

ДЕТЕКЦИЯ И ОБЕКТИВНО ПРОСЛЕДЯВАНЕ НА ИЗМЕНЕНИЯ ПО ПРЕДНА ОЧНА ПОВЪРХНОСТ, ИЗПОЛЗВАЙКИ МЕТОД НА КОНЮНКТИВАЛНА АВТОФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ

Евгени Нешкински

Катедра по очни болести и зрителни науки,
Факултет по медицина, Медицински университет – Варна
Специализирана болница по очни болести за активно лечение (СБОБАЛ) – Варна

DETECTION AND OBJECTIVE FOLLOW-UP OF THE CHANGES ON THE ANTERIOR EYE SURFACE USING CONJUNCTIVAL AUTOFLUORESCENCE

Evgeni Neshkinski

Department of Ophthalmology and Visual Sciences, Faculty of Medicine,
Medical University of Varna, Bulgaria
Specialized Eye Hospital, Medical University of Varna, Bulgaria

Адрес за кореспонденция:

Евгени Нешкински
Катедра по очни болести и зрителни
науки, Факултет по медицина,
Медицински университет – Варна
ул. „Марин Дринов“ 55
Варна 9002
e-mail: neshkinski@yahoo.com

РЕЗЮМЕ

Въведение: Енергията, която достига до Земята в състава на слънчевите лъчи, е съставена от вълни с различна дължина и енергетичен заряд. Ултравиолетовите лъчи остават извън видимия спектър, като при липса на защитни навици и в прекомерна доза те са източник на увреждане, което може да бъде необратимо.

Цел: Да се представят резултатите, получени с камера за детекция на измененията по предна очна повърхност, и резултатите от анкета относно информираността на хората за ефектите на УВ радиацията върху организма.

Материали и методи: Настоящото проучване е рандомизирано и представя резултатите, получени от 120 участници, на средна възраст от 50,03 г., $SD \pm 14,279$, от които мъже – 71.67%, жени – 28.33%. На всички беше предоставено информирано съгласие и анкетна карта, обхващаща въпроси за възраст, професионална заетост и методите, които използват за УВ протекция на очите, след което беше извършен пълен очен преглед и заснета предната очна повърхност с камерата за детекция на УВ изменения.

Резултати: При част от участниците – 40.83% ($n=49$) със средна възраст 33.45 г., $SD \pm 12.48$ не се установиха зони на конюнктивална автофлуоресценция (CUVAF). При 59.17% участници ($n=71$) със средна възраст 45.42 г., $SD \pm 13.23$ се наблюдаваха зони с изменения по предна очна повърхност. С напредване на възрастта на участниците се наблюдаваше и увеличаване на зоните на изменения по площ и интензитет. Получените резултати от анкетата показват сравнително ниски нива на информираност относно ултравиолетовата светлина.

Заклучение: Методът на детекция на конюнктивална автофлуоресценция може да бъде използван като обективен маркер за измененията по предна очна повърхност. Повишаването на информираността сред населението може да намали честотата на редица заболявания на очната повърхност.

Ключови думи: ултравиолетова светлина, автофлуоресценция, камера, птериgium, иновация

Address for correspondence:

Evgeni Neshkinski
Faculty of Medicine
Medical University of Varna
55 Marin Drinov St
9002 Varna
Bulgaria
e-mail: evgeni.neshkinski@mu-varna.bg

ABSTRACT

Introduction: The energy that reaches the Earth is composed of light waves of different length and energy charge. Ultraviolet rays remain outside the visible spectrum and, in case of absence of protective habits and in excessive doses, they are a source of damage that can be irreversible.

Aim: The aim of this article is to present the results obtained with a camera for the detection of changes on the eye surface and the results from a survey regarding people's awareness of the effects of UV radiation.

Materials and Methods: The current study is randomized and presents the results obtained from 120 participants, with a mean age of 50.03 years, $SD \pm 14.279$, of which men—71.67%, women—28.33%. All were provided with informed consent and a questionnaire about age, occupation, and the methods they use for UV eye protection, after which a complete eye examination was performed and the anterior ocular surface was photographed with the UV change detection camera.

Results: In some of the participants—40.83% ($n=49$), with a mean age of 33.45 years, $SD \pm 12.48$, no areas of conjunctival autofluorescence (CUVAF) were detected. In 59.17% of the participants ($n=71$), with a mean age of 45.42 years, $SD \pm 13.23$, areas with changes on the anterior ocular surface were observed. As the age increased, there was also an increase of the changes both in area and intensity. The results of the survey show relatively low levels of awareness about UV light.

Conclusion: The method of detection of conjunctival autofluorescence can be used as an objective marker for changes in the anterior ocular surface. Increasing awareness among the population can reduce the incidence of a number of diseases of the ocular surface.

Keywords: *ultraviolet light, autofluorescence, camera, pterygium, innovation*

ВЪВЕДЕНИЕ

Зрението е едно от основните пет сетива на човек, заедно със слуха, вкуса, обонянието и чувството за допир (1). Заедно с тях още редица допълнителни усещания допринасят за цялостното взаимодействие на човек със заобикаляща го среда (2).

Независимо от многообразието на рецептори в човешкото тяло, ние получаваме най-много информация именно чрез зрението си. Очите допринасят за до 83% от данните за околната среда (3,4). Еволюционно са се развили някои защитни механизми като клепачи, мигли, слъзен филм, изразена роговична сетивност и други, като повечето от тях целят механичното защитаване на окото (5).

Преобладаващата част от енергията, достигаща до нас, е в състава на слънчевите лъчи. Окото е в състояние да възприеме и регистрира част от тези вълни, като спектърът, достъпен за окото, е известен като видима светлина и обхваща частта с дължина на вълната между 380–400 nm и 760 nm (6). Огромна част от електромагнитния спектър обаче остава скрита за окото, като типичен пример са ултравиолетовите и инфрачервените лъчи.

Ултравиолетовата радиация е широко разпространена, обхваща електромагнитния спектър между 10 nm и 380 nm (7) и заема място между рентгеновите лъчи – 0,01–10 nm, и видимия спектър (8,9). Според енергетичния си заряд и дължината на вълната разделяме UV лъчите на няколко подгрупи:

- UVA лъчи с дължина на вълната най-близка до видимия спектър – 380–315 nm и енергетичен заряд от 3,10–3,94 eV (10), като тези вълни преминават озоновия

INTRODUCTION

Vision is one of the five basic human senses, along with hearing, taste, smell, and touch (1). A number of additional sensations also contribute for the interaction of a person and the surrounding environment (2).

Regardless of the variety of receptors in the human body, we receive the information mainly through our sight. The eyes contribute for up to 83% of the environmental data (3,4). Some protective mechanisms have evolved, such as eyelids, eyelashes, tear film, pronounced corneal sensitivity, and others, but most of them are only contributing to the mechanical protection of the eye (5).

The main part of the energy reaching us is in the composition of the sun's rays. The eye is able to perceive and register part of these light waves. The spectrum, perceived by the eye, is known as visible light and covers the part of the spectrum with a wavelength between 380–400 nm and 760 nm (6). However, a huge part of the electromagnetic spectrum remains hidden from the eye, with ultraviolet and infrared rays being a typical example.

Ultraviolet radiation is widespread. It consists of wavelength between 10 nm and 380 nm (7) and occupies a place between X-rays (0.01–10 nm) and the visible spectrum (8,9). Depending on the energy charge and wavelength, we divide UV rays into several subgroups:

- UVA rays have a wavelength closest to the visible spectrum—380–315nm with an energy charge of 3.10–3.94 eV (10). These waves pass the ozone layer and reach the Earth's surface. With chronic exposure, as well as intensive above-threshold levels, a correlation with changes in mitochondrial DNA and the induction of stress proteins has been proven (11).
- UVB rays have a length from 315 nm to 280 nm, with a significantly higher energy charge. Although the main part of

слои и достигат до земната повърхност. При хронична експозиция и надпразови нива е доказана връзка с промени в митохондриалната ДНК и индуцирането на стрес протеини (11).

- UVB лъчи с дължина от 315 nm до 280 nm с изразено по-висок енергетичен заряд. Макар основната част от тях да се абсорбират от озоновия слой, около 15% достигат до земната повърхност, като освен слънчево изгаряне са потенциален рисков фактор за хронично увреждане на окото и кожни новообразувания (12).
- UVC лъчи с дължина между 280 nm и 100 nm. Поради специфичната си дължина тези вълни изцяло се абсорбират от озоновия слой. Източници на такива вълни са предимно създадени от човек – инструменти за заваряване, уреди за дезинфекция и живачни лампи (13).

В съвременното ежедневие сме заобиколени не само от естествена UV радиация, а до голяма степен и от изкуствени източници на такава. Основни примери са т.н. „черни лампи“ (предимно източник на UVA – лъчи) (14), късовълнови кварцови лампи с пик на емисията между 253,7 nm и 185 nm, които се използват и за медицински цели (15). Основният принцип на действие се изразява в нарушено свързване на двойките бази в ДНК и създаването на пиримидинови димери. Това инактивира голяма част от бактериите, вируси и еноклетъчни паразити (16).

Пандемията от COVID-19 предизвика широко използване на разнообразни уреди за дезинфекция на въздуха – UV лампи, UV пречистватели за въздух и др. Безконтролната им употреба и липсата на достатъчна информираност у хората за въздействието на ултравиолетовата светлина върху организма може да доведе както до остри, така и хронични увреждания на окото.

Фактори, допринасящи за вредните ефекти на UV лъчението, са още степента на абсорбция на енергия, както и времето на експозиция. Колкото по-голяма е дължината на вълната, толкова по-голяма вероятност има да премине през прозрачните очни структури. С намаляване на дължината до около 280 nm пенетрацията рязко намалява и до 100% от лъчите се абсорбират от роговицата (17).

Докато за диагностиката на кожните увреждания от много години се използва лампа на Woods, в офталмологията едва от скоро се използва и обективен метод за детекция и проследяване на измененията по предна очна повърхност (ПОП). Една от първите такива установки е разработена от проф. Минас Коронео и представлява камера за детекция на зони на конюнктивална автофлуоресценция (18).

ЦЕЛ

Целта на настоящото проучване е да е представят резултатите, получени с камера за детекция на измененията по предна очна повърхност, предизвикани от ултравиолетова светлина, като обективен метод за диагностика и проследяване, както и да се представят резултатите от анкета относно информираността на хората за ефектите на UV радиацията върху организма, начините за протекция и връзката между експозиция и изменения.

them is absorbed by the ozone layer, about 15% reaches the Earth's surface, and in addition to sunburn, they are a potential risk factor for chronic damage to the eye and skin neoplasms (12).

- UVC rays have a length between 280 nm and 100 nm. Due to their specific length, these waves are completely absorbed by the ozone layer. Sources of such waves are mostly man-made—welding tools, disinfection devices, and mercury lamps (13).

In modern times, we are surrounded not only by natural UV radiation, but also, to a large extent, by artificial sources of such radiation. The main examples are the blacklights (primarily a source of UVA rays) (14), short-wave quartz lamps, with an emission peak between 253.7 nm and 185 nm, which are also used for medical purposes (15). The main principle of action is expressed in impaired connection of the pairs of bases in DNA and the creation of pyrimidine dimers. This inactivates most bacteria, viruses, and single-celled parasites (16).

The COVID-19 pandemic has led to the widespread use of various air disinfection devices—UV lamps, UV air purifiers, etc. Their uncontrolled use and the lack of awareness among people about the effects of ultraviolet light can lead to both acute and chronic damage to the eye.

Factors contributing to the harmful effects of UV radiation are the degree of energy absorption as well as the exposure time. The longer the wavelength, the more likely it is to pass through the transparent eye structures. As the length decreases to about 280 nm, the penetration sharply decreases, and up to 100% of the rays are absorbed by the cornea (17).

A Wood's lamp has been used for the diagnosis of skin damage for many years, but in ophthalmology only recently an objective method for detection and follow-up of anterior eye surface changes has been used. One of the first such devices was developed by Prof. Minas Coroneo (18).

AIM

The purpose of the present study is to show the results obtained with a camera for detection of changes on the anterior ocular surface, caused by ultraviolet light, as an objective method for diagnosis and follow-up, as well as to present the results from a survey about people's awareness on the effects of UV radiation on the body, ways of protection, and the relationship between exposure and changes.

MATERIALS AND METHODS

The present study was conducted at the Department of Ophthalmology and Visual Sciences of the Medical University of Varna and the Specialized Eye Hospital in Varna. The study was randomized and covered a period from the beginning of 2014 to 2021. Data was collected from a total of 120 randomly chosen participants. After filling out an informed consent and questionnaire, a complete eye examination was performed and the anterior ocular surface was examined with an improved version of the UV autofluorescence detection camera, allowing more detailed images and capturing areas of smaller size and intensity. The camera was developed in the Specialized Eye Hospital in Varna and the Medical University of Varna (Fig. 1).

Each eye was documented in three gaze positions (primary position, left and right gaze). The collected information was analyzed and



Fig. 1. Camera for conjunctival autofluorescence detection.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Настоящото проучване е проведено в Катедрата по очни болести и зрителни науки на Медицински университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна и Специализираната болница по очни болести за активно лечение (СБОБАЛ) – Варна. Проучването е рандомизирано и обхваща период от началото на 2014 г. до 2021 г. Събрани са данни от общо 120 участници, подбрани на случаен принцип. След получаване на информирано съгласие и на анкетна карта беше извършен пълен очен преглед и документирана предната очна повърхност с подобрена версия на камерата за детекция на УВ изменения, позволяваща по-детайлни снимки и улавяне на зони с по-малка площ и интензивност, разработена съвместно в СБОБАЛ – Варна и Медицински университет – Варна (Фиг. 1).

Всяко око беше документирано в три погледни позиции (първа позиция, поглед наляво и поглед надясно). Събраната информация беше анализирана и обработена със програма ImageJ и статистически софтуер SPSS, ver. 19.0. Получените снимки с ниско качество, непозволяващо обработка и получаване на резултат (площ и интензитет на находката) бяха изключени от статистическия анализ.

Използваната анкетна карта за защитните навици на участниците съдържа въпроси на достъпен език, голяма част от тях със снимки. Част от тях се отнасяха за възрастта, пола и професията, както и професионалния стаж, с оглед с по-висока честота на УВ увреждания по ПОП при продължителна експозиция при някои професии (работници на открито, заварчици). Друга категория въпроси бяха свързани с познанията на участниците за ултравиолетовия спектър, асоциацията между УВ, кожата и очни изменения и не на последно място – за личните защитни навици за очна протекция.

РЕЗУЛТАТИ

В проучването бяха включени участници на възраст от 18 до 85 години. Средната възраст беше 50,03 г., $SD \pm 14,279$. Повечето от участниците бяха от мъжки пол (мъже – 71.67%, $n=86$, жени – 28,33%, $n=34$). Разликата в броя на участници се обяснява донякъде с по-честия травматизъм при професии, традиционно смятани за мъжки – строителни работници и заварчици, посещаващи много по-често СБОБАЛ с оплаквания,



processed with ImageJ program and SPSS, ver.19.0. statistical software. The photos with low quality, not allowing processing and obtaining a result (area and intensity of the finding), were excluded from the statistical analysis.

The questionnaire determining the participants' protective habits contained questions in understandable language, many of them with pictures. Some of them were related to age, sex, and occupation, as well as professional experience, in view of a higher frequency of UV injuries of the anterior eye surface related to long-term exposure in some occupations (outdoor workers, welders). Another category of questions was related to the participants' knowledge of the UV spectrum, the association between UV, skin and eye changes, and, last but not least, personal protective habits for eye protection.

RESULTS

Participants aged 18 to 85 were included in the study. The mean age was 50.03 years, $SD \pm 14.279$. Most of the participants were male (men—71.67%, $n=86$; women—28.33%, $n=34$). The difference in the number of participants is explained to some extent by the more frequent traumatism in occupations traditionally considered male—construction workers and welders, who have visited the Specialized Eye Hospital in Varna much more often with complaints related to acute and chronic damage to the anterior eye surface. It is namely these occupations that are more frequently associated with changes of the anterior eye surface caused by chronic UV radiation, which coincides with the studies of other authors. The majority of the participants were between 40 and 65 years old (Fig. 2).

In some of the participants—40.83% ($n=49$), no areas of conjunctival autofluorescence (CUVAF) were found in any of the three viewing positions. The mean age of the participants without CUVAF was 33.45 years, $SD \pm 12.48$. Of the participants without statistically significant areas of autofluorescence, men were 46.94% ($n=23$). Female participants without statistically significant CUVAF zones were 53.06%, $n=26$, respectively (Fig. 3).

In the majority of participants, areas with changes of the anterior ocular surface were observed. This group represented 59.17% of the total number of participants ($n=71$). Here, the average age of the participants was higher—45.42 years, $SD \pm 13.23$. From the group with available CUVAF zones, men were significantly more as a percentage than women: men with CUVAF zones—88.73%, ($n=63$), women with CUVAF zones—11.27% ($n=8$) (Fig. 4). The frequency

свързани с остри и хронични увреждания на предна очна повърхност. Именно тези професии са по-често асоциирани с изменения на предна очна повърхност, предизвикани от хронично УВ лъчение, което съвпада с проучванията и на други автори. Преобладаващата част от участниците беше между 40 г. и 65 г. (Фиг. 2).

При част от участниците – 40.83% ($n=49$), не се установиха зони на конюнктивална автофлуоресценция (CUVAF) в нито една от трите погледни позиции. Средната възраст на участниците без CUVAF беше 33.45 г., $SD \pm 12.48$. От участниците без налични зони на автофлуоресценция мъжете са съответно 46.94% ($n=23$). Участниците от женски пол без налични зони на CUVAF бяха съответно 53.06%, $n=26$ (Фиг. 3). При преобладаващата част от участниците се наблюдаваха зони с изменения по предна очна повърхност, като тази група представляваше 59.17% от общия брой участници ($n=71$). Тук средната възраст на участниците е по-висока – 45.42 г., $SD \pm 13.23$. От групата с налични CUVAF зони мъжете бяха процентно значително повече от жените със изменения – мъже със зони на CUVAF – 88.73%, ($n=63$), жени с налична CUVAF – 11.27% ($n=8$). Честотата на зоните (назално, темпорално или двустранно) варира при различните участници.

Под внимание беше взето освен наличието на зони на автофлуоресценция, така и интензитетът и площта на промените. С напредване на възрастта на участниците се наблюдаваше както увеличаване на процента участници с изменения, така и увеличаване по площ и интензитет на зоните с промени. Това говори за кумулативен ефект на ултравиолетовото лъчение, като ефектът е по-изразен при професии, прекарващи значително време на открито – селскостопански работници, строители, както и такива, които са подложени на интензивно УВ лъчение, макар за по-кратък период от време (заварчици). В тези случаи обработката със софтуер ImageJ и внимателното анализиране на снимката могат да покажат обективно площта на изменението. Това позволява методът за детекция на конюнктивална автофлуоресценция да се

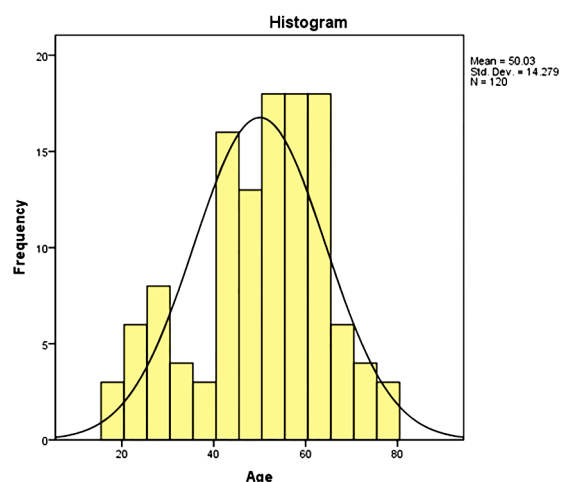


Fig. 2. Histogram, representing the mean age of the participants.

of the zones (nasal, temporal or bilateral) varied among the different participants.

In addition to the presence of autofluorescence zones, the intensity and area of the changes were taken into account. With the increase in the age of the participants, the percentage of people with conjunctival autofluorescent (CUVAF) zones was observed to increase, and the zones themselves increased in area and intensity. This confirms the theory of the cumulative effect of ultraviolet radiation, and the effect is especially strong with occupations that spend considerable time outdoors—agricultural workers, construction workers, as well as those who are exposed to intense UV radiation, even for a short period of time (welders). In these cases, processing with ImageJ software and carefully analyzing the photograph can objectively show the area of the change. The conjunctival autofluorescence detection method can be used to diagnose discrete changes and progression of UV-induced anterior eye segment diseases (Fig. 5).

Of particular interest were the possible changes in young people who did not have the habit of protecting their eyes against UV radiation. For this purpose, for the period of the study, mainly young people aged 18 to 35 were examined, who regularly visited the beach or solarium without using glasses, hats, or other sun protective means.

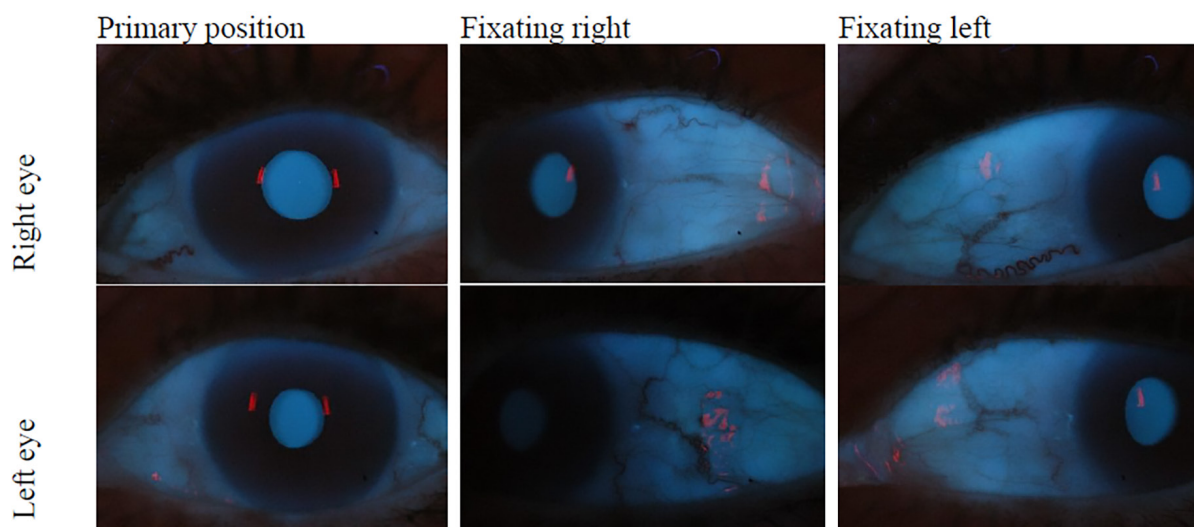


Fig. 3. Right and left eye, different fixating directions, no significant signs of conjunctival autofluorescence.

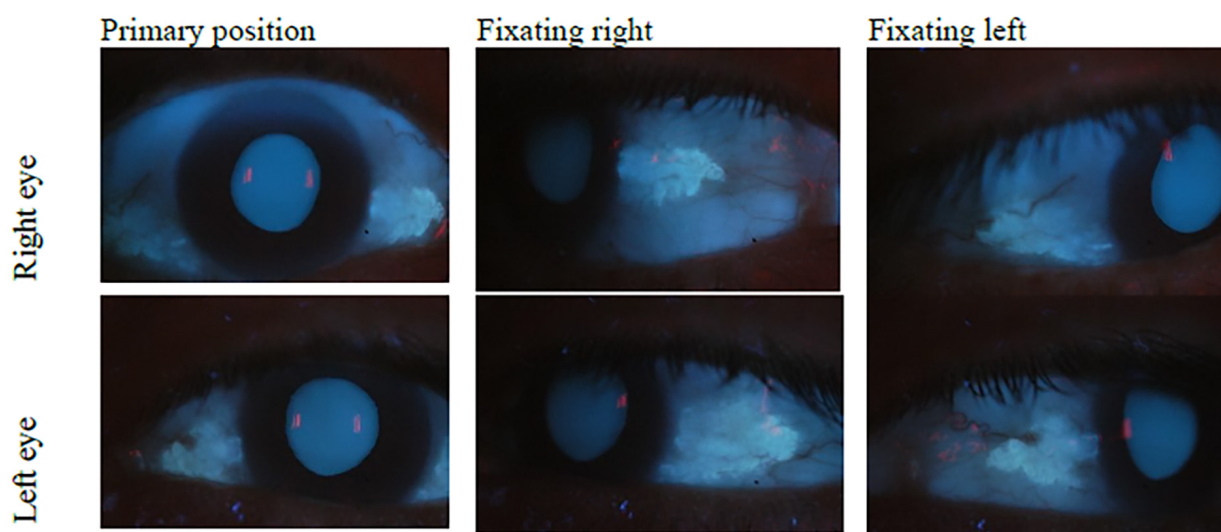


Fig. 4. Right and left eye, different fixing directions, visible signs of conjunctival autofluorescence.

използва за диагностика на дискретни изменения и прогресия на заболявания на ПОП, предизвикани от УВ радиация (Фиг. 5). Особен интерес предизвикаха евентуалните промени при млади хора, които нямат навик за очна протекция от УВ лъчението. Към тази група за периода на проучването бяха изследвани предимно млади хора на възраст от 18 до 35 г., които системно посещават плаж или солариум, без да използват очила, шапка или други средства. Характерното при УВ експозиция по време на плаж е, че значителна енергия идва както директно от слънцето, така и от отразяване в пясък и вода, увеличавайки кумулативната доза, на която е изложено окото. Друг фактор, увеличаващ риска, е липсата на естествена протекция за отразена светлина от анатомични особености (веждите, положението на орбитата в лицевия череп и клепачите са от малка ползва при разсеяната и отразената светлина). При тези участници се наблюдаваха малки, но определено видими зони на конюнктивална автофлуоресценция след интензивен плаж (Табл. 1). Предстои да бъдат събрани данни за обратимостта на тези промени при прекратяване на експозицията на интензивно УВ лъчение. Получените резултати от анкетата показват сравнително ниски нива на информираност относно ултравиолетовата

An important characteristic of UV exposure at the beach is that a significant part comes not only from the sun directly, but also from the reflection of sand and water, increasing the cumulative exposure dose. Another factor increasing the risk is the lack of natural protection against reflected light from anatomical features (eyebrows, the position of the orbit in the facial skull, and the eyelids are of little use for scattered and reflected light). In these participants, small but definitely visible areas of conjunctival autofluorescence were observed after intense beach exposure (Table 1). Data on the reversibility of these changes upon cessation of exposure to intense UV radiation remain to be collected. The survey results show relatively low levels of awareness about UV light and the potential harm it can cause. While nearly 90% ($n=108$) of the respondents were informed about the relationship between sunlight and skin burning during the beach exposure, and 81.67% ($n=98$) made an association between long-term UV exposure with skin melanoma, only 9.17% ($n=11$) made an association with potential eye damage.

The low level of awareness is also confirmed also by another question—the one about the UV radiation during different seasons. A large percentage of respondents—84.16% ($n=101$), associated UV radiation only with the summer season, totally ignoring protective

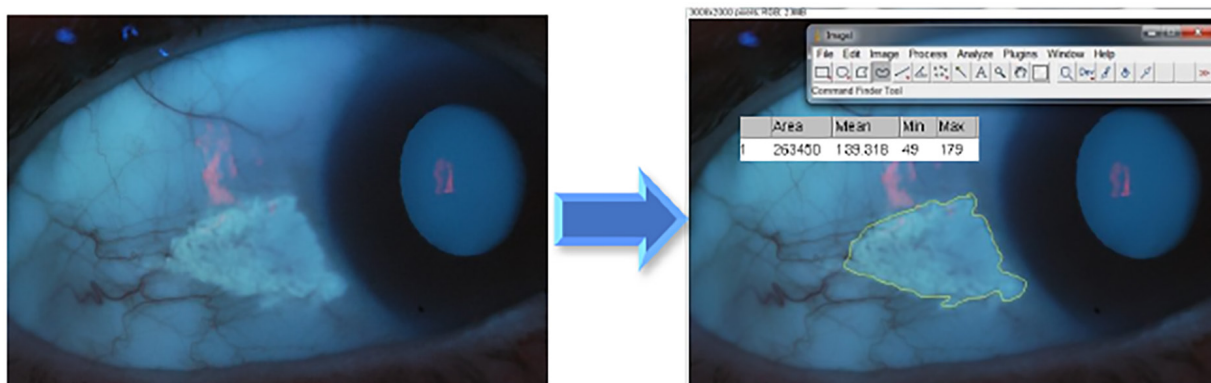
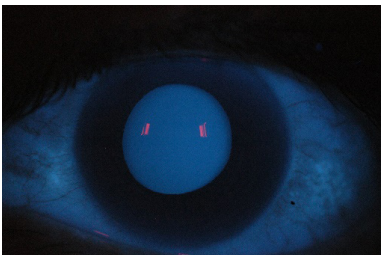


Fig. 5. ImageJ analysis of CUVAF zone.

Tabl. 1. Conjunctival autofluorescence after intensive sunbath.

	Right eye	Left eye
Before sunbath		
After sunbath		

светлина и потенциалната увреда, която може да нанесе. Докато близо 90% (n=108) от анкетираните са информирани за връзката между слънчева светлина и кожно изгаряне по време на плаж и 81,67% (n=98) правят асоциация между продължителна УВ експозиция с кожен меланом, то едва 9,17% (n=11) правят асоциация с потенциалните очни увреждания. Ниската степен на информираност се потвърждава и от друг въпрос – този за сезонността на УВ лъчението. Голям процент от анкетираните – 84.16% (n=101), асоциират УВ радиацията единствено с летния сезон, тотално пренебрегвайки предпазните средства (шапка, слънчеви очила, контактни лещи) през останалото време (Фиг. 6).

ДИСКУСИЯ

Ултравиолетовото лъчение е незаменима част от заобикалящата ни среда. Макар необходимо за живота на Земята, в прекомерни дози би могло да окаже неблагоприятен ефект.

Една от най-често уврежданите структури е кожата като най-голям орган. И докато кожните изменения и асоциацията с УВ експозицията са добре известни на хората, то поради специфичния си спектър тези вълни остават невидими за окото, което ги прави потенциално опасни.

Добре описана е връзката между ултравиолетовата светлина и някои заболявания на окото. Едно от най-честите заболявания, което се асоциира с хронична експозиция, е пterygium. Едно от мащабните проучвания по темата е проведено в Австралия и обхваща повече от 100 000 жители, като резултатите показват строга корелация между високия УВ индекс, средната честота на слънчеви дни годишно и честотата на pterygium. Като допълнителни фактори са описани ниският стандарт на живот, хигиена и хранене (19). Ichiro Kawai и сътр. публикуват труд, в който са изследвани 191 японски заварчици на средна възраст 41 години (17-65 г.) в Осака и 3 фабрики за заварки и производство на мостове и

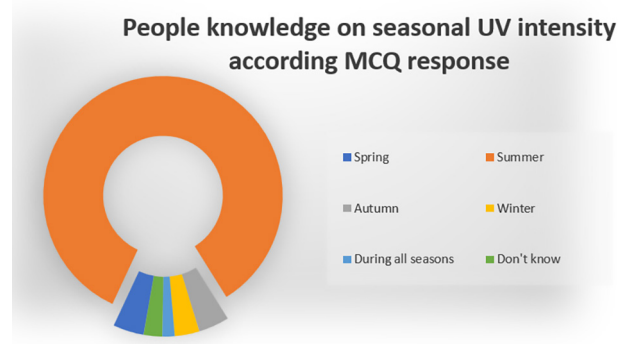


Fig. 6. People's knowledge on seasonal UV intensity according to the MCQ responses.

equipment (hat, sunglasses, contact lenses) during the rest of the year (Fig. 6).

DISCUSSION

Ultraviolet radiation is a constant part of our environment. Although necessary for life on Earth, in excessive doses it could have an adverse effect.

One of the most frequently damaged structures is the skin as the largest and most superficial human organ. While skin changes and the association with UV exposure are well known to humans, due to their specific spectrum, these waves remain invisible to the eye, making them potentially dangerous.

The relationship between UV light and certain eye diseases is well described. One of the most common diseases associated with chronic exposure is pterygium. One of the large-scale studies on the subject was conducted in Australia and covered more than 100,000 residents, and the results showed a strict correlation between a high UV index, the average number of sunny days per year, and the incidence of pterygium. The low standard of living, hygiene, and nutrition are described as additional factors (19).

кули. Резултатите, които групата публикува, недвусмислено потвърждават по-високата честота на птериgium при заварчиците – 17 човека от 191 изследвани. В контролната група е имало само един случай измежду всичките 214 работници. Честотата на птериgium нараства с нарастване на стажа като заварчик (20).

Според теория на проф. Минас Коронео по-високата честота на формиране на птериgium назално се обяснява с фокусирането на периферно попадащата светлина върху роговицата назално. Според хипотезата пречупването и пълното вътрешно отражение могат да доведат до 20-кратно увеличение на енергията, достигаща лимба назално (21).

В проучване, проведено на остров Норфолк, са представени данни от детекция на конюнктивална автофлуоресценция, като резултатите показват по-изразени зони с по-голяма площ в по-млада възраст. При настоящото проучване с напредване на възрастта се увеличаваше както броят на участниците със зони на УВАФ, така и площта и интензитетът на тези участъци.

В едно от проучванията си проф. Минас Коронео обяснява по-честото развитие на птериgium и зони с УВАФ назално от лимба в резултат на пълното вътрешно отражение на роговицата и фокусирането на ултравиолетовите лъчи предимно в тази област. Това не кореспондира напълно с получените данни от настоящото проучване, тъй като макар назално наистина да има зони на УВАФ, статистически не преобладават значимо над зоните темпорално или двустранно. В литературата липсват данни за директно сравнение на данните, получени с камера за УВАФ изменения и резултатите от хистологично изследване на съответната тъкан след ексцизия, което би могло да бъде обект на бъдещо проучване.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В съвременната медицина се обръща все по-голямо значение освен на отделните нозологични единици и лечението им, така и ранната диагностика, превенцията и търсенето на субклинични изменения.

В офталмологията едва от няколко години се говори за обективно документиране на ултравиолетовите изменения по предна очна повърхност и е създаден методът за детекция на принципа на автофлуоресценция. Този метод би могъл да се използва за обективна ранна детекция и проследяване на измененията по ПОП, в това число заболявания като пингвекула и птериgium, както и да подобри познанията за тези заболявания.

Като бъдещи цели се поставят проследяването на световния опит с този метод, събирането на допълнителни данни, анализ, както и разширяване на проучването. Съпоставянето на данните, получени с камера за детекция на изменения по ПОП, и резултатите от хистологично изследване на съответната тъкан биха били предмет на бъдещо проучване.

Ichiro Karai et al. published a paper in which 191 Japanese welders with an average age of 41 years (17–65) were studied in Osaka and 3 bridge and tower welding and manufacturing factories. The results that the group published unequivocally confirm the higher frequency of pterygium in welders—17 people out of 191 examined. In the control group, there was only one case among all 214 workers. The incidence of pterygium increases with increasing length of service as a welder (20).

According to Prof. Minas Coroneo's theory, the higher frequency of pterygium formation nasally is explained by the focusing of peripherally incident light on the cornea nasally. According to the hypothesis, refraction and total internal reflection can lead to a 20-fold increase in energy reaching the limbus nasally (21).

In a study conducted on Norfolk Island, data from conjunctival autofluorescence detection is presented, with results showing more pronounced areas with a larger area at a younger age. In the present study, both the number of participants with UVAF areas, as well as the area and intensity of lightening in them, increased with the increase in age.

In one of his studies, Prof. Minas Koroneo explains the more frequent development of pterygium and areas with UVAF nasally to the limbus as a result of the total internal reflection of the cornea and the focusing of UV rays mainly in this area. This does not fully correspond with the data obtained from the present study, because although nasally there are indeed UVAF areas, statistically they do not significantly predominate, temporally or bilaterally, over areas. There is lack of data in the literature on a direct comparison of the results obtained with a camera for UVAF changes and the results of histological examination of the same tissue after excision, which could be the subject of future research.

CONCLUSION

In modern medicine different disease entities and their treatment are not the only important factors, but also early diagnosis, prevention, and the search for subclinical changes.

In ophthalmology, only a few years ago, a method for detection and follow-up based on the principle of autofluorescence of UV changes on the anterior ocular surface was described. This method could be used for the objective early detection and follow-up of changes in anterior eye segment, including pinguecula and pterygium, and improve the knowledge of these diseases.

Future goals include tracking the global experience with this method, collecting additional data, analysis, and expanding the study. The comparison of the data obtained with the camera for detection of changes in the anterior eye segment and the results of a histological examination of the same tissue would be a subject of a future study.

REFERENCES

1. Boernstein WS. Classification of the human senses. *Yale J Biol Med.* 1955 Dec-1956 Feb;28(3-4):208-15.
2. Chemoreceptor - an Overview. ScienceDirect Topics. Available from: <https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/chemoreceptor>.
3. Stolovitch HD, Keeps EJ. Telling Ain't Training. American Society for Training and Development; 2002. pp. 19-22.
4. Medina J. Brain rules: 12 principles for surviving and thriving at work, home, and school. Pear Press. 2014. pp. 221-231.

5. Garrity J. Protective features of the eyes - eye disorders. MSD manual consumer version [Internet]. [10 November 2018]. Available from: <https://www.msdmanuals.com/home/eye-disorders/biology-of-the-eyes/protective-features-of-the-eyes>.
6. Li GY, Fan B, Ma TH. Visible light may directly induce nuclear DNA damage triggering the death pathway in RGC-5 cells. *Mol Vis*. 2011;17:3279-89.
7. Solar Spectral Irradiance: Air Mass 1.5" [Internet]. [27 January 2011. Retrieved 12 November 2009]. Available from: https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/194807/mod_folder/content/0/reddc.nrel.gov-Solar%20Spectral%20Irradiance%20Air%20Mass%2015.pdf?forcedownload=1.
8. Novelline R. Squire's Fundamentals of Radiology. 5th Edition. Harvard University Press; 1997.
9. What Is Ultraviolet (UV) Radiation? [Internet]. [9 November 2018]. Available from: <https://www.cancer.org/cancer/skin-cancer/prevention-and-early-detection/what-is-uv-radiation.html>.
10. Energy, wavelength and electron transitions [Internet]. 2020. Available from: <http://www.kentchemistry.com/links/AtomicStructure/waveenergy.htm>
11. Keyse SM, Tyrrell RM. Heme oxygenase is the major 32-kDa stress protein induced in human skin fibroblasts by UVA radiation, hydrogen peroxide, and sodium arsenite. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1989;86(1):99-103. doi: 10.1073/pnas.86.1.99.
11. McElroy CT, Fogal PF. Ozone: from discovery to protection. *Atmos Ocean*. 2008;46(1):1-13. doi: 10.3137/ao.460101.
12. The difference between UVA, UVB, and UVC rays. UPMC HealthBea [Internet]. [accessed 12 November 2018]. Available from: <https://share.upmc.com/2014/07/difference-between-uva-uvb-uv-c/#:~:text=UVC%20rays%20penetrate%20the%20body,cancerous%20spots%20known%20as%20melanoma>.
13. Morison WL. Skin cancer and artificial sources of UV radiation. *J Dermatol Surg Oncol*. 1988;14(8):893-6. doi: 10.1111/j.1524-4725.1988.tb03593.x.
14. 'Followup _ cons _ uv _ en.Pdf' (Internet) [accessed 4 December 2018].
15. Timmermann LF, Ritter K, Hillebrandt D, Küpper T. Drinking water treatment with ultraviolet light for travelers -- Evaluation of a mobile lightweight system. *Travel Med Infect Dis*. 2015;13(6):466-74. doi: 10.1016/j.tmaid.2015.10.005.
16. Markov T. Radiation-induced eye damage. Sofia: Meditsina i Fizkultura; 1990. (in Bulgarian).
17. Yazar S, Cuellar-Partida G, McKnight CM, Quach-Thaniorn P, Mountain JA, Coroneo MT, et al. Genetic and environmental factors in conjunctival UV autofluorescence. *JAMA Ophthalmol*. 2015;133(4):406-1
18. Moran DJ, Hollands FC. Pterygium and ultraviolet radiation: a positive correlation. *Br J Ophthalmol*. 1984;68(5):343-6. doi: 10.1136/bjo.68.5.343.
19. Karai I, Horiguchi S. Pterygium in welders. *Br J Ophthalmol*. 1984;68(5):347-9. doi: 10.1136/bjo.68.5.347.
20. Coroneo MT. Pterygium as an early indicator of ultraviolet insolation: a hypothesis. *Br J Ophthalmol*. 1993;77(11):734-9. doi: 10.1136/bjo.77.11.734.