UV ПРОФИЛ НА ОКОЛООЧНАТА ОБЛАСТ

Марин Маринов, Славяна Маринова, Добрин Бояджиев,
Димитър Групчев, Евгени Нешкински, Христина Групчева

Катедра по очни болести и зрителни науки,
Факултет по медицина, Медицински университет - Варна

UV PROFILING IN THE AREA OF THE EYES

Marin Marinov, Slavyana Marinova, Dobrin Boyadjiev,
Dimitar Grupchev, Evgeni Neshkinski, Christina Grupcheva

Department of Ophthalmology and Visual Sciences,
Faculty of Medicine, Medical University of Varna

Адрес за кореспонденция:

Марин Маринов
Факултет по медицина
Медицински университет-Варна
ул. Марин Дринов 55
9002 Варна
e-mail: pensiqtabg@abv.bg

Address for correspondence:

Marin Marinov, MD, PhD
Faculty of Medicine
Medical University of Varna
55 Marin Drinov St
9002 Varna
e-mail: pensiqtabg@abv.bg

РЕЗЮМЕ

Въведение: В предната очна повърхност UV натоварването е най-голямо. Съпътстващата патология може да има важна дългосрочна роля в общественото здраве. Много от промените са кумулативни. Те могат да бъдат предотвратени с помощта на индивидуални UV профили.

Цел: Цел на настоящето проучване е да се оцени UV натоварването, измерено с дозиметър – собствено изобретение, в областта на очите на тестов субект в реални условия – по време на ежедневните му дейности.

Методи: Изследван е тестов субект, който е оборудван със специален UV дозиметър – изобретение със заявка номер 112440 от 16.01.2017 г. към Патентно ведомство на Република България. UV дозиметърът е свързан безжично към мобилно устройство. Специализиран софтуер записва данните и ги превръща в лесно управляема информационна база. След обработка се изготвя индивидуален UV профил. UV дозиметърът е безопасен и безвреден.

Резултати: Измерено е ултравиолетовото натоварване в зоната на очите на субекта по време на различни активности и са засечени 14516 цикли. Средното UV натоварване в областта на очите варира между 10.74 и 3.75.

Заклучение: Това проучване доказва, че UV профилите са в състояние да предоставят информация за кумулативната ултравиолетова експозиция в зоната на очите, като по този начин помагат за ранното откриване, проследяването и превенцията – методи, които са в основата на съвременното адекватно лечение. UV профилите са индивидуални и могат да варират в широк диапазон, в зависимост от много фактори.

Ключови думи: UV профил, UV дозиметър, превенция, катаракта, пterygium, pingvecula, климатична калковидна кератопатия.

ABSTRACT

Introduction: The front eye surface is where the UV burden is the greatest. UV radiation of the eye leads to pathology with an important long-term role in public health. Many of the UV-associated ocular pathology could be prevented with the help of individual UV profiles.

Aim: The aim of the present study is to assess the UV load measured by a dosimeter – our own invention – in the area of the test subject's eyes in real conditions – during day-to-day activities.

Methods: We studied a test subject, who wore a special UV dosimeter, invention with application number 112440 from 16.01.2017 by the Patent Office of the Republic of Bulgaria. The UV dosimeter was wirelessly connected to a mobile device. A dedicated software recorded the data and transformed it into an easy manageable database. The data was then processed and an individual UV profile was made. The UV dosimeter is safe and harmless.

Results: The ultraviolet load in the area of the subject's eyes was measured during various activities, and 14 516 cycles were detected. The mean UV load in the eye area varied between 10,74 and 3,75.

Conclusion: This study highlights the fact that UV profiles are capable of providing information about cumulative UV exposure in the area of the eyes, thus helping prevention, early detection and follow-up, which are the basis of the modern adequate treatment. UV profiles are individual and can vary widely, depending on many factors.

Keywords: *UV profiling, UV dosimeter, prevention, cataract, pterygium, pinguecula, climatic droplet keratopathy*

ВЪВЕДЕНИЕ

UV светлината е от жизнено важно значение за живота на Земята. Много биохимични процеси при хората се задействат при излагане на кожата на ултравиолетово лъчение (1). Умерените дози UV имат редица положителни биологични ефекти, но прекомерните дози могат да причинят патологични промени на различни органи, включително очите (2). Положителните ефекти са фототерапевтични, синтез на витамин D, образуване на тен, повишаване на настроението, синтез на биоактивен азотен оксид, облекчаване на болковия синдром и повишаване на бариерната функция на кожата (1).

От друга страна, прекомерната експозиция води до развитие на патологични състояния. Те могат да бъдат класифицирани в две основни групи – неофтальмологични и офтальмологични. Неофтальмологичните засягат кожата. Прекомерното излагане на ултравиолетовите лъчи е изключително опасно. То може да причини не само слънчево изгаряне, но и различни форми на карцином на кожата. Значимостта на тези заболявания е добре проучена (3). Ето защо много социални програми имат за цел да образуват населението и да контролират ултравиолетовото излагане на кожата. Има много предпазни средства – грехи, шапки, чадъри, слънцезащитни продукти с SPF (3).

Прекомерното излагане на UV в зоната на очите води до очна патология. С доказана корелация спрямо ултравиолетовата експозиция са фотокератитът, пингвекула, птериgium, климатична канковидна кератопатия, стареене на кожата на клепачите и периорбитални заболявания. Офтальмологични заболявания с висока социална значимост и вероятна връзка с ултравиолетова светлина са катарактата, макулната дегенерация, свързана с възрастта, ранно начало на пресбиопията и синдромът на „сухо око“. Точната връзка между тези заболявания и UV е трудна за установяване, тъй като индивидуалните кумулативни количества не са добре проучени от съвременната наука.

Повечето от проучванията върху катарактата и МДСВ отразяват ретроспективен анализ чрез въпросници (4-7). Този вид изследвания могат да определят вероятни взаимоотношения, но не и точен дозозависим ефект, защото липсва прецизно измерената очна UV експозиция. В литературата няма изследвания за очното UV натоварване в реални условия – по време на извършване на ежедневни дейности. Също така никой от съществуващите UV дозиметри не позволява такива измервания. Те ограничават

INTRODUCTION

UV light is vital for life on Earth. In humans, many biochemical processes are triggered by UV exposure of the skin (1). Moderate doses of UV light have many positive biological effects, but excessive doses can cause pathological changes of various organs, including the eyes (2). Positive effects are phototherapy, vitamin D synthesis, tanning, mood enhancement, synthesis of bioactive nitric oxide, pain relief syndrome, and increased skin barrier function (1).

On the other hand, excessive exposure leads to the development of pathological conditions. They can be classified into two main groups – non-ophthalmic and ophthalmic. Non-ophthalmic conditions affect the skin. Excessive exposure to the UV radiation is extremely dangerous. It can cause not only sunburn, but also different forms of skin cancer. The significance of those diseases is well studied (3). Therefore, a lot of social programs aim to educate the population and control the UV exposure of the skin. There are a lot of protective means – clothes, hats, umbrellas, sunscreen with SPF (3).

Excessive UV exposure also leads to ophthalmic pathology. There is a proven correlation between UV exposure and photokeratitis, pinguecula, pterygium, climatic droplet keratopathy, UV-related periorbital skin aging and diseases. Ophthalmic diseases with high social significance and probable relation to UV light are cataract, age-related macular degeneration (AMD), early onset of presbyopia, and dry eye syndrome. The exact correlation between these diseases and UV is difficult to investigate because personal cumulative quantities are not well studied by modern science.

Most of the studies on cataract and AMD rely on retrospective analysis via questionnaires (4-7). Such type of studies can determine probable relationships, but the exact effect due to a specific dose over a period of time remains unknown because of an unmeasured UV eye exposure. In the literature there are no studies on the UV load to the eyes of people in real conditions – during their day-to-day activities. Also none of the existing UV dosimeters allows such measurements. They restrict the movements of the test subjects because of size, positioning, cable attachment to the recording device or external power source, thus restricting and altering the outcome. So a decision was made and a unique UV dosimeter was invented, with the ability to track and record both the instantaneous UV load and the accumulated UV radiation in the area of the eyes.

Fig. 1. UV dosimeter, front view

движенията на тестовите субекти поради размера, позиционирането, закрепването на кабела към записващото устройство или външния източник на захранване. По този начин се ограничава и променя резултатът. Затова беше изобретен уникален UV дозиметър, чрез който да проследява и записва както моментното UV натоварване, така и натрупаната ултравиолетова радиация в областта на очите.

ЦЕЛ

Целта на това изследване е да се направи UV профил и да се оцени UV натоварването в областта на очите на тест субект по време на ежедневни дейности, чрез UV дозиметър, собствено изобретение.

МЕТОДИ

Изследването се проведе върху един тестов субект, който носи индивидуален UV дозиметър. Дозиметърът бе разработен от нашия екип и е представен на Фиг. 1. Той бе разположен на главата, на нивото на очите, прикрепен към слънчевите очила на тестовия субект, както е показано на Фиг. 2. UV дозиметърът е лек и може да бъде носен на главата за неопределен период от време. Той се свързва с мобилно устройство чрез Bluetooth канал и има собствен, независим източник на енергия.

Тестовият субект е подписал информирано съгласие и е поканен да участва в проучването след подробни обяснения. Изследването се извърши чрез носене на UV дозиметър по време на нормални ежедневни дейности. Дозиметърът излъчва вълни само в съответствие с установените стандарти за Bluetooth и следователно не представлява риск за здравето на участника в изследването.

UV дозиметърът е защитен по силата на закона за патентите и регистрацията на полезни модели на Република България. В момента тече процедура по патентна ре-

Fig. 2. UV dosimeter attached to sunglasses

AIM

The aim of this study was to create a UV profile and to evaluate the UV load to the area of the eyes of a test subject in real day-to-day activities by an UV dosimeter – our own invention.

METHODS

The study was conducted on a test subject, who wore an individual UV dosimeter. The dosimeter was developed by our team and is presented on Fig. 1. It is positioned on the head, at the level of eyes, attached to the sunglasses of the test subject, as shown on Figure 2. The UV dosimeter is light and can be worn on the head for an indefinite period of time. It connects to a mobile device via a Bluetooth channel and has its own independent power source. The test subject signed an informed consent form and was invited to participate in the study after detailed explanations. The study was carried out by wearing the UV dosimeter during normal daily activities. The dosimeter emits waves only to the established Bluetooth standards and therefore does not pose a risk to the health of the test subjects.

The UV dosimeter is protected by the Patent Law and the Registration of Useful Models of the Republic of Bulgaria. A dosimeter patent registration procedure is currently under the name „**Personal Dosimetry for Ultraviolet Radiation in the Region of the Eyes**“ with application number 112440 from 16.01.2017. A utility model registration procedure under the name „**Ultraviolet Dosimeter**“ with number 3976 from 07.03.2018 was filed in the Patent Office of the Republic of Bulgaria.

The dosimeter measures UV radiation in a standardized measurement unit – UV index. The UV index is an international standard measurement of the intensity of the ultraviolet radiation generating sunburn for a specific location and time. After the measurement, the information is transmitted wirelessly to a mobile device – a phone, a tablet, etc. – which receives and stores the information through a dedicated software. The software is based on a „Service“ that takes care of the communication and recording of the data in a „realm.io“ database and several „Activities“ that provide the connection to the device, its status, changes of the settings and view of the accumulated data. It is possible to update the device firmware via the Bluetooth channel with the dedicated software. It is called UV Logger and is presented on Figure 3.

The individual dose of ultraviolet radiation in the area of the eyes can be monitored via the dosimeter and the information can be

гистрация на дозиметъра под името „Персонален дозиметър за ултравиолетова радиация в областта на зрителен анализатор“ със заявка номер 112440 от 16.01.2017 г. и процедура по регистрация на полезен модел под името „Дозиметър за ултравиолетова радиация“ със заявка номер 3976 от 07.03.2018 г., подадени към Патентното ведомство на Република България.

Дозиметърът измерва ултравиолетовото излъчване в стандартизирана мерна единица – UV индекс. UV индексът е международен стандарт за интензитета на ултравиолетовото облъчване, генериращо слънчево изгаряне за определено местоположение и време. След измерването информацията се предава безжично на мобилно устройство – телефон, таблет и т.н., който получава и съхранява информацията чрез специален софтуер. Софтуерът се основава на Service, който се грижи за комуникацията и записването на данните в база данни realm.io и няколко Activities, които правят връзката с устройството, състоянието му, промените в настройките и манипулация на натрупаните данни. Възможно е да се актуализира фирмуера на устройството чрез Bluetooth канал със специализирания софтуер. Той се нарича UV Logger и е представен на Фиг. 3.

Индивидуалната доза ултравиолетово лъчение в зоната на очите може да бъде наблюдавана чрез дозиметъра и информацията може да бъде записана за неопределен период от време. Това позволява създаването на индивидуален UV профил.

Избрана е платформата Android, защото 80% от съвременните мобилни устройства се основават на нея. Софтуерът е лесен за използване с интуитивен дизайн и голяма функционалност. Той предоставя информация за UV индекса по скала, която се актуализира за всеки цикъл, когато приложението е активно. Цикълът е стандартизиран за 2 сек. Това удължава живота на батерията на дозиметъра. Софтуерът синхронизира часовника на дозиметъра с часовника на мобилното устройство, като по този начин се избягва натрупването на грешки във времето. Информацията се съхранява в специална папка в паметта на мобилното устройство. Приложението има възможност да експортира информацията във формат CSV за по-лесно обработване. Началната страница ни дава информация за директно измерения UV индекс, час-минута-секунди на четене, състояние на връзката, капацитет на батерията на дозиметъра, статус на мобилното устройство.

Дозиметърът е окомплектован с протокол за работа, алгоритъм за калибриране и валидиране на данни и алгоритъм за използване на UV дозиметъра в реални условия. Записани са подробно времевите интервали, прекарани на открито и закрито за тестовия субект през целия период на изследването. Дозиметърът е употребяван по време прекарано на открито, тъй като в закрити помещения се измерва постоянна фоновата стойност от 0,1.

Fig. 3. UV Logger software

recorded for an indefinite period of time. This allows the creation of an individual UV profile.

We have chosen the Android platform because 80% of modern mobile devices are based on it.

The software is easy to use with an intuitive design and great functionality. It provides information on the UV index on a scale that is updated at each cycle when the application is active. The cycle is standardized for 2 sec. This extends the battery life of the dosimeter. The software synchronizes the clock of the dosimeter with the mobile device's clock, thus avoiding the accumulation of time errors. The information is stored in a dedicated folder in the mobile device's memory. The application has the ability to export the information in CSV format for easier processing. The home page gives us information about a directly measured UV index, hour-minute-seconds of reading, Bluetooth adapter status, sensor battery capacity, and mobile device status.

A protocol for working with the UV dosimeter, a calibration and data validation algorithm, and an algorithm for the use of the UV dosimeter in real-life conditions have been developed.

The timeframe for the indoor and outdoor activities was recorded during the whole period of the study. The test subject wore the dosimeter all the time when outdoors. Indoor reflections from outside combined with artificial light sources contributed to a constant background of 0.1 UV index indoors. Measurement information was exported in a convenient format, then it was recorded and processed.

RESULTS

The study had a total duration of 37 hours and took place in the period between 01.08.2017 and 03.08.2017 on the territory

Тази стойност е сбор от отразената светлина с произход от вън, съчетана с изкуствени източници на светлина. Информацията от дозиметъра е експортирана в удобен формат, записана и обработена.

РЕЗУЛТАТИ

Проучването е с обща продължителност 37 часа в интервала от 01.08.2017 г. до 03.08.2017 г. на територията на гр. Созопол, община Бургас, с географска ширина 42,41667° N и географска дължина 27,69611° E. Записани са 14 516 цикли, което се равнява на 29 032 секунди. Статистическата достоверност на получените резултати се основава на статистическата достоверност на сензорния чип Si1132, която е описана в техническата документация от производителя.

Получената информация е експортирана в удобен формат, обработена и представена в 5 графични фигури. За всяка от тях абсцисата отчита времето – поредността на измерените цикли, а ордината – измерения UV индекс.

UV натоварването на 01.08.2017 в периода от 13:36:04 ч. до 15:10:42 ч. е представено на Фиг. 4. Измерването е осъществено по време на слънчеви бани до басейн. UV индексът варира от 0,02 до 15,78. Записаните цикли са 2840. Тестовият субект активно се излага на слънчева светлина, като в интервала между 14,00 и 14,20 ч. е засечена активна промяна в позицията на главата, водеща до падове и пикове на UV експозицията.

UV натоварването на 02.08.2017 в интервал от 14:29:04 ч. до 16:12:08 ч. е представено на Фиг. 5. Измерването е осъществено при слънчеви бани край морето. UV индексът варира от 0,02 до 13,29. Записаните цикли са 3093. Прави впечатление по-малката активност на индивида.

UV натоварването на 02.08.2017 в интервал от 17:48:13 ч. до 19:25:43 ч. е представено на Фиг. 6. UV индексът варира от 0,02 до 9,67. Записаните цикли са 2926. Тестовият субект се разхожда край плажа. Впечатление правят множеството падове и пикове на UV индекса. Те се определят от активната промяна на позицията на тялото и главата, както към слънцето, така и към рефлективната морска повърхност. Забелязва се и постепенното понижаване на максималните UV пикове, което се обяснява с промяната на зенитния ъгъл на слънцето и респективно количеството UV, достигащо земната повърхност.

UV натоварването на 03.08.2017 в интервал от 09:31:35 ч. до 11:18:13 ч. е представено на Фиг. 7. UV индексът варира от 0,02 до 11,00. Записаните цикли са 3200. Тестовият субект прави „слънчеви бани“ до рефлективната повърхност на басейн. Отново се наблюдава по-малка вариация на моментното UV натоварване, поради статичната поза. Интересно е понижението на пиковите стойности след 10,30 ч., защото индивидът активно е започнал да търси по-сенчесто място.

UV натоварването на 03.08.2017 в интервал от 12:08:02 ч. до 13:29:54 ч. е представено на Фиг. 8. UV индексът варира от 0,16 до 12,28. Записаните цикли са 2457. Субектът се разхожда в града. Активното движение, съчетано с на-

of Sozopol, municipality of Burgas, Bulgaria with a latitude of 42,41667 ° N and a longitude of 27,69611 ° E. The total number of cycles counted was 14 516, which equaled 29032 seconds. The statistical reliability of the results obtained is based on the statistical reliability of the sensor chip Si1132, which is described in the technical documentation of the manufacturer.

The measurement information was exported in a convenient format, processed and presented in 5 graphic figures. For each of them, the abscissa counted the time – the order of the measured cycles, and the ordinate – the measured UV index.

The UV load on 01.08.2017 in the period from 13.36.04h to 15.10.42h is shown on Figure 4. The measurement was performed during sunbathing next to a pool. The UV index ranged from 0.02 to 15.78. The recorded cycles were 2840. The test subject was actively exposed to sunlight and in the interval between 14.00 and 14.20h there was an active change in the head position leading to the UV exposure drops and peaks.

The UV load on 02.08.2017 from 14.29.04h until 16.12.08h is shown on Figure 5. The measurement was performed while sunbathing by the sea. The UV index ranged from 0.02 to 13.29. The recorded cycles were 3093. The lower activity of the test subject is evident.

The UV load on 02.08.2017 during the interval between 17.48.13h and 19.25.43h is shown on Figure 6. The UV index ranged from 0.02 to 9.67. The recorded cycles were 2926. The test subject walked by the beach. The multiple UV indexes and peaks are noteworthy. They are determined by the active change of the position of the body and the head towards the sun and the reflective sea surface. The gradual decrease of the maximum UV peaks is also noticeable, which is explained by the change of the sun's zenith angle and the amount of UV reaching the Earth's surface, respectively.

The UV load on 03.08.2017 from 09.31.35h to 11.18.13h is presented on Figure 7. The UV index ranged from 0.02 to 11.00. The recorded cycles were 3200. The test subject was sunbathing near the reflective surface of the pool. Again, a smaller variation of instantaneous UV load is observed due to the static posture. Interestingly, there is a drop in peak values after 10.30 o'clock because the individual started actively looking for a shadowy spot.

The UV load on 03.08.2017 from 12.08.02h to 13.29.54h is presented on Figure 8. The UV index ranged from 0.16 to 12.28. The recorded cycles were 2457. The subject walked in the city. The active movement, combined with the presence of multiple trees, tall buildings and the lack of a nearby water pool led to relatively less UV exposure, despite the time interval of the day. Only single UV index peaks above 6 are observed when the subject was standing with eyes facing the direct sunlight.

Our research presents very interesting information, shown in Table 1. The outdoor period on the first day is two times shorter compared to the second and third day. The time spent outdoors on the second and third day is similar. The total cumulative UV dose of the first and second day are very close in number but that of the third day is almost half that amount. Also, the mean outdoor UV index is very different for all 3 days. We have 10.74 for the first day, 6.57 for the second day and 3.75 for the third day even though the meteorological conditions of the weather were

Fig. 4. UV measurement for 01.08.2018 from 13.36.04h to 15.10.42h

Fig. 5. UV measurement for 02.08.2018 from 14.29.04h to 16.12.08h

Fig. 6. UV measurement for 02.08.2018 from 17.48.13h to 19.25.43h

Fig. 7. UV measurement for 03.08.2018 from 09.31.35h to 11.18.13h

Fig. 8. UV measurement for 03.08.2018 from 12.08.02h to 13.29.54h

личие на множество дървета, високи сгради и липсата на воден басейн в близост, водят до сравнително по-малка UV експозиция, въпреки часовия интервал от деня. Наблюдават се само единични пикове над 6 UV индекс, когато субектът е застанал с поглед, насочен към пряката слънчева светлина.

Проучването ни представя много интересна информация, показана в Табл. 1. Времето, прекарано на открито през първия ден, е два пъти по-кратко, в сравнение с втория и третия ден. Времето, прекарано на открито през втория и третия ден, е в подобен порядък. Общата кумулативна доза UV за първия и втория е много близка, а за третия ден е наполовина. Също така средният UV индекс за открито е много различен за 3-те дни. Имаме 10,74 за първия ден, 6,57 за втория ден и 3,75 за третия ден, въпреки че метеорологичните условия са били сравними. Допускаме, че такива резултати се дължат на индивидуални фактори и случайни действия. Максималният UV индекс за трите дни остава над 12, с 15,78 за първия ден, 13,29 за втория ден и 12,28 за третия ден. Общият кумулатив-

comparable. We come to the conclusion that such results are due to individual factors and random occasions. The maximum UV index for the 3 days stays above 12, with 15.78 for the first day, 13.29 for the second day, and 12.28 for the third day. The total cumulative indoors UV index stays almost the same for all 3 days, regardless of the difference in time spent indoors and the duration of the light part of the day. The mean daily UV index is 1.10 for the first day, 1.43 for the second day, 0.77 for the third day. The total UV dose for the first day is 61481.08 units, 79558.01 for the second day and 42936.43 for the third day.

DISCUSSION

UV is an important factor of the surrounding environment. Moderate doses of UV have a number of positive biological effects, but excessive doses can lead to pathology of various organs, including eyes (1,2).

Vitamin D skin synthesis is dependent on UV exposure. To maintain normal levels of this vitamin, the body needs regular exposure to UV radiation in a moderate amount (1).

Behar-Cohen's team describes photokeratitis as an acute induced pathology caused by brief UV exposure at sufficiently high doses (2). It is caused by irradiation with 180–400 nm UV and leads to temporary photochemical damage to corneal cells. It is accompanied by eye pain, occurring several hours after acute exposure, with symptoms lasting for 24–48 hours.

Climatic droplet keratopathy is a chronic induced pathology. Semi-transparent material accumulates in the corneal stroma, especially in the area between the eyelids. Its incidence is higher in high UV regions and in people who spend a lot of time outdoors. Gray and co-authors prove that it is due to the denaturing of plasma proteins by UV (8).

Table 1. Collected data and UV profiling

Date	Sunrise	Sunset	Duration of day light in sec.	Time spent outdoors in sec	Total cumulative UV index outdoors	Total cumulative UV index indoors	Max UV index	Mean UV index outdoors	Mean daily UV index	Total UV load for the day
01.08.2017	06.01.00	20.30.00	55740	5680	60980.48	500.6	15.78	10.74	1.10	61481.08
02.08.2017	06.02.00	20.29.00	55620	12038	79062	496.01	13.29	6.57	1.43	79558.01
03.08.2017	06.03.00	20.28.00	55500	11314	42438	498.43	12.28	3.75	0.77	42936.43

Вен UV индекс на закрито остава почти еднакъв за 3-ме дни, независимо от разликата във времето, прекарано в закрити помещения и продължителността на светлата част от деня. Средният дневен UV индекс е 1,10 за първия ден, 1,43 за втория ден, 0,77 за третия ден. Общата доза UV за първия ден е 61 481.08 единици, 79 558.01 за втория ден и 42 936.43 за третия ден.

ДИСКУСИЯ

UV е важен фактор на околната среда. Умерените дози UV имат редица положителни биологични ефекти, но прекомерните дози могат да доведат до патология на различни органи, включително очите (1,2).

Синтезът в кожата на VitD зависи от UV експозицията. За да се поддържат нормалните нива на този витамин, тялото се нуждае от редовно излагане на UV радиация в умерено количество (1).

Експът на Бехар-Коен описва фотокератита като последица от UV лъчение при достатъчно високи дози (2). Тя се дължи на облъчване с 180-400 nm UV и е временно фотохимично увреждане на роговичните клетки. Съпровожда се с болка няколко часа след острата експозиция, като симптомите траят 24-48 часа.

Друга позната патология е климатичната канковидна кератопатия, която е хронично индуцирана. Полупрозрачен материал се натрупва в роговичната строма, особено в областта между клепачите. Честотата е по-висока при области с високи UV нива, както и при хора, които прекарват много време на открито. Грей и съавтори доказват, че това се дължи на денатурирането на плазмените протеини от UV лъчи (8).

Птеригиумът и пингвекулата също са хронично индуцирана патология. Множество колективи разследват тези болести – Коронео, Лу, Лутра, Широма и др. Работата на открито е признат фактор за развитието на птеригиум (9-12). Птеригиумът е почти два пъти по-често срещан сред хората, работещи на открито. Рискът от развитие намалява до една пета при тези, които винаги използват слънчеви очила на открито (11). Честотата е по-висока в зони около екватора (13,14), при голяма надморска височина (3), и в райони около повърхност с по-висока отразяваща способност – водни басейни или снежна покривка (15-17).

Pterygium and pinguecula are also chronic induced pathologies. Numerous research teams investigate these diseases – Coroneo, Lou, Lutra, Shiroma and others. Outdoor work is a recognized factor for the development of pterygium (9-12). Pterygium is almost twice as common among people working outdoors. The risk of its development is reduced to one fifth in those who always use outdoor sunglasses (11). The incidence rates are higher in areas closer to the equator (13,14) higher altitude (3), and in areas with higher reflectivity of water basins or snow cover (15-17).

Cortical cataract is also a chronically induced pathology, recognized by the WHO. The incidence of this illness raises the interest of numerous teams around the world – Hockwin, Varma, Abraham, McCarthy, Dolin, Sasaki, West, Taylor, Cruickshanks, Mitchell and many others. It is known that UV causes cataracts (4-7, 18-25) with a threshold of damage at 350 nm of 60 mJ/cm². The corresponding peak value of 310 nm is 0.75 mJ/cm². Over the course of more than a century, the relationship between exposure to sunlight and the formation of cataracts has been suggested. Experimentally, Hockwin et al. induced UV cataracts in animals and in vitro (18). Human studies on cataract are three types – geographic correlation studies, cross-sectional studies and case-control studies (4-6,22-24). Geographic studies estimate the severity of UV damage depending on the area of residence, but exclude factors that characterize geographic location, intensity of visible light and diet, which can significantly alter the outcomes (7,25). In cross-sectional studies, participants with a cataract are assessed at the same time and questioned about their exposure to UVB in the past. In a controlled case study, cataract patients were followed up over time with some form of UV-reducing strategy compared to the corresponding controls. For example, the Chesapeake Bay Waterman Study (5) examined the dose dependence between UVB and cortical cataract. It showed a 3.3-fold greater risk for men in the seventh and eighth decades. A similar questionnaire was used in the Beaver Dam Eye Study (6). Correlation was observed in males, but not in women who generally had a lower exposure to UVB. All these studies rely on an average calculated dose of UV, depending on the geographic location and climatic conditions. Individual factors, like behavior habits, random occasions, and exact time spent outdoors, were not accessed (4-7,20-25). It is impossible to predict such factors. They can alter the results and are very important for the exact risk assessment.

Кортикалната катаракта е хронично индуцирана от UV лъчение патология, призната от СЗО. Честотата на това заболяване предизвиква интерес от десетилетия. Множество колективи изследват тази патология – Хокуин, Варма, Авраам, Маккарти, Долин, Сасаки, Уест, Тейлър, Круикшанкс, Мичъл и много други. Известно е, че UV причинява катаракта (4-7, 18-25) с праг на увреждане при 350 nm от 60 mJ/cm². Съответната пикова стойност за 310 nm е 0.75 mJ/cm². В течение на повече от един век се изследва връзката между излагането на слънчева светлина и образуване на катаракта. Експериментално, Хокин индуцира UV катаракта при животни *in vitro* (18). Човешките изследвания за катаракта са три вида – географски корелационни проучвания, проучвания на преобладаващото напречно сечение и проучвания с контрол на случаите (4-6, 22-24). Географските корелационни проучвания оценяват тежестта на UV увредата в зависимост от района на пребиваване, но изключват фактори, които характеризират географското местоположение, интензивността на видимата светлина и дъждата. Такива фактори могат значително да променят резултата (7,25). При проучванията с преобладаващото напречно сечение, участниците с катаракта се оценяват едновременно и се разпитват за тяхното излагане на UVB в миналото. При изследванията с контролирани случаи пациентите с катаракта са проследявани във времето с някаква форма на UV редуцираща стратегия в сравнение със съответни контроли. Например проучването в Chesapeake Bay (5) изследва дозата зависимост между UVB и кортикалната катаракта. Тя показва 3,3 пъти по-висок риск за мъжете през седмото и осмото десетилетие. Подобен въпросник е използван в проучването Beaver Dam (6). Корелация се наблюдава при мъжете, но не и при жени, които обикновено имат по-ниска експозиция на UVB. Всички тези проучвания отчитат средно изчислената доза UV, в зависимост от географското местоположение и климатичните условия. Индивидуални фактори, зависещи от поведението, случайни действия, точното количество време прекарано на открито, не са отчетени (4-7, 20-25). Такива фактори е невъзможно да бъдат предвидени. Те могат да променят резултатите и са много важни за точната оценка на риска. Записването на точното количество UV експозиция в зоната на очите ни дава допълнителна информация. При достатъчно голяма база данни би било възможно да се разкрият връзките между риска от развитието на специфична очна патология и пикови дози или натрупана ултравиолетова експозиция. Нашето изследване е крачка към постигането на такава цел.

Очевидно е, че ние сме измерили различни пикови UV натоварвания и различно количество кумулирано UV за трите дни, въпреки че дейността на тестовия субект, метеорологичните условия, времевите периоди и околната среда са почти еднакви. Можем да заключим, че такава разлика се дължи на поведенчески навици и случайни действия – фактори, които не са предсказуеми. Поради това експертни заклучи, че точната оценка на UV натоварването в зоната на очите е единствено възможна само чрез директ-

Recording the exact UV exposure in the area of the eyes gives us extra information. With a large enough database it would be possible to reveal the relationships between the risk of specific ocular pathology and either peak doses or accumulated UV exposure. Our study is a step toward such a goal.

It is evident that we have measured different peak UV burden and different cumulative UV load for these 3 days, although the activities of the test subject, the meteorological conditions, the time periods and the surrounding environment were almost the same. We can conclude that such difference is due to behavioral habits and random occasions, which are non-predictable factors, and the only accurate assessment of the UV load in the area of the eyes is possible only by a direct measurement with a dedicated UV dosimeter. With the help of such measurements it is possible to build an individual UV profile and to monitor precisely the accumulated UV burden and dangerous UV peaks.

To accurately establish correlation between UV exposure and the development of a variety of ophthalmic pathology, accurate measurement of individual UV exposure is required. The existing UV dosimeters are big and cable-connected to power sources. This prevents their attachment to the head area and limits the mobility of the test subjects. Our UV dosimeter accurately measures the UV index in the area of the eyes.

Further analysis of the results and involvement of more test subjects would be important for clarifying the role of UV radiation in anterior eye diseases. Our future goals are to extend the study over a longer period of time and to target certain time intervals. The worldwide use of the UV dosimeter would result in a large amount of valuable data on UV exposure in the eye area. This would divide the population into risk groups according to age, sex, height, profession, etc.

CONCLUSION

UV radiation of the eye leads to pathology with an important role in public health. It is important to introduce precautions because the level of eye protection is too low and UV skin protection considerations are not the same as those required for the eyes. Many of the ocular pathology that occurs due to accumulation of UV exposure could be prevented in the presence of individual UV profiles as well as established limits of acceptable UV burden.

REFERENCES

1. The known health effects of UV [Internet]. Available from: <http://www.who.int/uv/faq/uvhealthfac/en/index1.html>
2. Behar-Cohen F, Martinsons C, Vienot F, Zissis G, Barlier-Salsi A, Cesarini J, et al. Light-emitting diodes (LED) for domestic lighting: Any risks for the eye? *Prog Retin Eye Res.* 2011;30(4):239-57. doi: 10.1016/j.preteyeres.2011.04.002.
3. Lucas RM. An epidemiological perspective of ultraviolet exposure—public health concerns. *Eye Contact Lens.* 2011;37(4):168-75. doi: 10.1097/ICL.0b013e31821cb0cf.
4. West SK, Duncan DD, Munoz B, Rubin GS, Fried LP, Bandeen-Roche K, et al. Sunlight exposure and risk of lens opacities in a population-based study: the Salisbury Eye Evaluation project. *JAMA.* 1998;280(8):714-8.

но измерване със специален UV дозиметър. С помощта на такива измервания е възможно да се изгради индивидуален UV профил и да се следи точно натрупаното UV и опасните UV нивове.

За да се установят точно взаимовръзките между експозицията на ултравиолетовите лъчи и развитието на разнобразна офталмологична патология, е необходимо точно измерване на индивидуалната UV експозиция. Съществувашите UV дозиметри са големи, свързани с кабели към източници на енергия. Това пречатства прикрепването им към зоната на главата и ограничава мобилността на тестовите субекти. Нашият специален UV дозиметър, е доказано прецизен при измерване на UV индекса в областта на очите.

Допълнителен анализ на резултатите и включването на повече тестови субекти би бил важен за изясняване на ролята на ултравиолетовото облъчване при заболяванията на предната очна повърхност, на лещата, на задния сегмент. Нашите бъдещи цели са да увеличим периода на изследване и да насочим интереса си към определени интервали от светлата част на деня.

Използването на UV дозиметъра в световен мащаб би довело до натрупване на голямо количество ценни данни за експозицията на UV в областта на очите. Това би позволило на населението да бъде разделено на рискови групи с различна възраст, пол, височина, професия и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

UV радиацията на окото води до патология с важна роля в общественото здраве. Важно е да се въведат предпазни мерки, тъй като нивото на защита на очите е твърде ниско и съображенията за защита кожата от UV не са същите като тези, които се изискват за очите. Много от очната патология, настъпила поради натрупването на ултравиолетова експозиция, може да бъде предотвратена при наличието на индивидуални UV профили, както и установени граници на приемливо UV натоварване.

- Taylor HR, West SK, Rosenthal FS, Munoz B, Newland HS, Abbey H, et al. Effect of ultraviolet radiation on cataract formation. *N Engl J Med*. 1988;319(22):1429-33. doi: 10.1056/NEJM198812013192201.
- Cruikshanks KJ, Klein B, Klein R. Ultraviolet light exposure and lens opacities: the Beaver Dam Eye Study. *Am J Public Health*. 1992;82(12):1658-62.
- Mitchell P, Cumming RG, Attebo K, Panchapakesan J. Prevalence of cataract in Australia: the Blue Mountains eye study. *Ophthalmology*. 1997;104(4):581-8.
- Gray RH, Johnson GJ, Freedman A. Climatic droplet keratopathy. *Surv Ophthalmol*. 1992;36(4):241-53.
- Coroneo M, Di Girolamo N, Wakefield D. The pathogenesis of pterygia. *Curr Opin Ophthalmol*. 1999;10(4):282-8.
- Lu P, Chen X, Kang Y, Ke L, Wei X, Zhang W. Pterygium in Tibetans: a populationbased study in China. *Clin Exp Ophthalmol*. 2007;35(9):828-33. doi: 10.1111/j.1442-9071.2007.01630.x.
- Luthra R, Nemesure BB, Wu SY, Xie SH, Leske MC, Barbados Eye Studies Group. Frequency and risk factors for pterygium in the Barbados Eye Study. *Arch Ophthalmol*. 2001;119(12):1827-32.
- Shiroma H, Higa A, Sawaguchi S, Iwase A, Tomidokoro A, Amano S, et al. Prevalence and risk factors of pterygium in a southwestern island of Japan: the Kumejima Study. *Am J Ophthalmol*. 2009;148(5):766-71. e1. doi: 10.1016/j.ajo.2009.06.006.
- Moran DJ, Hollows FC. Pterygium and ultraviolet radiation: a positive correlation. *Br J Ophthalmol*. 1984;68(5):343-6.
- Heriot W, Crock G, Taylor R, Zimmet P. Ophthalmic findings among one thousand inhabitants of Rarotonga, Cook Islands. *Aust J Ophthalmol*. 1983;11(2):81-94.
- Taylor HR, editor. Pterygium. The Hague: Kugler Publications; 2000.
- Norn M. Spheroid degeneration, keratopathy, pinguecula, and pterygium in Japan (Kyoto). *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 1984;62(1):54-60.
- Norn M. Prevalence of pinguecula in Greenland and in Copenhagen, and its relation to pterygium and spheroid degeneration. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 1979;57(1):96-105.
- Hockwin O, Kojima M, Sakamoto Y, Wegener A, Shui YB, Sasaki K. UV damage to the eye lens: further results from animal model studies: a review. *J Epidemiol*. 1999;9(6 Suppl):39-47.
- Varma SD, Kovtun S, Hegde KR. Role of UV irradiation and oxidative stress in cataract formation. Medical prevention by nutritional antioxidants and metabolic agonists. *Eye Contact Lens*. 2011;37(4):233-45. doi: 10.1097/ICL.0b013e31821ec4f2.
- 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(8):3919-23. doi: 10.1167/iovs.09-4557.
- McCarty CA, Taylor HR. A review of the epidemiologic evidence linking ultraviolet radiation and cataracts. *Dev Ophthalmol*. 2002;35:21-31.
- Dolin PJ. Ultraviolet radiation and cataract: a review of the epidemiological evidence. *Br J Ophthalmol*. 1994;78(6):478-82.
- Sasaki K, Sasaki H, Kojima M, Shui YB, Hockwin O, Jonasson F, et al. Epidemiological studies on UV-related cataract in climatically different countries. *J Epidemiol*. 1999;9(6 Suppl):33-8.
- Group I-ACS. Risk factors for age-related cortical, nuclear, and posterior subcapsular cataracts. *Am J Epidemiol*. 1991;133(6):541-53.
- Sasaki H, Kawakami Y, Ono M, Jonasson F, Shui YB, Cheng H-M, et al. Localization of cortical cataract in subjects of diverse races and latitude. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2003;44(10):4210-4.