

PRIPOROČILA ZA ZAŠČITO OČI PRED ULTRAVIJOLIČNIM SEVANJEM

Mojca Urbančič, Dragica Kosec, Ana Gornik, Manca Tekavčič Pompe

1. Uvod

Ultravijolično (UV) sevanje, tako naravno (sonce) kot umetno (umetni viri UV sevanja), lahko poškoduje oči. Prevelika izpostavljenost UV žarkom zvišuje tveganje za nastanek nekaterih očesnih bolezni.

Glavni vir UV sevanja (100-400 nm) je sončna svetloba. Zemeljska atmosfera absorbira krajše valovne dolžine sončne svetlobe oziroma UV sevanja, UV-C žarki (280-100 nm) se tako v celoti absorbirajo v ozonski plasti atmosfere. UV-sevanje, ki doseže Zemljino površino, je sestavljeno iz približno 95% UV-A žarkov (400-315 nm) in 5% UV-B žarkov (315-280 nm). Razmerje med UV-A in UV-B je odvisno od višine sonca na obzorju, meglice ali oblačnosti in atmosferskega onesnaženja (1,2).

Direktna sončna svetloba le delno prispeva k celotni izpostavljenosti človeka UV sevanju. V običajnih razmerah je več kot 50% UV sevanja, ki mu je izpostavljeno oko, posledica razpršenega in od oblakov ali meglic odbitega sevanja ter sevanja, ki se odbija od tal. Od tal odbito sevanje je odvisno od površine: travnata površina odbije 2-4%, sneg pa kar 94% UV sevanja (2,3).

Zaradi svoje funkcije in zgradbe (slika 1) je oko zelo občutljivo na svetlobno poškodbo. Vpliv valovne dolžine svetlobe na potencialno poškodbo očesa lažje razumemo, če poznamo absorpcijski spekter posameznih očesnih struktur (slika 2)(1).

UV indeks, ki velja kot merilo za velikost učinka UV sevanja na kožo, je za oko neuporaben oziroma zavajajoč (4). Doza UV sevanja na kožo je namreč bistveno manjša kot doza, ki jo v enakih pogojih prejme oko, saj je oko bolj izpostavljeno od tal odbitemu UV sevanju, dodaten neugodni dejavnik pa je tudi zbiralni učinek ukrivljene površine roženice(5). Za UV indeks na splošno velja, da je najvišji sredi dneva, vendar pa je UV sevanje za oči lahko bolj škodljivo zgodaj zjutraj ali pozno popoldan, torej v času, ko naj bi bila potencialna škoda UV sevanja za kožo manjša. Doza UV sevanja, ki jo prejmejo oči, je namreč zelo odvisna od višinskega kota Sonca. Delno zaščito očesa pred UV sevanjem predstavljajo anatomija obraza (zgornji rob očnice in nos delujeta kot zaščitna pregrada) in naravni zaščitni mehanizmi kot so oženje zenic in pripiranje oči (3). Velikost zenice vpliva na izpostavljenost leče in mrežnice. Zaradi nezaščitenosti očesa s temporalne strani in zbiralnega učinka roženice opazno več posledic UV sevanja nastane na nazalni strani očesa, na primer pingvekula, pterigij in kortikalna katarakta (slika 3)(2).

2. Škodljivi učinki UV sevanja na oči

UV sevanje povzroči fotokemično poškodbo tkiva, najpogosteje preko mehanizma fotooksidacije (1). Škodljivi učinki UV sevanja na oči so akutni in kronični.

2.1. Akutni učinki

Akutni učinki UV sevanja so *opeklina kože vek*, fotokonjunktivitis in fotokeratitis.

Fotokonjunktivitis

Fotokonjunktivitis je akutna UV poškodba veznice, ki se kaže z rdečino in oteklino veznice, pogosto je prisotno srbenje (2,6).

Fotokeratitis

Fotokeratitis je posledica akutnega fototoksičnega učinka na epiteljske celice roženice in keratocite, ki vodi v apoptozo celic in luščenje epitelija. Pogosto se pojavi zaradi UV izpostavljenosti na visokih nadmorskih višinah in snegu ter pri varjenju. Nekaj ur po prekomerni izpostavljenosti UV svetlobi se zaradi poškodbe roženičnega epitelija pojavi močna očesna bolečina z rdečino in oteklino veznice ter solzenjem, poškodovanca zelo moti svetloba. Ker ima epiteljski sloj roženice dobro sposobnost obnavljanja, težave minejo v 24-48 urah. V redkih primerih izpostavljenosti večjim dozam UV sevanja lahko pride do trajne okvare endotelija roženice, stromalnega edema z zamotnitvijo roženice in s tem do trajne okvare vida (2,6,7).

2.2. Kronični učinki

Z vidika posameznika, pa tudi z epidemiološkega stališča, so posledice kronične izpostavljenosti UV sevanju pomembnejše kot akutni učinki prekomerne izpostavljenosti. Na podlagi epidemioloških raziskav in raziskav na živalih so ugotovili, da UV sevanje vpliva na razvoj nekaterih bolezni.

Periorbitalna koža

Posledica dolgotrajne izpostavljenosti kože UV sevanju so izrazitejša starostna, degenerativna sprememba, aktinična keratoza ter razvoj malignih sprememb, kot so skvamoznocelični karcinom, bazalnocelični karcinom in maligni melanom kože. Kljub temu, da je površina periorbitalne kože relativno majhna, predstavljajo nemelanomski kožni karcinomi v tem področju kar 5-10% vseh kožnih karcinomov (2).

Roženica

Kronične spremembe roženice so posledica izpostavljenosti direktnim UV žarkom in poševnim UV žarkom, ki se odbijejo skozi roženico in prekatno vodico v področje limbusa na nasprotni, nazalni strani.

Sferoidalna degeneracija roženice in veznice (climatic droplet keratopathy)

Bolezen, ki spada med roženične degeneracije, je običajno bilateralna in asimetrična. Zaradi učinkov kumulativne izpostavljenosti UV sevanju in normalnih procesov staranja je oksidativni stres večji, izrazitejša je tudi vnetno dogajanje (8). Posledično se v predelu očesne reže pod epitelijem roženice odlagajo končni produkti glikozilacije v obliki kapljičastih depozitov ekstracelularnega matriksa (9). Odloženi depoziti povzročajo prekinitve Bowmanove membrane in iregularnost epitelija, kar občasno vodi v bolečo epitelno keratopatijo in erozije, možne so tudi sekundarne bakterijske okužbe roženice

(10). Živčni končiči v stromi roženice se morfološko spremenijo in postopoma propadajo, kar vodi v zmanjšano občutljivost roženice (11). Posledica kopičenja depozitov je postopna zamotnitev roženice in poslabšanje vida.

Pingvekula in pterigij

Oksidativni stres, ki je posledica izpostavljenosti UV sevanju, vodi v vnetje, katerega prve spremembe se kažejo na nazalnem delu limbusa kot pingvekula (slika 4.A), kasneje se razvije pterigij (slika 3.B). Pterigij je hiperplazija veznice zrkla, ki zaradi okvare limbalne pregrade raste preko limbusa na roženico (12,13). Zaradi zbiralnega učinka ukrivljene roženice in relativne nezaščitenosti očesa s temporalne strani, se tako pingvekula kot pterigij običajno pojavljata nazalno (slika 3). Spremembi sta pogostejši pri ljudeh, ki so veliko na prostem (5).

Keratokonus

Keratokonus je bolezen roženice, za katero so značilni progresivno konično bočenje in tanjšanje roženice ter iregularni astigmatizem. Na razvoj keratokonusa vpliva vrsta dejavnikov, med drugim tudi izpostavljenost UV sevanju, ki preko oksidativnega stresa privede do zmanjšanja gostote keratinocitov in števila lamel ter do degradacije fibroblastov v stromi roženice (1).

Sindrom suhega očesa

Solze absorbirajo UV žarke in vsebujejo antioksidante. S staranjem upada količina solz in antioksidantov v solzah, kar lahko pripomore k hujši okvari roženice (1,14).

Siva mrena (katarakta)

Dolgotrajna izpostavljenost UV sevanju je najpomembnejši dejavnik za nastanek sive mreže. UV sevanje z valovno dolžino do 400 nm se skoraj v celoti absorbira v leči (15). Raziskave so potrdile, da delo na prostem predstavlja tveganje za nastanek tako kortikalne (slika 3, slika 4.C) kot nuklearne sive mreže (16).

Prezgodnja starostna daljnovidnost (prematurna presbyopia)

V deželah z višjim UV sevanjem je večja incidenca zgodnje starostne daljnovidnosti. Denaturacija proteinov v leči vpliva na elastičnost in kasneje na skalitev leče (17).

Glavkom

Pri bolnikih s primarnim glavkomom odprtega zakotja so dokazali oksidativno UV-poškodbo DNA. Oksidativna UV-poškodba DNA pomembno korelira z znotraj očesnim pritiskom. Na dovzetnost za fotokemično poškodbo pomembno vplivajo genetski dejavniki (1).

Maligni melanom žilnice

V nasprotju s kožnim malignim melanomom, kjer je povezava z UV sevanjem jasna, za maligni melanom žilnice takšne povezave niso nedvomno potrdili. Nekatere raziskave kažejo na povezavo med izpostavljenostjo UV sevanju in razvojem malignega melanoma na svetlih, malo pigmentiranih šarenicah (slika 4.D)(18).

Starostna degeneracija rumene pege

Starostna degeneracija rumene pege je najpogostejši vzrok slepote v razvitem svetu pri ljudeh, starejših od 60 let. Kronična okvara mrežnice je posledica spremenjenega metabolizma v fotoreceptorjih in retinalnem pigmentnem epiteliju zaradi vnetnih procesov in sprememb v prekrvavitvi. Druze, tipične spremembe pod mrežnico, so posledica kopičenja razgradnih produktov lipidne peroksidacije in delovanja kisikovih prostih radikalov. Ker je patogeneza bolezni izrazito multifaktorialna, so si rezultati raziskav glede povezanosti bolezni z izpostavljenostjo UV sevanju pogosto nasprotujoči. Nedvomno je oksidativni stres pomemben dejavnik v razvoju bolezni (1). Kot kažejo izsledki novejših raziskav, k razvoju starostne degeneracije rumene pege najbolj prispeva modra

svetloba, manj UV sevanje. Količina UV sevanja, ki prodre do mrežnice, je majhna, saj se večina UV žarkov absorbira že v tkivih sprednjega očesnega segmenta do leče (2,19).

3. Priporočila za zaščito oči pred UV sevanjem

3.1. Splošna priporočila

Splošna priporočila so:

- Izogibanje izpostavljenosti UV sevanju med 10. in 17. uro in zadrževanje v senci
- Zaščitna pokrivala (klobuk s širokimi kraji, kapa s ščitnikom)
- Sončna očala, ki blokirajo 99 -100% UV sevanja in prepuščajo 75 – 90% vidne svetlobe (leče CE UV400; očalni okvirji, ki ščitijo tudi s strani)

Izogibanje izpostavljenosti UV sevanju med 10. In 17. uro in zadrževanje v senci

Priporočilo temelji na študijah o izpostavljenosti kože UV sevanju (20-22). Oči so lahko bolj izpostavljene v zgodnejših ali poznih urah, ko je sonce nizko nad obzorjem in je več odboja svetlobe od tal (2,3), zato sta za zaščito oči pomembnejši priporočili zaščitno pokrivalo in sončna očala.

Zaščitna pokrivala (klobuk s širokimi kraji, kapa s ščitnikom)

Pokrivala omogočajo zaščito oči pred UV sevanjem z zgornje strani.

Sončna očala, ki blokirajo 99 -100% UV sevanja in prepuščajo 75 – 90% vidne svetlobe (leče CE UV400; očalni okvirji, ki ščitijo tudi s strani)

Samo očala z lečami, ki blokirajo 99-100% UV sevanja oziroma sevanje do 400 nm, omogočajo ustrezno zaščito. Za otroke so priporočljive leče iz polikarbonata ali CR-39 materiala. Temnejša očala ne pomenijo avtomatično boljše zaščite pred UV sevanjem. Barva leč v očalih ne vpliva na prehajanje UV sevanja, je pa kontrastna občutljivost boljša s rjavimi ali rožnatimi lečami. Polarizirane leče same po sebi prav tako ne nudijo zaščite pred UV sevanjem, zmanjšajo pa bleščanje in so zato prijetnejše za uporabo (23).

Okvirji očal naj bodo čim večji, optimalna je tudi zaščita s strani. Leče v očalih kot navpična pregrada ščitijo oči pred UV žarki, vendar pa velik del UV sevanja doseže oči mimo okvirja – z zgornje, spodnje, stranske strani, pa tudi od zadaj. Za zaščito zgoraj lahko poskrbimo z ustreznim pokrivalom, za zaščito pred UV sevanjem iz drugih smeri pa z očali, ki imajo okvirje s stransko zaščito (24).

Kontaktne leče, ki blokirajo UV sevanje in segajo preko roba roženice, predstavljajo dovolj primerno zaščito za varno gibanje na prostem (25).

Sončna očala, ki so sicer ustrezna za običajno uporabo na prostem, ne ščitijo pred vsemi viri UV sevanja. Z običajnimi sončnimi očali (leče CE UV 400) ne moremo ustrezno zaščititi oči pred UV sevanjem v solarijih, na snežnih površinah v visokogorju in pri varjenju. Za te ekstremne pogoje so potrebni posebni filtri oziroma specialna očala. Običajna očala tudi ne zaščitijo pri gledanju v sonce (26). Gledanje v sonce lahko poškoduje oči in povzroči trajno okvaro vida, zato nikoli ne gledamo direktno v sonce!

3.2. Zaščita oči pri delu, kjer je prisotna večja izpostavljenost UV sevanju

Veljajo vsa splošna priporočila. Delo na prostem (gradbeni delavci, kmetje...) je priporočljivo organizirati v času, ko je izpostavljenost UV sevanju manjša. Kolikor je možno, naj delo poteka v senci. Kadar se za delo uporabljajo kot zaščitno sredstvo čelade, naj bodo to čelade s ščitnikom. Pri varjenju so potrebna specialna zaščitna očala ali maska (27).

3.3. Otroci in zaščita oči

Otroci na splošno potrebujejo večjo zaščito pred izpostavljanjem direktni sončni svetlobi kot odrasli, saj so bolj občutljivi za škodljive učinke UV sevanja, zlasti dolgoročne. Takoj po rojstvu leča prepušča vse UV žarke, saj je leča popolnoma prozorna, zenica pa širša kot pri odraslih (2), pri čemer se zenični odzivi še razvijajo (31). Z leti se prepustnost leče za UV sevanje zmanjšuje. Pri otrocih, starih 8-10 let, 2-5% UV žarkov doseže mrežnico, pri odraslih v starosti 25 let je delež UV žarkov, ki prodre do mrežnice, le 1-2% (28,29). Najboljša preventiva pred poškodbo očesnih struktur otroka je izogibanje direktni sončni svetlobi (predvsem v obdobju dneva, ko je UV vpliv največji, od 9. do 17. ure, odvisno od geografske lege).

Vpliv UV sevanja na oči je relativno dobro raziskan, precej manj pa je raziskan vpliv prekomerne uporabe zaščite za oči na razvijajočo se vidno funkcijo pri otroku. Potrebno je poudariti, da zaščita otroka pred soncem zajema ustrezno zaščito kože (krema za zaščito pred soncem, oblačila) in uporabo čepice s ščitnikom oz. strešice na otroškem vozičku. Uporaba zaščitnih sončnih očal, ki so ustrezno certificirana in ne prepuščajo nobene podskupine UV svetlobe (imajo čim višji E-SPF indeks)(30), je v našem geografskem prostoru pri sicer zdravih dojenčkih in predšolskih otrocih smiselna le v svetlobno zahtevnejših pogojih (visoka nadmorska višina, ob morju in drugih okoljih kjer lahko prihaja do povečanega odboja svetlobe ali je zaščita, ki jo pred UV predstavlja ozračje, slabša), saj ima prekomerna uporaba sončnih očal lahko tudi negativen vpliv na razvijajočo se vidno funkcijo.

Strukture v očesu otroka in njihova funkcija se razvijajo še večji del zgodnjega otroštva. Zenični odziv na svetlobo se razvija vsaj do 10. leta starosti (31), kar je eden izmed vzrokov za to, da dojenčkom in malčkom v naši geografski širini ne svetujemo stalne uporabe sončnih očal, razen v zahtevnejših svetlobnih pogojih, kamor sodita višja nadmorska višina (nad 1000 m) in morska obala (plaža), kjer je UV učinek izrazitejši zaradi odboja od morske gladine. Otroci lahko ob prekomerni uporabi zatemnjenih očal postanejo preobčutljivi na svetlobo (fotofobični - moti jih svetloba) že v običajnih svetlobnih pogojih.

Prekomerna uporaba zatemnjenih očal lahko vpliva na razvoj vidne funkcije pri otroku v prvih letih življenja, ko se razvija tudi akomodativna sposobnost vidnega aparata (32). Vpliva lahko tudi na kontrastno senzitivnost in barvni vid v različnih svetlobnih pogojih, kar bi lahko vodilo v neoptimalen razvoj vidne funkcije.

V zadnjem desetletju je povsod po svetu v porastu kratkovidnost med šolarji. Raziskave dokazujejo, da je najboljša preventiva pred nastankom kratkovidnosti zadostna količina časa, ki jo dojenček in nato malček preživi izpostavljen dnevni svetlobi (33). Priporočila zajemajo 10-15 ur tedensko, ki naj jih predšolski otrok preživi na dnevni svetlobi, kar je približno 2 uri dnevno. Raziskave na živalskih modelih za kratkovidnost so celo pokazale pozitiven vpliv UV žarkov na upočasnitev rasti zrkla (34). V poletnih mesecih, ko je izpostavljenost dnevni svetlobi višja, kratkovidnost napreduje počasneje (35). V luči omenjenih raziskav so se nekatere (predvsem skandinavske) države, kjer je zaradi manjše količine svetlobe, kumulativna izpostavljenost otroka dnevni svetlobi precej nižja kot denimo ob ekvatorju, v

svojih nacionalnih smernicah opredelile, da ob običajnih svetlobnih pogojih otrokom odsvetujejo uporabo sončnih očal. Po drugi strani je zaradi znane prisotnosti ozonske luknje v Avstraliji izdano nacionalno priporočilo za uporabo sončnih očal že v zgodnjem otroštvu (36,37).

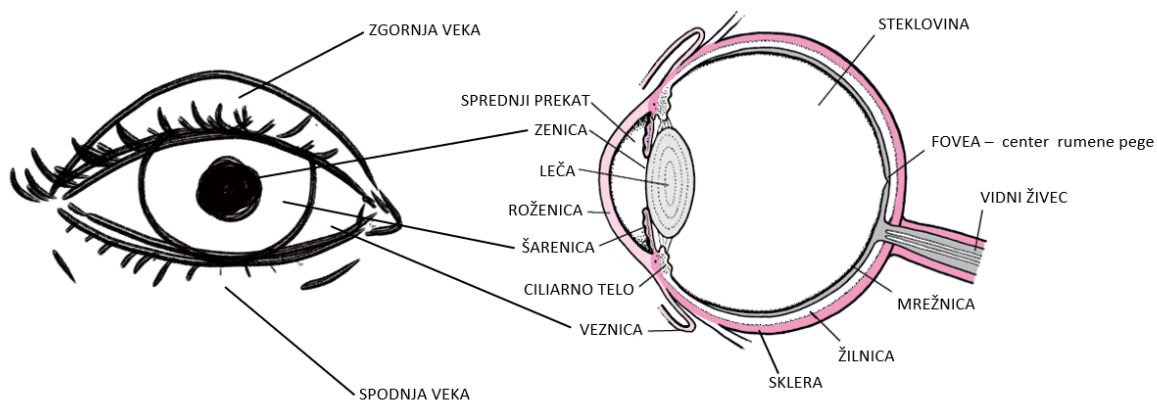
Slovenija se glede na geografski položaj nahaja nekje med obema ekstremnima poloma, zato naj v običajnih svetlobnih pogojih dojenčki in mlajši otroci (do 10. leta) sončnih očal ne uporabljajo, pač pa zgolj v zahtevnejših svetlobnih pogojih (kar je npr. obisk gora, obale morja (plaže) in drugih okolij, v katerih je količina odbite ali direktne sončne svetlobe visoka). Ves čas pa je priporočena uporaba kapice s ščitnikom in strešice na vozičku, ter splošno upoštevanje pravil o izpostavljenosti soncu kot veljajo za izpostavljenost kože. Kvalitetna otroška sončna očala morajo poleg certificiranih stekel (CE-UV 400) vsebovati tudi otroškemu obrazu primerne okvirčke, ki jih je pogosto težko najti. Tehnične zahteve so naslednje: dobra pozicija na nosku, udobna namestitev in stranska zaščita pred odbito svetlobo. Sončna očala z neustreznimi okvirčki za določen otrokov obraz, lahko privedejo do višje izpostavljenosti notranjih očesnih struktur UV svetlobi kot bi je bile le-te deležne zgolj z uporabo čepice s ščitnikom.

Priporočila za zaščito oči pred ultravijoličnim sevanjem je potrdil strokovni kolegij Očesne klinike UKC Ljubljana, dne 22.12.2022.

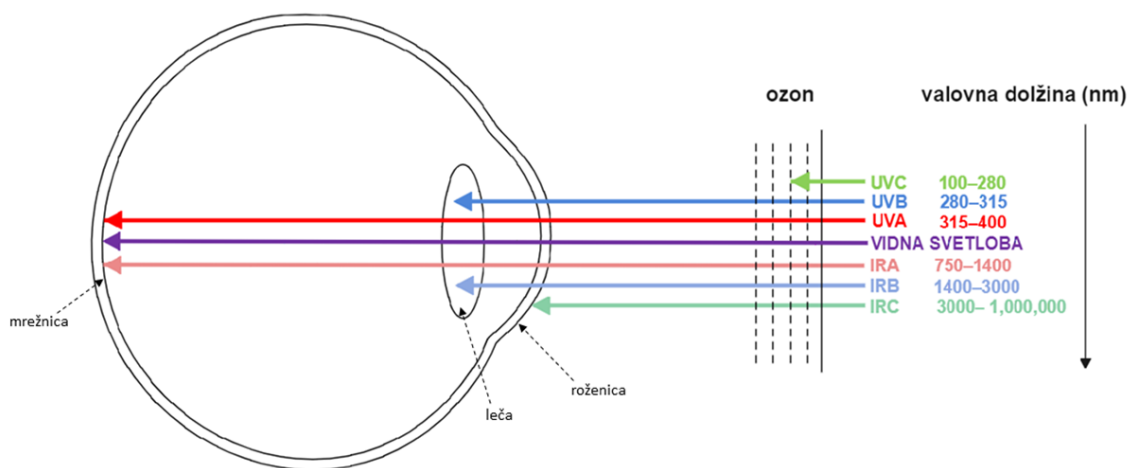
Reference

1. Ivanov IV, Mappes T, Schaupp P, Lappe C, Wahl S. Ultraviolet radiation oxidative stress affects eye health. *J Biophotonics*. 2018;11(7):e201700377. doi:10.1002/jbio.201700377
2. Behar-Cohen F, Baillet G, de Agyuavives T, et al. Ultraviolet damage to the eye revisited: eye-sun protection factor (E-SPF®), a new ultraviolet protection label for eyewear. *Clin Ophthalmol*. 2014;8:87-104. doi:10.2147/OPHT.S46189
3. Sliney DH. Ocular exposure to environmental light and ultraviolet--the impact of lid opening and sky conditions. *Dev Ophthalmol*. 1997;27:63-75. doi:10.1159/000425651
4. Sasaki H, Sakamoto Y, Schneider C, et al. UV-B exposure to the eye depending on solar altitude. *Eye Contact Lens*. 2011;37(4):191-195. doi:10.1097/ICL.0b013e31821fbf29
5. Coroneo M. Ultraviolet radiation and the anterior eye. *Eye Contact Lens*. 2011;37(4):214-224. doi:10.1097/ICL.0b013e318223394e
6. Yam JC, Kwok AK. Ultraviolet light and ocular diseases. *Int Ophthalmol*. 2014;34(2):383-400. doi:10.1007/s10792-013-9791-x
7. Podskochy A, Gan L, Fagerholm P. Apoptosis in UV-exposed rabbit corneas. *Cornea*. 2000;19(1):99-103. doi:10.1097/00003226-200001000-00019
8. Serra HM, Holopainen JM, Beuerman R, Kaarniranta K, Suárez MF, Urrets-Zavalía JA. Climatic droplet keratopathy: an old disease in new clothes. *Acta Ophthalmol*. 2015;93(6):496-504. doi:10.1111/aos.12628
9. Kaji Y, Nagai R, Amano S, Takazawa Y, Fukayama M, Oshika T. Advanced glycation end product deposits in climatic droplet keratopathy. *Br J Ophthalmol*. 2007;91(1):85-88. doi:10.1136/bjo.2006.099812
10. Sridhar MS, Garg P, Das S, Vemuganti G, Gopinathan U, Rao GN. Infectious keratitis in climatic droplet keratopathy. *Cornea*. 2000;19(4):455-458. doi:10.1097/00003226-200007000-00009
11. Urrets-Zavalía JA, Maccio JP, Knoll EG, Cafaro T, Urrets-Zavalía EA, Serra HM. Surface alterations, corneal hypoesthesia, and iris atrophy in patients with climatic droplet keratopathy. *Cornea*. 2007;26(7):800-804. doi:10.1097/ICO.0b013e31806bef31
12. Jaros PA, DeLuise VP. Pingueculae and pterygia. *Surv Ophthalmol*. 1988;33(1):41-49. doi:10.1016/0039-6257(88)90071-9
13. Chui J, Coroneo MT, Tat LT, Crouch R, Wakefield D, Di Girolamo N. Ophthalmic pterygium: a stem cell disorder with premalignant features. *Am J Pathol*. 2011;178(2):817-827. doi:10.1016/j.ajpath.2010.10.037
14. Choy CK, Cho P, Benzie IF. Antioxidant content and ultraviolet absorption characteristics of human tears. *Optom Vis Sci*. 2011;88(4):507-511. doi:10.1097/OPX.0b013e31820e9fe2
15. Young S, Sands J. Sun and the eye: prevention and detection of light-induced disease. *Clin Dermatol*. 1998;16(4):477-485. doi:10.1016/s0738-081x(98)00021-2
16. Modenese A, Gobba F. Cataract frequency and subtypes involved in workers assessed for their solar radiation exposure: a systematic review. *Acta Ophthalmol*. 2018;96(8):779-788. doi:10.1111/aos.13734
17. Truscott RJ. Presbyopia. Emerging from a blur towards an understanding of the molecular basis for this most common eye condition. *Exp Eye Res*. 2009;88(2):241-247. doi:10.1016/j.exer.2008.07.003
18. Schmidt-Pokrzywniak A, Jöckel KH, Bornfeld N, Sauerwein W, Stang A. Positive interaction between light iris color and ultraviolet radiation in relation to the risk of uveal melanoma: a case-control study. *Ophthalmology*. 2009;116(2):340-348. doi:10.1016/j.ophtha.2008.09.040
19. Lawrenson JG, Hull CC, Downie LE. The effect of blue-light blocking spectacle lenses on visual performance, macular health and the sleep-wake cycle: a systematic review of the literature. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2017;37(6):644-654. doi:10.1111/opo.12406
20. Matsumura Y, Ananthaswamy HN. Toxic effects of ultraviolet radiation on the skin. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2004;195(3):298-308. doi:10.1016/j.taap.2003.08.019

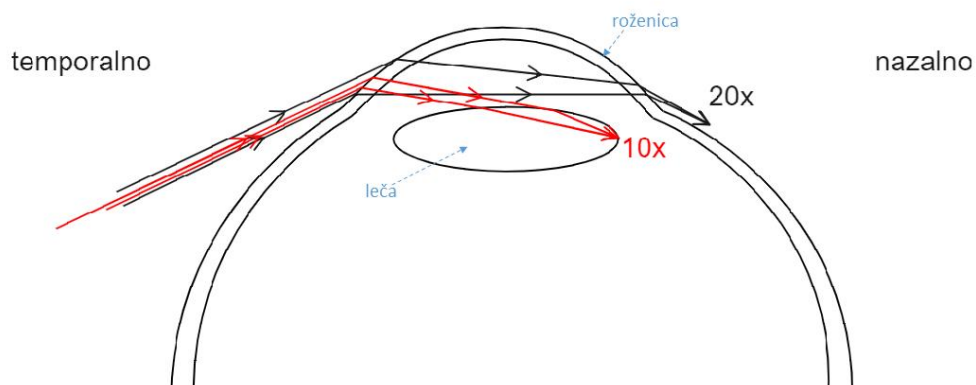
21. Battie C, Jitsukawa S, Bernerd F, Del Bino S, Marionnet C, Verschoore M. New insights in photoaging, UVA induced damage and skin types. *Exp Dermatol*. 2014;23 Suppl 1:7-12. doi:10.1111/exd.12388
22. Jou PC, Feldman RJ, Tomecki KJ. UV protection and sunscreens: what to tell patients. *Cleve Clin J Med*. 2012;79(6):427-436. doi:10.3949/ccjm.79a.11110
23. Leow YH, Tham SN. UV-protective sunglasses for UVA irradiation protection. *Int J Dermatol*. 1995;34(11):808-810. doi:10.1111/j.1365-4362.1995.tb04405.x
24. Rosenthal FS, Bakalian AE, Lou CQ, Taylor HR. The effect of sunglasses on ocular exposure to ultraviolet radiation. *Am J Public Health*. 1988;78(1):72-74. doi:10.2105/ajph.78.1.72
25. Walsh JE, Bergmanson JP, Saldana G Jr, Gaume A. Can UV radiation-blocking soft contact lenses attenuate UV radiation to safe levels during summer months in the southern United States? [published correction appears in *Eye Contact Lens*. 2003 Apr;29(2):135]. *Eye Contact Lens*. 2003;29(1 Suppl):S174-S194. doi:10.1097/00140068-200301001-00048
26. González Martín-Moro J, Hernández Verdejo JL, Zarallo Gallardo J. Photoc maculopathy: A review of the literature (I). *Maculopatía fótica: revisión de la literatura (I)*. *Arch Soc Esp Oftalmol (Engl Ed)*. 2018;93(11):530-541. doi:10.1016/j.oftal.2018.06.010
27. Modenese A, Korpinen L, Gobba F. Solar Radiation Exposure and Outdoor Work: An Underestimated Occupational Risk. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(10):2063. Published 2018 Sep 20. doi:10.3390/ijerph15102063
28. van Kuijk FJ. Effects of ultraviolet light on the eye: role of protective glasses. *Environ Health Perspect*. 1991;96:177-184. doi:10.1289/ehp.9196177
29. Green AC, Wallingford SC, McBride P. Childhood exposure to ultraviolet radiation and harmful skin effects: epidemiological evidence. *Prog Biophys Mol Biol*. 2011;107(3):349-355. doi:10.1016/j.pbiomolbio.2011.08.010
30. Behar-Cohen F, Martinsons C, Viénot F, et al. Light-emitting diodes (LED) for domestic lighting: any risks for the eye?. *Prog Retin Eye Res*. 2011;30(4):239-257. doi:10.1016/j.preteyeres.2011.04.002
31. Daluwatte C, Miles JH, Christ SE, et al. Age-dependent pupillary light reflex parameters in children. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2012;2012:3776-3779. doi:10.1109/EMBC.2012.6346789
32. Banks MS. The development of visual accommodation during early infancy. *Child Dev*. 1980;51(3):646-666.
33. Rose KA, Morgan IG, Ip J, et al. Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children. *Ophthalmology*. 2008;115(8):1279-1285. doi:10.1016/j.ophtha.2007.12.019
34. Torii H, Kurihara T, Seko Y, et al. Violet Light Exposure Can Be a Preventive Strategy Against Myopia Progression. *EBioMedicine*. 2017;15:210-219. doi:10.1016/j.ebiom.2016.12.007
35. Gwiazda J, Deng L, Manny R, Norton TT; COMET Study Group. Seasonal variations in the progression of myopia in children enrolled in the correction of myopia evaluation trial. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2014;55(2):752-758. Published 2014 Feb 4. doi:10.1167/iovs.13-13029
36. [https://www.wspos.org/wspos-sunlight-exposure-childrens-eyes-consensus-statement - dostop december 2022](https://www.wspos.org/wspos-sunlight-exposure-childrens-eyes-consensus-statement-dostop-december-2022)
37. https://ranzco.edu/wp-content/uploads/2018/11/RANZCO-Position-Statement_UV-Eye-Protection_2021.pdf



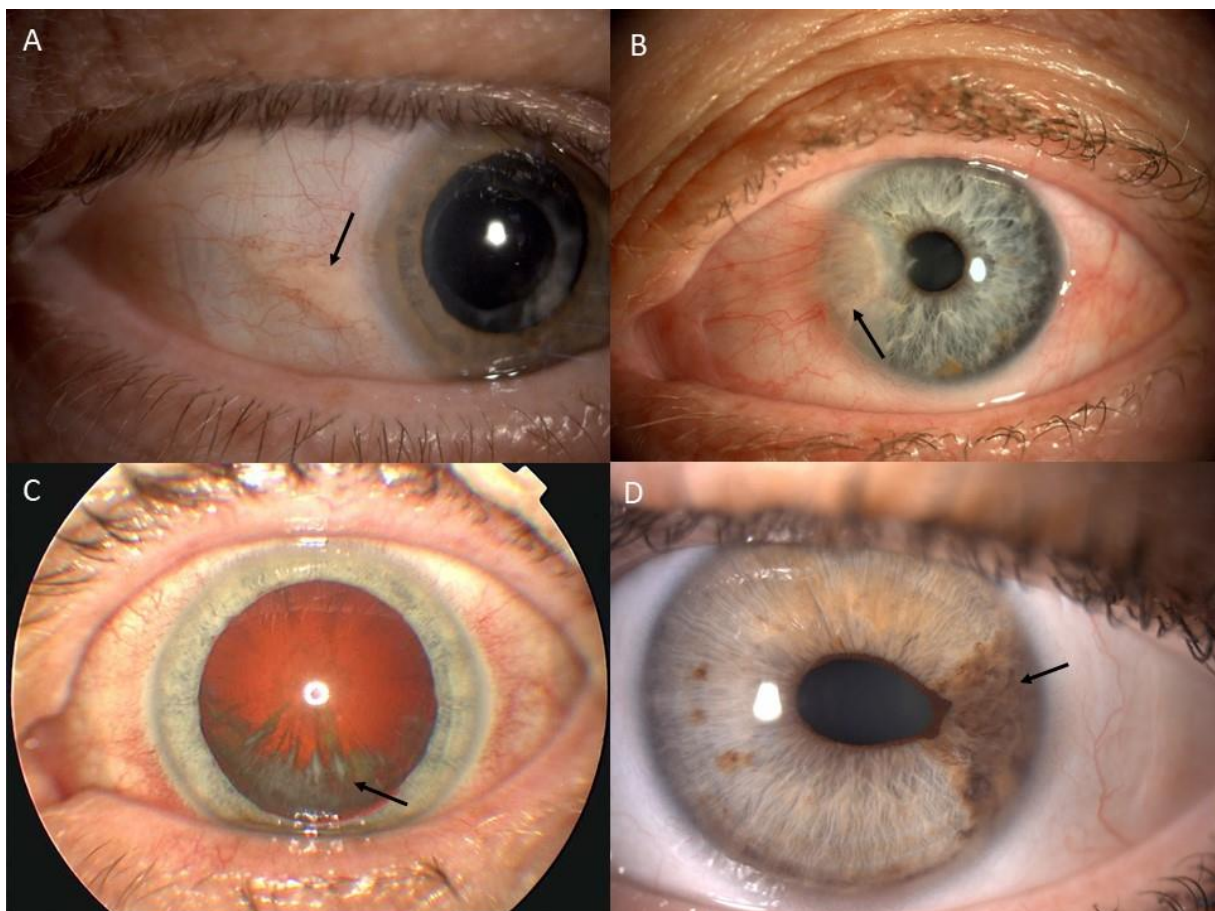
Slika 1. Zgradba očesa (avtor slike: Ana Gornik)



Slika 2. Shematski prikaz absorpcije svetlobe različnih valovnih dolžin v očesnih tkivih (avtor slike: Ana Gornik)



Slika 3. Zbiralni učinek roženice pomembno pripomore k nastanku pingvekule in pterigija na nazalnem limbusu roženice (črne puščice) in k nastanku kortikalne katarakte (rdeče puščice). Jakost svetlobe je na distalnem limbusu 20-krat večja kot je jakost vpadne svetlobe; jakost svetlobe, ki preko ekvatorja leče doseže distalni ciliarnik, je 10-krat večja kot je jakost vpadne svetlobe (avtor slike: Ana Gornik).



Slika 4. A – pingvekula; B – pterigij; C – kortikalna katarakta; D - maligni melanom šarenice (spremembe so označene s puščico) (Vir fotografij: Očesna klinika, UKC Ljubljana)