намного глубже эпидермы.)

УФ-излучение и повреждение тканей глаза

Как и для других тканей, особенно кожи, для тканей глаза имеется 2 механизма УФ-повреждений: дефрагментация молекул и образование свободных радикалов. [2] Специфические изменения, наблюдаемые при остром интенсивном воздействии, отличаются от повреждений, вызванных пролонгированным облучением.

Солнечное излучение, особенно в верхнем диапазоне УФ-излучений (280-380 нм) и видимой части спектра (380-780 нм), может вызывать разные вредные для глаз эффекты. Глазное яблоко расположено в орбите и защищено ее костями, бровями, веками и ресницами. Яркий свет вызывает прищуривание и сужение зрачка, что приводит к уменьшению количества попадающего в глаз света. Однако эффективность этого естественного защитного механизма в отношении УФ-излучений недостаточна и может быть сильно ограничена при интенсивном прямом свете или в условиях отражения света от песка, воды или снега.

Острое интенсивное УФ-облучение без защиты вызывает фотокератит, вид ожога роговицы. Снежная слепота является одной из его форм, также как и повреждение роговицы, наблюдаемое после незащищенного применения кабин для загара. Другим примером острой патологии глаза, связанной с УФ-облучением, является солнечная ретинопатия, наиболее часто ассоциируемая с прямым, без какой-либо защиты, наблюдением солнечных затмений.

Хроническое воздействие УФ-излучения может быть причастно к таким представляющим угрозу для глаз патологиям, как птеригий, катаракта и возрастная дегенерация макулы (ARMD). Большая часть УФ-В излучения поглощается роговицей. УФ-А излучение в основном поглощается хрусталиком, но может проникать и глубже в глаз, потенциально угрожая повреждением сетчатки. Хотя только небольшие количества УФ-А и УФ-В излучений проникают внутрь глаза, но они являются клинически значимыми из-за высокой чувствительности тканей глаза к повреждающему действию УФ-излучений. [4]

Чувствительность к образованию УФ-повреждений

Хотя воздействие УФ-излучения представляет угрозу для всех, некоторые люди к нему более чувствительны. Дети, пожилые люди, люди со слабой пигментацией или кареглазые, с

афакией, с некоторыми типами псевдоафакии, а также те, кто принимает препараты, повышающие светочувствительность — относятся к группе повышенного риска. [2]

• *Дети.* Поскольку хрусталик детей до 10-ти летнего возраста особенно прозрачен, то он не является эффективным защитным фильтром для УФ-излучения, что делает сетчатку более подверженной вредному воздействию УФ-радиации. [4] Чувствительность детей к УФ-облучению возрастает еще значительно из-за того, что дети по сравнению со взрослыми гораздо больше времени проводят на открытом воздухе. Считают, что 80% накопленной за все время жизни дозы УФ-облучения люди получают в возрасте до 18 лет. [5] Более того, хотя большинство корректирующих очков обеспечивают определенную защиту от УФ-излучения, мало детей этого возраста носят корректирующие очки и еще меньше носят корректирующие солнцезащитные очки. По оценкам, 16% детей до 18 лет носят корректирующие очки, и только у 11% есть корректирующие солнцезащитные очки. Поскольку более 75% УФ-излучения проникает через детский хрусталик, достигая сетчатки, то ношение линз со 100% защитой от УФ-А и УФ-В излучений становится исключительно важным для детей. [5]

Маленькие дети почти полностью зависят от родителей и других взрослых, надзирающих за их поведением на улице и за их защитой от УФ-облучения, и хотя необходимость защиты кожи для этой возрастной группы хорошо осознается взрослыми, удивляет незнание необходимости одновременной защиты от УФ-излучения глаз детей. Более того, дети обычно ведут активный образ жизни на улице, часто без непосредственного присмотра со стороны родителей, поэтому нет легкого способа обеспечить детей надежной защитой от УФ-облучения в течение большей части времени. Чтобы обеспечить повышение общего уровня осведомленности населения об опасности УФ-облучения, Американская ассоциация здравоохранения рекомендовала Министерству здоровья и профессиональной безопасности включить информацию о вредном воздействии УФ-радиации как в частные, так и правительственные программы по здоровью и программы предупреждения заболеваний. [6] Эти организации также поощряют усилия других организаций, например, Американской медицинской ассоциации, объединений других специалистов в сфере здоровья по просвещению населения в вопросах необходимости уменьшения вредного воздействия УФ-радиации на здоровье и принятия необходимых мер по защите детей от УФ-излучения.

• *Пожилые люди.* Повреждение тканей под действием света, в конечном счете, зависит от ряда фотохимических реакций. С возрастом концентрация некоторых молекул-протекторов, которые отфильтровывают опасные длины волн, уменьшается. В самом деле, развитие ARMD и катаракты может быть связано с комбинированным действием накопленной дозы УФ-облучения и уменьшения числа молекул-протекторов.

• *Пигментация.* В зависимости от реакции на солнечное облучение различают 6 различных типов кожи: от I (светлый цвет кожи, голубые глаза, веснушки, на солнце сильно обгорает, загар очень слабый или вовсе не образуется) до VI (черная кожа, никогда не обгорает, сильный загар) (Табл.1). [7] Были предприняты попытки разработать аналогичную

классификацию типов глаз и чувствительности к солнечному облучению на основе цвета радужки. У людей с голубыми глазами значительно более высокая частота ARMD, чем у кареглазых пациентов. [8] Было высказано предположение, что отсутствие пигментации радужки уменьшает степень защиты от УФ-излучения. Однако темная пигментация и/или карий цвет глаз не обеспечивают в полной мере защиту от солнечного излучения. Люди с карими глазами, по-видимому, более склонны к катаракте [9, 10], а голубоглазые к ARMD [8], хотя в других исследованиях удалось только продемонстрировать связь между светлой кожей и географической атрофией (разновидностью ARMD), а не между цветом радужки и этой патологией. [11] У людей, живущих в тропиках, была также обнаружена высокая частота заболеваемости птеригием для карих глаз.

• *Афакия и псевдоафакия.* Хрусталик человека может быть эффективным фильтром УФ-излучения, начиная со взрослого возраста. До 10 лет нормальный хрусталик пропускает более 75% падающего на него УФ-излучения, в то время как после 30 лет — только 10%. [5] У пожилых людей с катарактой (особенно с ядерно склеротической катарактой, которая вызывает интенсивное пожелтение хрусталика), вызывающей проблемы со зрением из-за уменьшения светопропускания через помутневший хрусталик, катаракта сама может выполнять защитную функцию для сетчатки. Когда катаракту удаляют хирургическим путем, эта защита пропадает, и чувствительность сетчатки к УФ-излучению увеличивается, если не был имплантирован искусственный хрусталик (ИОЛ) с УФ-защитой или не были предписаны защитные очки для постоперационного ношения. Предполагают, что даже сама операция на глазе — удаление катаракты или другая интраокулярная операция — может повысить риск поражения сетчатки, если во время операции не были приняты специальные меры, чтобы защитить сетчатку от интенсивного освещения, используемого во время процедуры.

В большинстве операций по удалению катаракты, проведенных в последние десятилетия, имплантирование ИОЛ стало интегральной частью хирургической процедуры. Для имплантантов хрусталика использовались разные материалы, но только недавно стандартом стали ИОЛ с УФ-защитой. В журнале *Ophthalmology* было опубликовано исследование эффективности защиты от УФ-излучения разных ИОЛ. Показано, что практически все исследованные хрусталики с УФ-защитой были эффективны в отношении УФ-В (280–320 нм) и УФ-С (200–280 нм). Однако некоторые ИОЛ из силикона, полиметилметакрилата и акрила неспособны поглощать УФ-А излучение (315–380 нм), оставляя сетчатку без защиты перед этими потенциально опасными длинами волн. [12]

• *Препараты, повышающие светочувствительность.* Повышающие светочувствительность агенты — это химические соединения, молекулы которых содержат множественные кольцевые структуры с переменными двойными связями, способными поглощать УФ-излучение и коротковолновый свет видимого света. В результате этого процесса образуются свободные радикалы, которые могут повредить ткани. Когда эти соединения накапливаются в хрусталике или на сетчатке, то их ткани становятся более восприимчивыми к повреждению. Список широко распространенных препаратов, повышающих светочувствительность, входят: оральные контра-

Таблица 1. Типы кожи в зависимости от реакции на солнце

Тип кожи	Солнечные ожоги	Загар после пребывания на солнце
I (мелано-дефицитный)	Всегда	Редко
II	Обычно	Иногда
III (мелано-компетентный)	Иногда	Обычно
IV	Редко	Всегда
V (мелано-протективный)	Коричневый от природы цвет	
VI	Черный от природы цвет	

цептивы, фенотиазины, 8-метоксипсорален, аллупуринол, тетрациклины, а также гематопорфирины, используемые в фототерапии.

Хроническое УФ-облучение и глаз

При хроническом УФ-облучении важна суммарная доза. Глаз может сам регулировать пропускание УФ-излучения. [13] Это особенно верно для хрусталика глаза человека, который играет основную роль в защите от света и не позволяет всему свету достигать сетчатки. Эта способность хрусталика ограничивать пропускание УФ-излучения очень важна, так как сетчатка более чувствительна к повреждающему действию УФ-излучения, чем видимого света. [13] Защитная способность хрусталика достигается путем установления низких уровней кислорода, при которых снижается фотоокислительная и окислительная активность, путем рассеивания энергии поглощенного света посредством неструктурных механизмов. Поглощение света 3-гидроксикинурином (3-НKG), метаболита триптофана, препятствует проникновению УФ-излучения до сетчатки. С возрастом количество 3-НKG уменьшается; однако, защитное действие хрусталика возрастает. В исследовании, проведенном Gaillard с коллегами [13], показано, что это является результатом фотохимических изменений, а не просто следствием процесса старения. Имеются предварительные данные, свидетельствующие, что курение сигарет влияет на естественную способность хрусталика пропускать УФ-излучение. [14] Это может помочь объяснить повышенную частоту катаракты у курильщиков.

Как происходит защита от УФ-излучения

Ультрафиолетовые лучи только частично ослабляются атмосферой, часть их достигает поверхности Земли и может вызвать повреждение глаз. Кроме поглощения УФ-излучения озоновым слоем атмосферы, различные структуры глаза, включая роговицу, хрусталик и стекловидное тело, также защищают от УФ-излучения и видимого света, пропуская к сетчатке лишь незначительное количество.

Защита глаз от УФ-излучения

Брови, кости орбиты, веки и ресницы являются внешними барьерами глаза, защищающие его от попадания УФ-излучения. Когда УФ-лучи уже достигли глаза, дополнительные барьеры создаются структурами самого глазного яблока с главной целью защитить сетчатку. [15] Различные структуры переднего и заднего отрезков глаза пропускают различное количество света в зависимости от длины волны.

Обычно больше света пропускается при увеличении длины волны от УФ-излучения до видимого света, и далее до инфракрасного излучения, в то время как поглощение света глазом обратно пропорционально длине волны.

На глаз воздействует как прямой, так и рассеянный солнечный свет. Рассеянный свет потенциально даже больше опасен, чем прямой, так как он попадает в глаз с различных направлений и не блокируется защитными механизмами, которые препятствуют попаданию в глаз только прямых солнечных лучей. Кроме того, рассеянный свет содержит более короткие волны, которые обладают более высокой повреждающей способностью. [16] Из-за относительно более высокой проникающей способности рассеянного солнечного УФ-излучения полагают, что от 1/6 до половины рассеянного УФ-излучения попадает в глаз, несмотря на защитные механизмы глаза. [16] Исследования на модельных животных показали, что максимально допустимая доза для 300 нм приблизительно равна 2,2 кДж/м² [17]. Эту оценку можно использовать при разработке защитных линз и других приспособлений для защиты глаз от УФ-излучений.

Защита от УФ-излучений вне глаза

Хотя имеются и искусственные источники УФ-излучений, основной вклад дает Солнце. Солнечный свет сначала поглощается озоновым слоем. [2] Начавшееся в прошлом веке истощение озонового защитного слоя, связанное с загрязнением окружающей среды, создало кризисную ситуацию для здоровья. Уменьшение озона на каждый 1% приводит к увеличению примерно на 1% достигающего поверхности Земли УФ-излучения [2], причем УФ-В излучение (280-315 нм) составляет большую его часть, а УФ-А (315-380 нм) – меньшую. [18] С понимаем роли УФ-излучения в повреждении тканей, особенно кожи и глаза, потенциальная опасность продолжающегося истощения озонового слоя вызывает тревогу (рис.2). [5]

Патологии глаза, связанные с УФ-излучением

Катаракта

Формально любая потеря нормальной прозрачности хрусталика, ограничивающая прохождение света, может рассматриваться как катаракта. Согласно этому определению катаракту можно считать естественным возрастным изменением; у большинства людей старше 60 лет выявлена та или иная форма катаракты. Если это строгое определение катаракты изменить, добавив любую потерю нормальной прозрачности, которая негативно влияет на зрение или зритель-

ную функцию, то тогда возможна более реалистическая оценка частоты *ухудшающих зрение* катаракт. Предложено несколько методов классификации катаракт. Обычно, эти методы стремятся либо количественно оценить степень помутнения хрусталика, либо установить корреляцию с конечными зрительными симптомами. Одной из распространенных систем классификации является Lens Opacities Classification Systems (LOSS II), в которой используются различные 4 характеристики катаракты, градуированные по отношению к их значениям в норме. [19]

Катаракта является главной причиной слепоты в мире. [20] В нормальном глазу свет проходит через хрусталик, чтобы сфокусироваться на сетчатке. Хрусталик состоит, в основном, из воды и белка. Белок структурирован таким образом, чтобы обеспечить свободное прохождение света через хрусталик для фокусирования его на сетчатке. Когда белок денатурирует, в хрусталике образуются области помутнения, которые препятствуют попаданию света на сетчатку [21] (рис.3).

Различные факторы могут повлиять на белок хрусталика и метаболизм в течение жизни. Один из них — естественное старение. Другие факторы могут ускорять процессы старения и ускорять помутнение хрусталика. [22].

Катаракту можно классифицировать по площади помутневшей поверхности хрусталика. Среди распространенных типов катаракты описаны следующие:

- **Ядерная.** Характеризуется прогрессирующим помутнением или пожелтением ядра хрусталика, часто вызывающим снижение зрения, как из-за уменьшения прозрачности хрусталика, так и из-за развития миопии, и в результате превращающимся в коричневую или красноватую катаракту.
- **Кортикальная.** Характеризуется образованием помутнений, напоминающих морозные узоры на окне или лучистые фигуры, в передней и задней кортикальных зонах хрусталика; часто связана с нарушением зрения и иногда с монокулярной диплопией.
- **Задняя субкапсулярная.** Характеризуется напоминающим по виду медовые соты помутнением на или около задней капсулы хрусталика. Когда она развивается на линии зрачка, то происходит искажение зрения с заметным снижением остроты зрения в условиях, когда зрачок сужен, например, при чтении или на ярком свете.

У большинства людей, как правило, наблюдают комбинированные типы катаракты.

Частота встречаемости катаракты

Ежегодно в США диагностируется от 300000 до 400000 катаракт, ухудшающих зрение. Операции по поводу удаления катаракты являются самым распространенным видом операций в этой стране. [23] В исследовании Framingham Eye Study распространенность возрастных изменений хрусталика составила 42% для возрастной группы от 52 до 64 лет. [24] Эта цифра возрастает до 91% в группе от 75 до 85 лет. Полностью сформировавшаяся катаракта наблюдалась в 4% в первой группе и в 50% во второй. [24] Исследование глаз, проведенное в рамках «Обследования здоровья нации и проверки продуктов питания» (NHANES), показало, что приблизительно 60% населения в возрасте от 65 до 74 лет имеет обнаруживаемые помутнения хрусталика, а у 28% в этой воз-

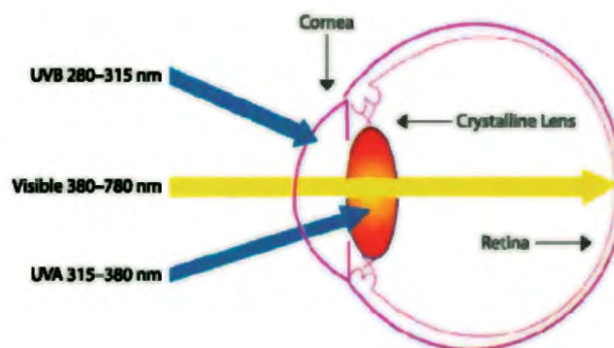


Рис.2. УФ-излучение и ткани глаза

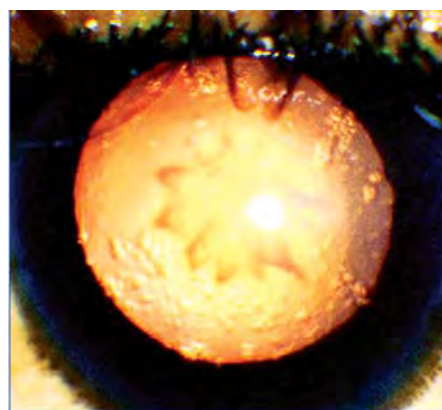


Рис.3. Катаракта при ретроосвещении

растной группе были выявлены помутнения, которые значительно ухудшали зрение. [24]

Данные, собранные во время повторного обследования участников первичного исследования Framingham Eye Study, показали, что непрозрачность хрусталика через 13,6 лет была выявлена у 50% пациентов, не имеющих ее при первичном обследовании, и чей возраст тогда составлял 55-59 лет. Эта оценка увеличилась до более чем 80% для возрастной группы от 70 до 74 лет в момент первичного обследования. Связь катаракты с увеличением возраста здесь очевидна.

Эпидемиологи и факторы риска

Поскольку катаракта, по крайней мере, в определенной степени является возрастным изменением, то неудивительно обнаружить, что риск развития катаракты увеличивается с возрастом. [25, 26] В исследовании [27] показано, что выход катаракты на одном или двух глазах составил 42% в возрасте 60-69 лет, и он возрстал до 55,7% для людей в возрасте 70-79 лет. В другой работе [28] сообщается о наблюдении катаракты на одном или двух глазах у 41,6% людей в возрасте 76-85 года и у 65,2% в возрасте старше 85 лет. Катаракта обычно бывает на обоих глазах, но не редко катаракта выражена более интенсивно на одном глазу, чем на другом, или она прогрессирует быстрее на одном глазу. [29]

В разных исследованиях были установлены возможные факторы риска для развития возрастной катаракты. [25] Результаты исследования Framingham Eye Study [25] свиде-

тельствуют, что риск образования старческой катаракты может увеличиваться при наличии следующих факторов:

- Повышенного содержания сахара в крови
- Высокого артериального давления (АД)
- Повышенного уровня сывороточных фосфолипидов
- Факторов, обычно связываемых с физиологическим старением
- Других факторов, не имеющих очевидной связи.

Зависимость от этих факторов, однако, имеет эпидемиологический характер и не предполагает прямой причинной связи.

Данные, полученные в NHANES, были изучены с целью выявления статистически достоверных зависимостей между возрастной катарактой и различными факторами. [25, 26] В исследованной группе из 2225 человек катаракта была у 413 (18,6%). Установлена статистически значимая связь катаракты с возрастом, расой, образованием, диабетом, систолическим АД, УФ-воздействием и образом жизни (городская - сельская жизнь), но не с полом. Дополнительный анализ показал, что повышенный риск катаракты у жителей сельской местности может быть следствием более повышенного воздействия УФ-излучения. [26]

В недавнем исследовании [20] были оценены различные эпидемиологические факторы в катарактогенезе: образование, пол, курение, алкоголь, АД, УФ-воздействие, диабет, диарея, особенности питания, профессиональная деятельность, медицинские препараты и окружающая среда. Важнейшие из обнаруженных зависимостей суммированы в табл.2.

Сообщения о более высокой частоте обнаружения катаракты в тропиках по сравнению с не тропиками трудно интерпретировать из-за того, что исследования проводились по-разному. Однако частота образования катаракты в штате Пенджаб (Индия) была почти в 3 раза, чем уровни, полученные в исследовании Framingham Eye Study. [24]

С точки зрения эпидемиологии интересно, что ни в одном из исследований, в которых была выявлена связь катаракты с географическим положением, не оценивали возможное

влияние индивидуальной дозы облучения глаз и других факторов риска (например, диеты, здоровья, генетической предрасположенности). Было бы неправильно делать глобальные выводы на основе данных, полученные для групп населения, которые работают и отдыхают в основном вне помещения или которые широко используют средства защиты от облучения, например, солнцезащитные очки и шляпы. В последующих исследованиях, в которых были предприняты попытки разработать более детальные модели воздействия солнечного света на глаз, повышенный риск кортикальной катаракты был связан с более высокой индивидуальной дозой УФ-облучения. [26] И наоборот, обнаружено уменьшение риска катаракты при использовании защиты от УФ-излучения с помощью цветных линз, солнцезащитных очков, которые блокируют УФ-излучение, или шляп.

Хотя современные операции по удалению катаракты проводятся с высокой вероятностью успеха, и, как правило, с полной и быстрой реабилитацией зрения после операции, остается фактом, что с клинической точки зрения наилучшим подходом к решению проблемы катаракты является ее предупреждение. Из всех факторов, вовлеченных в катарактогенез, УФ-воздействие является наиболее очевидным. Ограничение УФ-облучения, особенно в детские наиболее уязвимые годы жизни, когда УФ-облучение максимально и риск наивысший, — это лучший способ предупреждения катаракты. Однако предупреждение будет эффективным только тогда, когда пациенты знают о возможных рисках и имеются способы защитить их. Лучше всего, чтобы специалисты, занимающиеся проблемами здравоохранения, обеспечили, чтобы все пациенты знали о потенциальной опасности УФ-облучения и как им самим защититься от него. Имеется много путей для доведения до людей этой информации; однако наибольший эффект будет, если эта информация придет прямо от доктора к пациенту.

Эффективное предохранение зрения не означает, что пациент должен избегать света и жить в темноте. Блокирующие УФ-излучение очки обеспечивают прекрасную защиту глаз и область вокруг глаза. Важно однако осознавать, что не все солнцезащитные очки одинаково эффективны в отноше-

Таблица 2. Факторы риска катаракты [20, 25]

Фактор	Данные
УФ-облучение	Установлено, что является одним из важнейших независимых факторов образования катаракты
Пол	Незначительно повышенный риск у женщин, особенно кортикальной катаракты
Курение	Повышенный риск помутнения хрусталика у курильщиков (возможно, связан с ослаблением из-за курения антиоксидантных защитных механизмов)
Алкоголь	В нескольких исследованиях установлена связь катаракты с употреблением алкоголя. Однако механизм влияния алкоголя на катаракту не ясен)
АД/Гипертония	Связь между катарактой и АД признается, но не доказано, что АД является независимым фактором.
Диабет	Врожденный: важный фактор развития диабета
	Приобретенный во взрослом возрасте диабет: сам возраст может играть роль главного фактора
Слабая осведомленность	Важным фактором является низкая неосведомленность о возможных рисках. Эту проблему можно эффективно решить путем повышения информированности населения

нии защиты от УФ-излучения. Для оптимальной защиты от УФ-излучения следует применять линзы, которые отвечают международным стандартам, обеспечивающим 100% защиту как от УФ-А, так и У от Ф-В излучений. [30]

Птеригий

Птеригий – это хроническое воспаление поверхности глаза, характеризуемое инвазией и разрастанием лимба и периферической роговицы в результате утолщения и васкуляризации ткани, начинающихся от границы с конъюнктивой. Этот процесс имеет две стадии, которые включают хроническое воспаление, деление клеток, перерождение соединительной ткани и ангиогенез, с образованием новых кровеносных сосудов (рис.4). [31] Птеригий можно рассматривать как репрезентативный индикатор УФ-облучения. Птеригий наиболее часто можно наблюдать на назальной стороне лимба. (Темпоральный птеригий также имеет место, но почти всегда вместе с назальным и он выражен слабее.) Интересный механизм был предложен для объяснения неодинаковой частоты распределения птеригия, основанный на том, что периферический свет, направленный к темпоральной части лимба отражается наружной поверхностью глаза, что приводит к 20-кратному увеличению интенсивности света, фокусирующемуся в назальной части лимба. Интенсивность этой фокусировки зависит от формы роговицы и глубины наружной камеры глаза. [31] Имеется строгое эпидемиологическое доказательство связи дозы УФ-облучения и видимого света с развитием птеригия. Например, у туземцев бассейна верхней Амазонки, где высокий уровень УФ-облучения, птеригий намного чаще распространен среди обитателей прибрежной полосы, чем у лесных жителей. [31]

С точки зрения патофизиологии птеригий характеризуется эластоидной дегенерацией глубокой ткани конъюнктивы с фиброваскулярной пролиферацией и вращением эпителия конъюнктивы в лимб и роговицу. Гистопатология аномального коллагена в области дегенерации выявляет базофилию при прокрашивании гематоксилин-эозином (рис.5). Эта ткань также окрашивается красителями эластичных тканей, но не является настоящей эластичной тканью. [32]

Этиология и патогенез

Факторы риска птеригия включают [32]:

- Повышенные дозы УФ-облучения, особенно в субтропическом и тропическом климате

- Профессии, связанные с длительным пребыванием вне помещений (например, фермеры, рыбаки, строительные рабочие).

По-видимому, в некоторых семьях имеется генетическая предрасположенность к развитию птеригия. Мужчины подвержены чаще, чем женщины, хотя это может быть связано с большей дозой УФ-облучения мужчин.

Дегенерация макулы

Дегенерация макулы, как и катаракта, может частично рассматриваться, как еще одно проявление нормального процесса старения в глазу. Во многих отношениях она относится к категории заболеваний с патологией, степень которой может изменяться от незаметных изменений в нормально выглядящей макуле, вызывающих незначительное ухудшение зрения, до сильных процессов кровоизлияния, сопровождающихся рубцеванием и нарушением элементов сетчатки, приводящих к функциональной слепоте.

Возрастная дегенерация макулы (рис.6) [5] в стадии, ухудшающей зрение, была обнаружена приблизительно у 25% людей в возрасте 80 лет и старше. [33] В большом эпидемиологическом обследовании в США общий выход старческой дегенерации макулы (ARMD) составил 9%; 2% у более молодой группы (52-64 года) и 28% у старшей группы (от 75 до 85 лет). [34] При ожидаемом общем увеличении продолжительности жизни ARMD становится главной проблемой здравоохранения. Имеется 2 главных типа ARMD:

- Сухая (атрофическая или неэкссудативная): Старческие бляшки на макуле являются основным признаком этого типа дегенерации сетчатки. Другим важным клиническим признаком является нерегулярность пигментации макулы и атрофия пигментного эпителия сетчатки (RPE). Старческие бляшки обычно появляются у людей старше 50 лет, хотя могут наблюдаться и у более молодых пациентов с наследственной дистрофией центральной сетчатки. Некоторые пациенты со старческими бляшками могут иметь полностью нормальное

зрение, хотя у некоторых могут быть из-за них определенные зрительные нарушения. Часто наблюдаются дефекты решетки Амслера.

- Мокрая (экссудативная): При этой форме ARMD первичной патологией является развитие хориоидальной (субретинальной) неоваскулярной мембраны. Имеются также мягкие множественные сливающиеся старческие бляшки, пигментное скопление, отслоение фокального RPE. Геморрагия

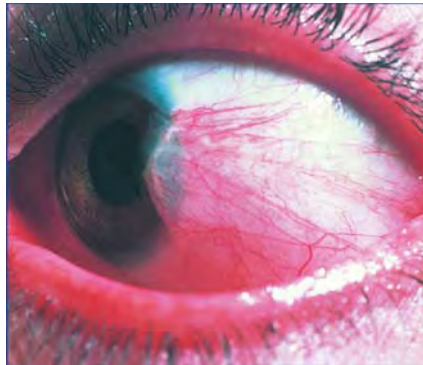


Рис.4. Птеригий

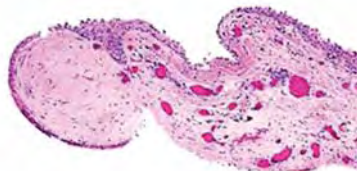


Рис.5. Гистопатология птеригия

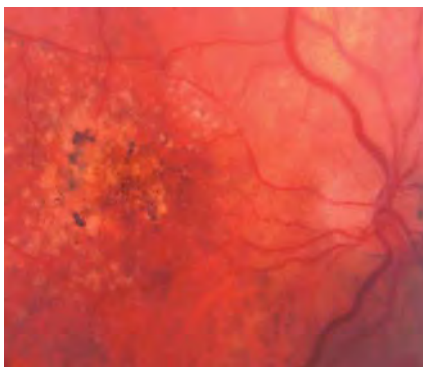


Рис.6. Возрастная дегенерация макулы

(субретинальная, ретинальная и витриальная), экссудаты, рубцевание и субретинальный фиброз из-за дисковидного рубца ответственны за часто имеющую место потерю зрения при этой форме ARMD. Риск развития экссудативной ARMD для второго глаза оценивается как 10% в год (рис. 7).

Этиология и патогенез

Точная причина возникновения ARMD неизвестна. Хотя было исследовано влияние нескольких факторов, этиология ARMD остается загадкой. [35] Может играть роль фактор наследственности, так как ARMD иногда проявляет тенденцию передаваться членам семьи.

В исследовании Chesapeake Bay Waterman Study было установлено, что солнечное излучение является фактором риска развития ARMD. [11] Однако связь между ARMD и дозой солнечного облучения трудно оценить, потому что в нее может быть замешан образ жизни людей, связанный с постоянным избеганием Солнца. Исследование Beaver Dam Eye Study предоставило данные о связи с географической широтой зависимости между дозой солнечного облучения, полученной за детские годы, и частотой ранних стадий ARMD в пожилом возрасте. После учета влияния других факторов анализ данных показал, что у людей, которые проводили 5 часов и больше в день на открытом воздухе в юношеские годы или когда им было от 30 до 40 лет, риск развития ранней формы ARMD через 5 лет был в 2 раза выше, чем у тех, кто проводил на открытом воздухе меньше 2 часов в день. [11]

В исследовании Blue Mountains Eye Study оценивали связь таких факторов, как цвет волос, кожи и радужки с частотой ARMD. После поправки на возраст, пол и стаж курения никакой связи не было установлено между цветом радужки или волос с выходом ARMD. Однако по сравнению с людьми со светлой кожей у людей с очень светлой кожей наблюдалась повышенная частота географической атрофии, разновидности ARMD. [11]

Фотокератиты/ожоги

Фотокератиты — это реакция роговицы на интенсивное или чрезмерное воздействие УФ-В излучения (в диапазоне от 280 до 315 нм). При фотокератитах происходит покраснение склеры, век и кожи вокруг глаз. Хотя эти признаки обычно связаны с солнечным облучением, они могут наблюдаться и у лыжников, и тогда это состояние называют снежной слепотой. При длине волны меньше 290 нм повреждается в основном эпителий роговицы. При длинах волн между 290 и 315 нм начинают наблюдаться изменения также в эндотелии и строме роговицы. Фотокератиты могут быть вызваны как естественными (солнце и снег), так и искусственными источниками УФ-излучения.

Этиология и патогенез

УФ-повреждение роговицы зависит от длины волны и интенсивности. [2] К искусственным наиболее распространенным источникам, вызывающим фотокератиты, относятся: дуги электросварки, дезинфицирующие лампы и лампы для загара. При длине волны 270 нм для повреждения требуется энергии всего 0,005 Дж/см². При длине волны 320 нм повреждение вызывает энергия уже 10,5 Дж/см². Таким образом, для коротких длин волн повреждение роговицы может быть ин-

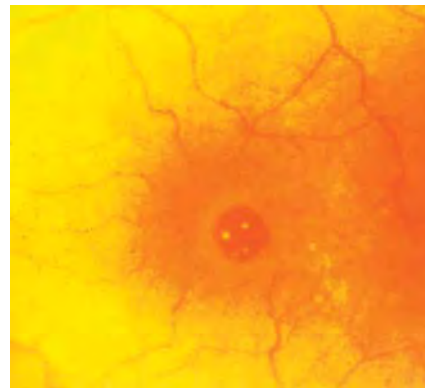


Рис.7. Дегенерация макулы (глиалиновые отложения и кровоизлияние вокруг)

дуцировано очень небольшой энергией. Нуклеиновые кислоты эпителия роговицы поглощают большую часть этого диапазона длин волн, также как и определенные аминокислоты, например, триптофан. Излучения с более длинными волнами тоже могут вызвать повреждение роговицы, если облучение будет чрезмерно интенсивным. Например, снежная слепота — это результат длительного воздействия отраженного от снега УФ-излучения, которое при свежем снеге может достигать до 85% от падающего УФ-излучения. [2]

Поверхностные точечные кератиты появляются через 8-12 часов после облучения. Боль обычно появляется, когда поврежденные клетки эпителия слущиваются, что вызывает характерную точечную картину при окрашивании флюоресцеином. Считают, что хроническое воздействие УФ-излучения вызывает сфероидальную дегенерацию роговицы (климатическую точечную кератопатию).

Частота фотокератитов у аборигенов Арктики составляет около 14%. [2]

Пингвекулы

Пингвекулы — это зоны дегенерации и утолщения бульбарной конъюнктивы, которые примыкают к лимбу в области пальпебральной борозды. [32] Они возвышаются над поверхностью склеры, их цвет может изменяться от белого до желтого, и они имеют горизонтальную ориентацию. Они выглядят как молоко, и менее прозрачны, чем нормальная конъюнктивa; часто они похожи на утолщения, обычно билатеральные, и чаще расположены назально, чем темпорально.

Этиология и патогенез

Точная этиология пингвекул неизвестна. Имеется, однако, доказательство, что они связаны с возрастом и УФ-облучением. Их наблюдают в большинстве глаз у пациентов, приближающихся к 70 годам, и почти во всех глазах в возрасте 80 лет. Полагают, что хроническое солнечное воздействие связано с работой вне помещения и близостью к экватору. В некоторых исследованиях, показано, что эта связь слабее, чем в случае с птеригием. Считают, что превалирующее назальное расположение связано с отражением света от носа в назальную область конъюнктивы. [32]

Во второй части публикации будут рассмотрены основные типы опухолей, связанных с УФ-облучением, и способы защиты глаз от УФ-излучения.

Повреждающее действие ультрафиолетового и видимого света на глаза (окончание)

П.Р.Ньюсам, М.Л.Ромеу, М.Сегьюти, С.Стенсон, В.Джассейн (Transitions Optical)

Опухоли век и конъюнктивы

Глаз может поражаться большим числом доброкачественных и злокачественных новообразований. Доброкачественные опухоли встречаются гораздо чаще злокачественных и могут отмечаться на веках, конъюнктиве, роговице или во внутренних сегментах глаза [36]. УФ-излучение является одним из этиологических факторов развития новообразований кожи век, но к большинству внутриглазных новообразований не имеет никакого отношения.

Примерно 5-10% всех опухолей кожи отмечается на веках [37]. Самая распространенная опухоль, базальноклеточная карцинома (базалиома), не метастазирует, но имеет тенденцию к инвазивному росту в окружающие ткани, и поэтому ее иногда называют «выгрызающей» опухолью. Инвазия может затронуть орбиту, синусы и даже головной мозг. Прочие новообразования века включают плоскоклеточный рак, себоррейную карциному и злокачественную меланому.

Опухоли век отмечаются чаще всего на нижнем веке, но могут встречаться везде: на коже века, на краю века, на кантусе, бровях и прилежащих областях лица. Базальноклеточный рак проявляется как бесцветный васкуляризованный узелок, циста или неизъязвляющееся образование. Типичны слущивание и небольшая кровоточивость в месте новообразования. Плоскоклеточный рак часто невозможно отличить от базальноклеточного, оба вида новообразований могут встречаться у одного и того же пациента. Базальноклеточный рак, как и плоскоклеточный, часто возникают сразу в нескольких местах. После выявления опухоли у первичного пациента требуются очень большие сроки для обнаружения у него новых опухолей. Себоррейная карцинома может встречаться у пациентов с хроническими блефаритами. Часто она недодиагностируется и ее принимают за халазион. Меланому распознать проще по типичной пигментации, хотя могут встречаться и беспигментные меланомы.

Интенсивное облучение солнечным светом — единственный наиболее важный фактор риска возникновения опухолей кожи лица, век и рук [3]. Опухоли век разделяются на 2 основных группы: меланома и немеланомные раки. К немеланомным опухолям относятся базальноклеточная и плоскоклеточная карциномы (они же и самые распространенные новообразования кожи). Они имеют тенденцию к локальному росту, метастазируют крайне редко (особенно базальноклеточный рак). Меланома, с другой стороны, метастазирует часто и может быть очень опасной. Смертность от меланомы уменьшается в последние 20 лет, в основном, из-за усилий, направленных на пропаганду важности защиты от УФ-излучения и улучшения способов раннего распознавания заболевания и его лечения [38]. В настоящее время смертность от меланомы составляет в США около 20% и зависит, главным образом, от толщины первичной опухоли и времени эксцизии. Частота возникновения немеланомных раков кожи составляет примерно 0,5 случаев на 100 тысяч белого населения в год (по оценкам 1987-88 гг.) [38].

P.R.Newsome, M.L. Romeu, M.Seguiti, S. Stenson, W. Yassein. The effects of ultraviolet and visible light on the eye. Part 2.

This article reviews the characteristics of ultraviolet radiation (UVR), proposed mechanisms for UVR-induced damage to ocular tissues, and suggestions on how UVR can be effectively filtered both inside and outside the eye. Common ocular diseases in which UVR has been implicated include cataract, pterygium, macular degeneration, photokeratitis, pinguecula, and tumors of the eyelid. The most obvious and effective way to protect skin and eyes from UVR is by limiting exposure.

Базальноклеточная карцинома чаще всего обнаруживается на нижнем веке. В нашем исследовании опухоли, в основном, выявляли на нижнем веке (68%; 225 случаев) и в области медиального канта (26%; 87 опухолей), без существенной разницы между левым и правым глазом (39). Заболеваемость базальноклеточным раком выше в странах с интенсивной естественной инсоляцией (823 на 100 тысяч человек) [40]. Было показано, что риск развития базальноклеточной карциномы зависит от длительности и типа облучения [38].

Базальноклеточная карцинома

Базальноклеточная карцинома чаще всего обнаруживается на нижнем веке. В нашем исследовании опухоли, в основном, выявляли на нижнем веке (68%; 225 случаев) и в области медиального канта (26%; 87 опухолей), без существенной разницы между левым и правым глазом (39). Заболеваемость базальноклеточным раком выше в странах с интенсивной естественной инсоляцией (823 на 100 тысяч человек) [40]. Было показано, что риск развития базальноклеточной карциномы зависит от длительности и типа облучения [38].

Плоскоклеточная карцинома

Плоскоклеточный рак века — инвазивная эпителиальная опухоль с разной степенью дифференцировки кератиноцитов. Данная опухоль составляет от 2,4 до 30,2% от всех злокачественных новообразований век (по разным данным) или от <1 до 2% заболеваний век [41]. Заболеваемость плоскоклеточным раком составляет от 0,09 до 2,42 случаев на 100 тысяч человек [42]. Факторы риска включают облучение УФ-светом, а также воздействия мышьяка, углеводородов, радиации или иммуносупрессивных препаратов [42]. В исследовании, посвященном анализу локализации заболеваемости этим типом рака, в течение 9 лет была выявлена 51 опухоль у 50 пациентов [42]: в 31 случае плоскоклеточный рак был обнаружен на нижнем веке, в 6 случаях — на латеральном кантусе, в 9 случаях — на медиальном кантусе. Перинеуральная инвазия была выявлена у 4 пациентов, прорастание опухоли в орбиту — у 3 пациентов, рецидив опухоли отмечен у 1 пациента. Ни у одного из больных не было выявлено метастазов в лимфоузлы или дистантные органы, но 1 пациент, отказавшийся от лечения, умер в результате плоскоклеточного рака века.

В исследовании с гистологически подтвержденным диагнозом интраэпидермальной плоскоклеточной карциномы у 31 пациента, у большинства в анамнезе было отмечено облучение УФ-светом в процессе профессиональной деятельности или отдыха, или были выявлены другие факторы риска, включая контакт с соединениями мышьяка или нефтепродуктами, а также диагностированную веррукозную эпидермоплазию [43]. В 6 случаях (16%) было отмечено прогрессирование плоскоклеточного рака. В 7 случаях (18%) выявили рецидивы болезни, которые удалось успешно излечить повторными местными эксцизиями [43]. Ни у одного из пациентов не было перинеуральных или дистантных метастазов [43].

Себоррейная карцинома

Себоррейная карцинома — очень редкая злокачественная опухоль, выявляемая в области века. Большинство подобных опухолей находятся в области мейбомиевых желез тарзальной пластинки, хотя иногда они могут возникать в области желез Цейса или сальных желез мясца (44). Во многих случаях постановка диагноза была затруднена не только из-за редкости данной патологии, но и из-за трудностей дифференциальной диагностики себоррейной карциномы века с другими похожими болезнями: халазионом и блефароконъюнктивитом (45). Прогноз, в сравнении с другими злокачественными новообразованиями века, неблагоприятный. По смертности уступает лишь меланоме века (46).

Злокачественная меланнома

Злокачественная меланнома века — относительно редкая опухоль, составляющая менее 1% всех раков века (Рис. 8) [5]. Что касается гистологической природы опухоли, из 24 пациентов с меланомой века, излечение наступало после хирургической эксцизии у 78% пациентов с поверхностными меланомами [47] и у 75% пациентов с нодулярными (узловыми) меланомами. При появлении узловой меланомы на краю века прогноз хуже, чем при ее возникновении на коже века. При ретроспективном анализе заболеваемости злокачественными новообразованиями века, за 13 лет наблюдений удалось выявить 206 первичных новообразований. Три самых распространенных (в порядке убывания частоты возникновения) были меланомы, себоррейная карцинома и лимфома. Ежегодная заболеваемость меланомой века у светлокожих людей старше 20 лет составляет 0,6 случаев на 1 млн населения [48].



Рис. 8. Злокачественная меланнома века

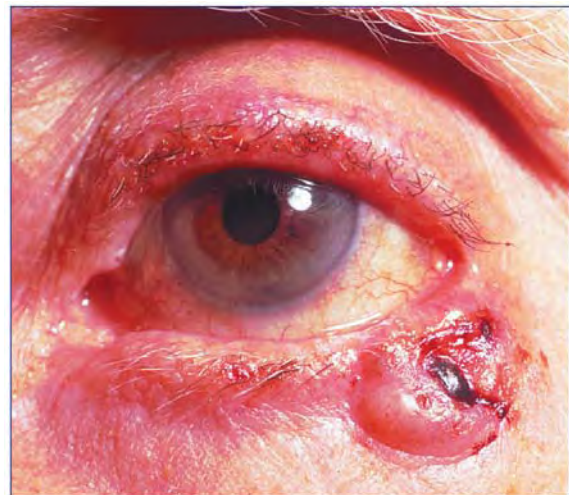


Рис. 9. Плоскоклеточная карцинома левого нижнего века с инвазией и изъязвлением

Плоскоклеточный рак конъюнктивы

Плоскоклеточный рак конъюнктивы — третья из наиболее распространенных опухолей глаза после лимфомы и меланомы (Рис. 9) [49], а также наиболее часто встречающаяся первичная опухоль конъюнктивы [50]. Опухоль обычно располагается в интрапальпебральной зоне перилимбальной конъюнктивы и может быть на вид желатинообразной, бархатистой, иметь вид сосочка или лейкоплакии. Плоскоклеточный рак конъюнктивы может быть недодиагностирован и ошибочно принят за птеригиум, пингвекулу, папиллому, дискератоз, невус или хронический односторонний конъюнктивит («синдром маскарада»). Запоздавшая диагностика ведет к запаздыванию начала лечения, ухудшает прогноз и потенциально увеличивает смертность. Эпителиальные новообразования конъюнктивы чаще встречаются у пожилых светлокочных людей, в особенности, при увеличенной облученности солнечным и УФ-светом [50].

Предотвращение заболеваний глаз, связанных с УФ-излучением **Общие профилактические и защитные меры**

Пациентам следует советовать по возможности избегать интенсивного длительного воздействия солнечных лучей и УФ-излучения. В тех случаях, когда речь идет об УФ-излучении и о здоровье и безопасности зрения, избегание УФ-излучения является основным способом защиты. Если избежать излучения невозможно, следует применять другие способы защиты. При длительном пребывании на солнце настоятельно рекомендуется постоянно пользоваться солнцезащитным кремом, носить широкополую шляпу или солнцезащитный козырек. Для людей со слабо пигментированной кожей длительным пребыванием могут быть 30 минут или даже меньше. Пациентам, которые в течение длительного времени находятся на солнце или на воде в середине дня (пиковое время воздействия УФ-излучения — от 10 утра до 14 часов), необходимо посоветовать носить плотно прилегающие очки-маски или облегающие оправы с корригирующими фотохромными или солнцезащитными линзами, которые поглощают УФ-А и УФ-В излучения и уменьшают воздействие видимого света. Постоянное воздействие УФ-излучения и видимого света может представлять собой определенный риск для людей некоторых профессий, например фермеров, рыбаков, профессиональных лыжников, сварщиков. Для этих пациентов, входящих в группу повышенного риска, очень важна постоянная и адекватная защита от УФ-излучения.

Особенно сложно защитить детей от отдаленных последствий УФ-облучения, не только потому, что развивающийся хрусталик у детей отфильтровывает УФ-излучения в меньшей степени, чем у взрослых, но и потому, что дети очень активны, проводят много времени на улице, не всегда под присмотром родителей. И, как известно всем родителям, дети не всегда делают то, что им велят или что для них лучше.

И для детей, и для взрослых не существует простого решения проблемы защиты от УФ-излучения, но важно, чтобы профессиональные врачи ответственно относились к информированию пациентов о возможной опасности, которую УФ-излучение представляет для их здоровья, и о том, как наилучшим образом можно себя защитить от связанных с этим рисков. И никакая часть нашего тела не нуждается в этой защите так, как глаза.

Защита от света**Фильтры в интраокулярных линзах**

В настоящее время большинство производителей интраокулярных линз изготавливают имплантаты с УФ-фильтрами. Обычно эти ИОЛ отфильтровывают все световые излучения с длиной волны меньше 400 нм, что позволяет не только защитить полимер, из которого изготовлены имплантаты, от старения под воздействием ультрафиолета, но и улучшить хроматическое зрение и повысить контрастную чувствительность.

Так как интраокулярные линзы уже достаточно долго используются при хирургическом лечении катаракты, то следует отметить, что существует группа пациентов с псевдоафакией, у которых интраокулярные линзы прошлого поколения, могут не обеспечивать защиту от УФ-излучения. Для этой группы имеется повышенный риск, аналогичный тому, который имеет место при обычной афакии. Поскольку у этих пациентов нет естественной защиты глаз от УФ-излучения, то крайне важно назначать им очковые линзы с УФ-защитой. Таким пациентам с афакией требуется определенный тип линз с УФ-защитой в качестве стандартного метода лечения и в послеоперационный период. К тому же, даже новые поколения интраокулярных линз не всегда обеспечивают достаточную УФ-защиту. Практически все современные УФ-поглощающие имплантаты линз эффективно отфильтровывают УФ-В и УФ-С излучения, но они сильно отличаются по способности защищать от УФ-А излучения.

Во время операции

Было установлено, что во время операции свет от операционного микроскопа представляет опасность для макулы при продолжительном, интенсивном воздействии при отсутствии защиты. Существует несколько способов защитить глаз пациента от этой потенциальной опасности. Защиту можно обеспечить, размещая небольшой диск (окклюдор) над центральной зоной роговицы, введением во время операции пузырька воздуха в переднюю камеру глаза для нейтрализации фокусирующей способности роговицы и используя диск окклюдора в операционном микроскопе, который может быть помещен в центр пучка света, направленного в глаз, для получения пучка света с темным центром. Возможно, наиболее эффективным способом защиты от макулопатии, индуцированной источниками света при операции, является сокращение времени операции. [2] Необходимо также отметить, что следует защищать глаза хирурга и его ассистентов.

Окрашенные и фотохромные линзы

Использование линз, эффективно защищающих от высокоэнергетичных электромагнитных излучений, может снизить риск повреждения глаз из-за облучения видимым светом и УФ-излучением. [51] У пациентов, регулярно пользующихся окрашенными линзами, обычно реже наблюдается возрастное уменьшение числа колбочек сетчатки. Также наблюдается снижение доли пациентов со старческой дегенерацией макулы (ARMD) среди людей, с детства пользующихся очками, вероятно, связанное с уменьшением дозы УФ-облучения глаз, полученной в течение первых 25 лет жизни. В регионах, в которых жители носят широкополюсные шляпы, у пациентов реже наблюдается потеря зрения по сравнению с регионами, где не носят шляпы или носят шляпы без полей. Частичную защиту от потери зрения также обеспечивают очки, особенно с большими или облегающими оправами, которые носят близко к лицу. Основываясь на факте, что солнечный свет и УФ-излучение вовлечены в этиологию некоторых глазных болезней [52], разумно рекомендовать пациентам использовать окрашенные или фотохромные линзы для снижения риска возникновения таких заболеваний. Хрусталик может медленнее стареть, если он защищен от УФ-излучения подходящими очками. Большинство назначаемых очковых линз (за исключением линз из хронового стекла, поглощающих 70% УФ-В излучения и очень маленькое количество УФ-А излучения) достаточно эффективно защищают от УФ-излучения, но некоторые линзы превосходят остальные по степени УФ-защиты (линзы Transitions® фильтруют 100% УФ-А и УФ-В излучений). Также защита от УФ-излучения с помощью подходящих линз может принести некоторым пациентам пользу с косметической точки зрения, поскольку УФ-облучение нежной кожи вокруг глаз может приводить к образованию морщин и вызывать фотостарение.

В определенных ситуациях при очень ярком освещении окрашенные линзы или солнцезащитные очки обеспечивают лучшее качество зрения по нескольким причинам, особенно благодаря блокированию излишнего света. Тем не менее, постоянно окрашенные линзы не подходят для всех световых условий, поскольку освещение изменяется.

- *Улучшение контрастности.* Одним из свойств окрашенных линз является то, что они возвращают роговице максимальную контрастную чувствительность. Наиболее интенсивно окрашенные линзы поглощают, по меньшей мере, от 70% до 80% падающего видимого света во всем спектре.

- *Улучшение адаптации к темноте.* Облучение ярким солнечным светом может ухудшить адаптацию к темноте. Исследования показали, что после сильного раздражения белым светом пороговый уровень интенсивности для адаптации к темноте быстро падает, затем остается некоторое время практически постоянным до того, пока вновь не увеличивается. [53]

Окрашенные и фотохромные линзы также служат защитой глаз от ослепления. Ослепление — это ухудшение качества зрения вплоть до временной неспособности видеть, раздражение или дискомфорт, вызванные источниками более сильной яркости в поле зрения, чем та, к которой адаптировались глаза. Яркость определяется в люменах: единица измерения потока света, падающего на поверхность. Чем выше яркость, тем светлее поверхность. Различают 4 вида ослепления:

- Отвлекающее ослепление возникает при отражении света от поверхности или внутренней части линзы, или от посторон-

них источников, таких как уличные фонари или фары машин ночью, и вызывает неполноценное бинокулярное зрение и зрительную усталость. *Фотохромные линзы или неокрашенные линзы с просветляющим (антибликовым) покрытием* обеспечивают наилучшую защиту от этого вида ослепления.

- Дискомфортное ослепление (более 3000 лм) возникает тогда, когда глаза не способны естественным образом адаптироваться к освещению (например, при переходе из тени на яркое солнце). Наилучшую защиту от дискомфорта ослепления обеспечивают *фотохромные линзы*.

- Блокирующее ослепление происходит, если интенсивность света становится очень сильной (более 10000 лм) и фактически блокирует зрение. Наилучшую защиту от блокирующего ослепления обеспечивают *постоянно окрашенные, полностью активированные фотохромные линзы или поляризованные линзы*.

- Полное ослепление возникает при отражении света от гладких блестящих поверхностей, таких как вода, дорожное покрытие, оконные стекла или песок. Этот тип ослепления также может блокировать зрение. Наилучшую защиту от этого вида ослепления обеспечивают *поляризованные линзы*.

Ослепление тесно связано с контрастной чувствительностью, и постоянно окрашенные линзы не являются идеальным решением этой проблемы, поскольку они не обладают достаточной гибкостью, то есть не позволяют хорошо приспосабливаться к разным условиям освещенности. Нужно найти способ регулировать и уменьшать световой поток, когда уровень освещенности очень высок или в условиях ослепления, а также обеспечивать пропускание света в глаза в достаточном количестве при более низкой освещенности, и когда нет ослепления. В этом и заключается основное преимущество, которое обеспечивают пользователям фотохромные линзы (то есть “окрашиваемые светом”). Затемнение этих линз с переменной степенью окрашивания происходит в результате химических реакций, индуцированных УФ-излучением, а когда световой стимул исчезает, то линзы снова становятся прозрачными.

Кроме защиты глаз от УФ-излучения и уменьшения различных последствий, связанных с ослеплением, фотохромные линзы обеспечивают пациентам более высокое качество зрения. Качество зрения включает в себя то, как хорошо пациент видит объекты разных размеров, яркости и контрастности в условиях различной освещенности. В клинических условиях оно может быть измерено с помощью тестов на контрастную чувствительность и ослепление. Хорошее качество зрения может быть обеспечено при правильном балансе между количеством света и степенью ослепления. Другими важными показателями, определяющими качество зрения, являются зрительный комфорт и удобство. Фотохромные линзы позволяют глазу функционировать наилучшим образом, поскольку они обеспечивают наилучший баланс между количеством света и степенью ослепления и, к тому же, обеспечивают автоматическое регулирование потока света, падающего в глаз. Фотохромные линзы высшего качества с просветляющим покрытием уменьшают эффект отвлекающего, дискомфорта и блокирующего ослепления, обеспечивая повышенное качество зрения для большинства пациентов практически во всех ситуациях.

Контактные линзы

Число пациентов с аметропией, выбирающих контактные линзы как предпочтительное средство коррекции зрения, велико

и непрерывно растет (на сегодняшний день в США около 30 миллионов человек носят контактные линзы). Хотя контактные линзы являются реальной альтернативой очкам для коррекции рефракционных ошибок, когда речь идет об остроте зрения, они не могут обеспечить такой же уровень защиты от УФ-излучения, как очки. Не все мягкие и жесткие контактные линзы способны защищать от УФ-излучения. Даже те линзы, в которых имеется УФ-защита, не дают ту же степень защиты, что и очки. Из-за своего относительно маленького размера и положения на роговице контактные линзы не защищают всю поверхность глаза, и, что более важно, они не защищают веки от УФ-облучения. Более того, в некоторых случаях неправильно подобранные или плохо переносимые контактные линзы могут повредить эпителий роговицы и фактически способствовать прохождению УФ-излучения через поврежденную поверхность глаза. По этой причине всем пользователям контактными линзами рекомендуется носить очки с солнцезащитными или фотохромными линзами.

Рефракционная хирургия

Новейшим методом устранения рефракционных ошибок является рефракционная хирургия. Обещание “мгновенного исправления ошибки рефракции” и соблазн избавиться от аметропии продолжают побуждать пациентов отказываться от очков и контактных линз и обращаться к хирургическому лечению миопии, гиперметропии, астигматизма и даже пресбиопии.

Хотя очевидно, что перспектива после операции иметь остроту зрения 1 очень заманчива, в рефракционной хирургии не обходится без возможных осложнений. Даже учитывая хорошие количественные показатели, отчеты об улучшении качества зрения после операции поверхностны, поскольку существуют проблемы, такие как ослепление, появление гало, повышенная светочувствительность, нестабильное зрение, ложные изображения и искажение изображения, из-за которых результат становится менее чем удовлетворительным.

Еще один повод для беспокойства при рефракционной хирургии возникает в связи с отдаленными последствиями УФ-облучения глаз. Очки и контактные линзы обеспечивают защиту от УФ-излучения, но как только пропадает необходимость в их использовании, то сразу теряется естественная УФ-защита, которую они обеспечивали. Более того, так как во время большинства хирургических операций производится изменение формы роговицы и уменьшение материала роговицы, то способность роговицы защищать от УФ-излучения частично может быть утеряна, что увеличивает возможность попадания вредного УФ-излучения во внутреннюю область глаза. То есть возникает парадокс: при попытке избавиться от очков для коррекции зрения при помощи рефракционной хирургии появляется необходимость в ношении очков для защиты глаз от вредного УФ-излучения.

Качество зрения

Недавно было проведено исследование (К. Scherick, неопубликованные данные, 2003) по определению субъективной оценки качества зрения пациентов при ношении фотохромных линз (линз Transitions®) или неокрашенных линз с просветляющим покрытием или без него. Участники исследования (121 пациент в возрасте 18 лет и старше) были случайным образом отобраны в 1 из 4-х групп, носивших разные линзы. Просветляю-

щие покрытия, использованные в исследовании, были выбраны из 6 доступных на рынке продуктов. Каждую пару линз носили в течение 30 дней. Перед тем, как пациенту давали следующую пару линз на очередной 30-дневный период, с помощью методики Vision-Related Quality of Life (VRWOL®) определяли его зрительные ощущения (по ранее утвержденной анкете). После второго 30-дневного периода заполнялась вторая VRWOL анкета. Подсчитывалась разница в ответах, касающихся оценок использованных линз.

В этом исследовании 74% пациентов предпочли линзы Transitions неокрашенным линзам по методике VRWOL. Среди всех предложенных линз предпочтение было отдано линзам Transitions с просветляющим покрытием. Кроме того, 69% пациентов в этом исследовании выбрали линзы с просветляющим покрытием, а не без него. Пациенты были удовлетворены линзами Transitions из-за их способности адаптироваться к условиям различной освещенности и их удобства; добавление просветляющего покрытия к этим линзам давало еще большее улучшение качества зрения.

Заключение

Глаз – сложная многоэлементная система световых фильтров, усилителей, передатчиков и детекторов. Это также высоко развитый сенсорный орган, которому для функционирования нужен свет, но в то же время, он подвержен потенциально вредному воздействию этого света. Один из компонентов света, УФ-излучение, особенно важен в этом отношении.

Полагают, что слишком сильное УФ-воздействие приводит к развитию некоторых заболеваний глаза и его придатков, ухудшающих и ослабляющих зрение. Эти заболевания включают катаракту, дегенерацию макулы, птеригий, пингвекулы, кожные злокачественные образования на веках и поверхности глаза. Принимая во внимание эти болезни, необходимо понимать, что предупреждение болезни – ключ к ее лечению. Каждый специалист офтальмолог обязан информировать своих пациентов об опасности УФ-излучения и советовать им подходящие методы защиты для сохранения зрения (и, особенно, зрения их детей) на протяжении всей жизни.

Между светом и зрением существует сложная связь. Кроме информирования пациентов о необходимости УФ-защиты, врачи должны рекомендовать очки или контактные линзы, обеспечивающие наилучшую связь между светом и зрением, чтобы не просто корригировать зрение, но и назначать средства коррекции, которые обеспечили бы действительно хорошее качество зрения, зрительный комфорт и удобство, а также хорошую остроту зрения. Недавние клинические исследования подтвердили, что при возможности выбора пациенты предпочитают получить от очков больше, чем просто коррекцию зрения, и результаты показали, что линзы Transitions® обеспечивают это “больше” своим пользователям.

Линзы Transitions автоматически предлагают УФ-защиту и, когда это требуется, защиту от ослепления при любых световых условиях на улице, и они вновь становятся прозрачными в помещении. Линзы Transitions отвечают международным стандартам ANSI Z80.3, ISO 8980-3, EN 1836, AS/NZS 1067 и 1336 [30] и удостоены вновь учрежденного сертификата соответствия для УФ-поглощающих/блокирующих линз Американской Оптометрической Ассоциации.

Список литературы высылается по факсу или e-mail.

References

1. *Global Solar UV Index. A Practical Guide.* Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2002.
2. Miller D. Light damage to the eye. In: Yanoff M, Duker AS, eds. *Ophthalmology.* London, England: Mosby; 1999:2.4.1-2.4.6.
3. Scotto J. Solar radiation. National Cancer Institute. Available at: http://rex.nci.nih.gov/NCI_Pub_Interface/raterisk/risks103.html.
4. Achieving Healthy Vision: Maximizing and Protecting Vision for Today's Patients. Transitions Optical, Inc. 2003.
5. Stenson S, ed. *Light, Sight, and Photochromics.* Pinellas Park, FL: Transitions Optical, Inc.; 2002.
6. American Public Health Association. Eye protection against ultraviolet radiation. Available at: www.apha.org/legislative/policy/policysearch/index.cfm?fuseaction=view&cid=74. Accessed May 28, 2004.
7. World Health Organization. Sun, heat and cold. In: *Guidelines for Safe Recreational Water Environments.* Available at: www.who.int/entity/water_sanitation_health/bathing/en/srwe1-chap3.pdf. Accessed May 28, 2004.
8. Tomany SC, Klein R, Klein BE. The relationship between iris color, hair color, and skin sun sensitivity and the 10-year incidence of age-related maculopathy: the Beaver Dam Eye Study. *Ophthalmology.* 2003;110:1526-1533.
9. Younan C, Mitchell P, Cumming RG, Rochtchina E, Wang JJ. Iris color and incident cataract and cataract surgery: the Blue Mountains Eye Study. *Am J Ophthalmol.* 2002;134:273-274.
10. Hammond BR Jr, Nanez JE, Fair C, Snodderly DM. Iris color and age-related changes in lens optical density. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2000;20:381-386.
11. Wang JJ, Jakobsen K, Smith W, Mitchell P. Five-year incidence of age-related maculopathy in relation to iris, skin or hair colour, and skin sun sensitivity: the Blue Mountains Eye Study. *Clin Experiment Ophthalmol.* 2003;31:317-321.
12. Laube T, Apel H, Koch H-R. Ultraviolet radiation absorption of intraocular lenses. *Ophthalmology.* 2004;111:880-885.
13. Gaillard ER, Zheng L, Merriam JC, Dillon J. Age-related changes in the absorption characteristics of the primate lens. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2000;41:1454-1459.
14. Lahmann C, Bergemann J, Harrison G, Young AR. Matrix metalloproteinase-1 and skin ageing in smokers. *Lancet.* 2001;357:935-936.
15. Sanford BE, Beacham S, Hanifin JP. The effects of ultraviolet-A radiation on visual evoked potentials in the young human eye. *Acta Ophthalmol Scand.* 1996;74:553-557.
16. Parisi AV, Green A, Kimlin MG. Diffuse solar UV radiation and implications for preventing human eye damage. *Photochem Photobiol.* 2001;73:135-139.
17. Söderberg PG, Michael R, Merriam JC. Maximum acceptable dose of ultraviolet radiation: a safety limit for cataract. *Arch Ophthalmol Scand.* 2003;81:165-169.
18. Micheletti MI, Piacentini RD, Madronich S. Sensitivity of biologically active UV radiation to stratospheric ozone changes: effects of action spectrum shape and wavelength ranges. *Photochem Photobiol.* 2003;78:456-461.
19. Chylack LT Jr, Wolfe JK, Singer DM. The Lens Opacities Classification System II. The Longitudinal Study of Cataract Study Group. *Arch Ophthalmol.* 1993;111:831-836.
20. West SK, Valmadrid CT. Epidemiology of risk factors for age-related cataract. *Surv Ophthalmol.* 1995;39:323-334.
21. Weinreb O, Dovrat A, Dunia I, Benedetti EL, Bloemendal H. UV-A-related alterations of young and adult lens water-insoluble alpha-crystallin, plasma membranous and cytoskeletal proteins. *Eur J Biochem.* 2001;268:536-543.
22. Livingston PM, Carson CA, Taylor HR. The epidemiology of cataract: a review of the literature. *Ophthalmic Epidemiol.* 1995;2:151-164.
23. National Eye Institute (National Institutes of Health). Cataract: What you should know. Available at: http://www.nei.nih.gov/health/cataract/cataract_facts.htm. Accessed May 27, 2004.
24. National Eye Institute, 2003. Epidemiology of age-related cataract (Chapter 2) in AREDS Study reports. Available at: www.nei.nih.gov/amd/index.htm.
25. Hiller R, Sperduto RD, Ederer F. Epidemiologic associations with cataract in the 1971-1972 National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Epidemiol.* 1983;118:239-249.
26. Hall A, Rosenthal AR. Epidemiology of cataract. In: Yanoff M, Duker AS, eds. *Ophthalmology.* London, England: Mosby; 1999:4.9.1-4.9.2.
27. Chatterjee A, Milton RC, Thyle S. Prevalence and aetiology of cataract in Punjab. *Br J Ophthalmol.* 1982;66:35-42.

28. Gibson JM, Rosenthal AR, Lavery J. A study of the prevalence of eye disease in the elderly in an English community. *Trans Ophthalmol Soc UK*. 1985;104:196-203.
29. Medical Library of the American College of Surgeons. Cataract surgery in adults. Available at: http://www.medem.com/medlb/article_detailb.cfm?article_ID=ZZZSOONFSWC&sub_cat=119. Accessed May 28, 2004.
30. Data on file. Transitions Optical, Inc.
31. Coroneo M, Di Girolamo N, Wakefield D. The pathogenesis of pterygia. *Curr Opin Ophthalmol*. 1999;10:282-288.
32. Sugar A. Conjunctival and corneal degenerations. In: Yanoff M, Duker AS, eds. *Ophthalmology*. London, England: Mosby; 1999:5.6.1-5.6.7.
33. Ageing and Visual Disability, World Health Day, World Health Organization 1999. Available at: www.who.int/archives/whday/en/documents1999/visual.html.
34. Kini MM, Leibowitz HM, Colton T, Nickerson RJ, Ganley J, Dawber TR. Prevalence of senile cataract, diabetic retinopathy, senile macular degeneration, and open-angle glaucoma in the Framingham eye study. *Am J Ophthalmol*. 1978;85:28-34.
35. Silvestri G, Johnston PB, Hughes AE. Is genetic predisposition an important risk factor in age-related macular degeneration? *Eye*. 1994;8:564-568.
36. Neff AG, Carter KD. Benign eyelid lesions. In: Yanoff M, Duker AS, eds. *Ophthalmology*. London, England: Mosby; 1999:7.11.1-7.11.14.
37. Cook BE Jr, Bartley GB. Epidemiologic characteristics and clinical course of patients with malignant eyelid tumours in an incidence cohort in Olmsted County, Minnesota. *Ophthalmology*. 1999;106:746-750.
38. Marks R. An overview of skin cancers. Incidence and causation. *Cancer*. 1995;75:607-612.
39. Lindgren G, Diffey BL, Larko O. Basal cell carcinoma of the eyelids and solar ultraviolet radiation exposure. *Br J Ophthalmol*. 1998;82:1412-1415.
40. Giles GG, Marks R, Foley P. Incidence of non-melanocytic skin cancer treated in Australia. *BMJ*. 1988;296:13-17.
41. Reifler DM, Hornblass A. Squamous cell carcinoma of the eyelid. *Surv Ophthalmol*. 1986;30:349-365.
42. Donaldson MJ, Sullivan TJ, Whitehead KJ, Williamson RM. Squamous cell carcinoma of the eyelids. *Br J Ophthalmol*. 2002;86:1161-1165.
43. Sullivan TJ, Boulton JE, Whitehead KJ. Intraepidermal carcinoma of the eyelid. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2002;30:23-27.
44. Boniuk M, Zimmerman LE. Sebaceous carcinoma of the eyelid, eyebrow, caruncle, and orbit. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol*. 1968;72:619-642.
45. Gardetto A, Rainer C, Ensinger C, Baldissera I, Piza-Katzer H. Sebaceous carcinoma of the eyelid: a rarity worth considering. *Br J Ophthalmol*. 2002;86:243-244.
46. Zürcher M, Hintschich CR, Garner A, Bunce C, Collin JR. Sebaceous carcinoma of the eyelid: a clinicopathological study. *Br J Ophthalmol*. 1998;82:1049-1055.
47. Garner A, Koornneef L, Levene A, Collin JR. Malignant melanoma of the eyelid skin: histopathology and behaviour. *Br J Ophthalmol*. 1985;69:180-186.
48. Margo CE, Mulla ZD. Malignant tumors of the eyelid: a population-based study of non-basal cell and non-squamous cell malignant neoplasms. *Arch Ophthalmol*. 1998;16:195-198.
49. Skin cancer information—squamous-cell carcinoma. Available at: <http://www.skincancerinfo.com/squamous/Gi.html>. Accessed July 30, 2004.
50. Van Dessel P, Parys-Van Ginderdeuren R, Foets B. Invasive squamous cell carcinoma of the conjunctiva. *Bull Soc Belge Ophthalmol*. 2000;278:43-47.
51. Young RW. The Charles F. Prentice Medal Award Lecture 1992: optometry and the preservation of visual health. *Optom Vis Sci*. 1993;70:255-262.
52. Moy CS. Evidence for the role of sunlight exposure in the etiology of choroidal melanoma. *Arch Ophthalmol*. 2001;119:430-431.
53. Stabell U, Stabell B. Effects of light and dark adaptation of rods on specific-hue threshold. *Vision Res*. 2003;43:2905-2914.