

Oko – vrata v dušo in svet

Kristijan Skok, Lidija Kocbek



*Slika 1: Sokol selec (Falco peregrinus), ki je tudi pogosto omenjen v simboliki očesa in kot prisposoba boga Horusa.
Foto: Keven Law. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Peregrine_Falcon_head_shot.jpg.*

Oko, organ vida, predstavlja enega izmed naših najpomembnejših čutov, s katerim doživljamo svet okoli sebe. V prispevku so opisani pomembnejši prelomni dogodki v zgodovini vede oftalmologije, zgradba in delovanje očesa pri ljudeh, poudarjene pa so tudi posebnosti vida pri nekaterih živalskih vrstah. Predstavljene so pogoste očesne bolezni in načini zdravljenja.

Oko je bil predmet zanimanja že od nekdaj. Mnogo filozofov in zdravnikov je imelo svoje predstave o očesu kot izvoru žarkov

(plamen znotraj očesa), ki zajamejo vse v svojem dosegu. Očem pripisujejo številne simbolne in mistične pomeni. Simboli so v templjih in celo na denarju (slika 2a). V različnih verstvih so oči povezane z dvema različnima silama ali vlogama. Desno oko pomeni sonce, po izročilu ustreza dejavnosti in prihodnosti, levo je lunarno in pomeni pasivnost in preteklost.

Simbolizem očesa

Oko predstavlja vsevednost, pozornost, moдрost in resnico. S pogledom v oči vidiš

dušo posameznika in je v zahodni kulturi znak iskrenosti, zakrivanje pa znak prikrievanja, skrivnosti. V nasprotju z zahodno sta v azijski kulturi zakrivanje oči in sklanjanje znak vljudnosti in skromnosti.

V religiji

V egipčanski mitologiji predstavlja Horusovo oko vsevidnost boga, moč, zdravje in zaščito in je kraljevsko znamenje (slika 2b). Desno oko predstavlja sonce in levo luno. V krščanstvu se oko pojavlja v motivu Boga stvarnika, vsevednega, vsenavzočnega in vsevidnega. V nekaterih verah, kot je hinduizem, predstavlja »anjo« ali obrvno čakro. Jung primerja oči z mandalo, ki je spiritualni simbol v indijskih religijah. V geometričnih oblikah mandale se pogosto vidi oko (slika 2c). Jung je to poimenoval polioftalmija (mnogo oči), kar zanj predstavlja prikaz nezavednega

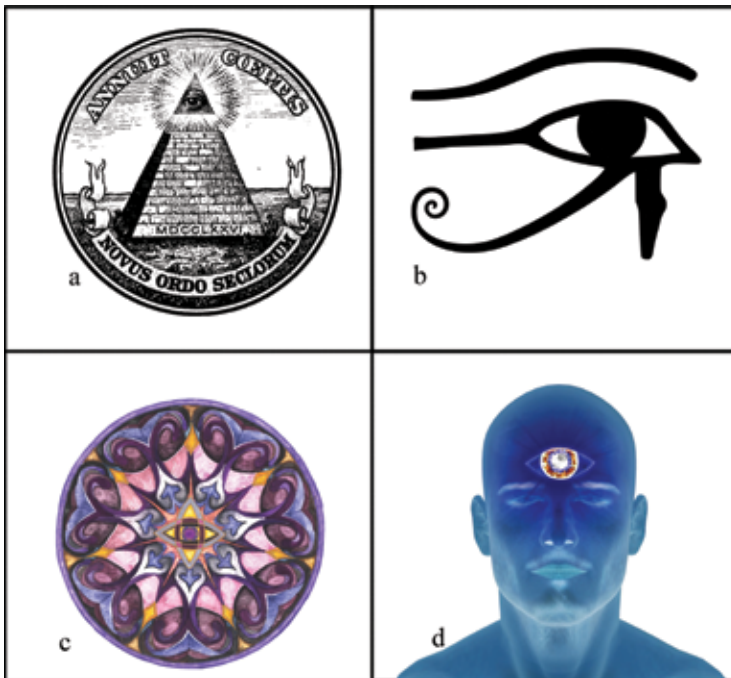
Ostali pomeni

Videno v sanjah ima oko različne pomeni, ki se razlikujejo glede na obliko in barvo

oči. Neumne, škilave, zaprte, črne, slabe oči in njihova izguba napovedujejo žalostne in neprijetne dogodke, lepe, modre in ostre oči pa prijetne in pozitivne dogodke. Tretje oko označuje nadčloveško stanje, v katerem jasnovidnost doseže popolnost, pogled v astralne ravni (slika 2d).

Zgodovina oftalmologije

Znanost, ki se ukvarja z anatomijo, fiziologijo in bolezenskimi stanji oči, se imenuje oftalmologija. Aristotel je bil eden prvih, ki je podvomil v teorijo »ognja« v očeh. Za opredelitev anatomije in fiziologije očesa je zaslužen Galen, njegova spoznanja so ostala nespremenjena mnoga stoletja. Njegove ideje so našle posluš pri arabskih znanstvenikih/zdravnikih, ki so jih razvijali naprej. Nauk o očeh so obravnavali kot znanost, izdajali so knjige o zdravljenju oči. Obsežnejši opis anatomije in fiziologije očesa je delo Leonardo da Vincija. Johannes Kepler je napisal teorijo o projekciji svetlobe in nastanku slike na mrežnici. Leče mikroskopov, ki sta jih odkrila Leeuwenhoek in Malpighi, so v



Slika 2: Različni simbolni pomeni očesa. a) Motiv vsevidnega očesa, prikaz na ameriškem dolarju (<http://tattoos.org/eye-pyramid-dollar-bill-tattoo.html>); b) Horusovo desno oko, deli očesa so narisani v sorazmerju s formulo iz Rhindovega matematičnega papirusa (https://en.wikipedia.org/wiki/Eye_of_Horus#/media/File:Eye_of_Horus_Right.svg); c) mandala v obliki očesa (<https://mandalachakra.com/tag/third-eye-chakra-mandala/>); d) prisposoba za tretje oko (<https://www.youtube.com/watch?v=VrQD9pJ9BII>).



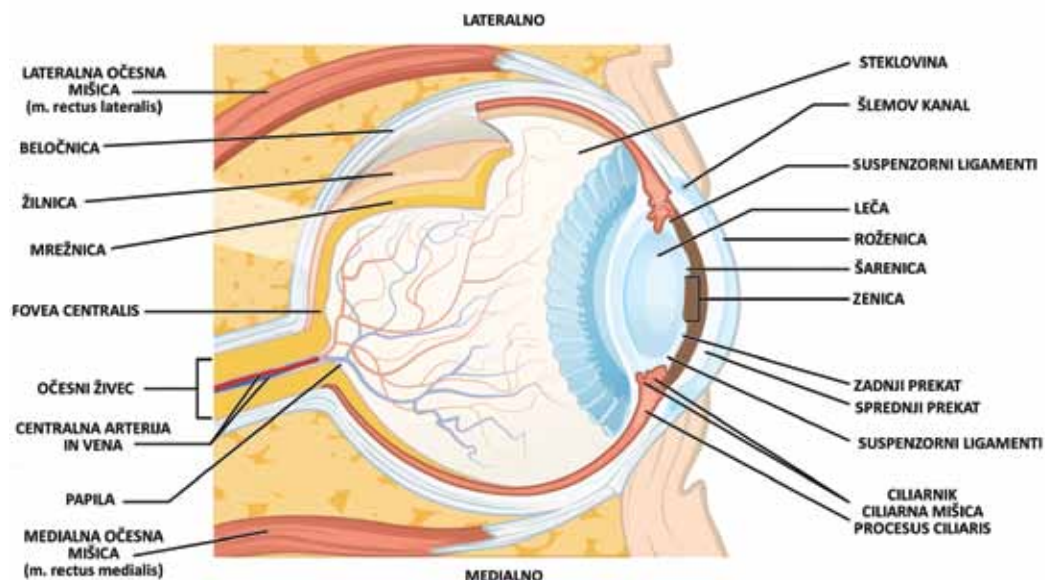
Slika 3: V spomin Hermanna von Helmholtza je bila v Nemčiji leta 1994, 100 let po njegovi smrti, natisnjena spominska poštna znamka. https://de.wikipedia.org/wiki/Hermann_von_Helmholtz#/media/File:DBP_1994_1752Hermann_von_Helmholtz.jpg.

sedemnajstem in osemnajstem stoletju služile pri bolj podrobnem pregledu oči. V devetnajstem stoletju se je razvoj oftalmologije pospešil. Posegi na očeh so postali varnejši. Pregled očesnega ozadja je postal dostopen in bolj enostaven s Helmholtzovim oftalmoskopom. Začetniki sodobne oftalmologije so s svojimi revolucionarnimi odkritji Von Graefe, Donder in Helmholtz (slika 3).

Osnovne lastnosti in zgradba očesa

Oko sestavljajo zrklo in pomožne naprave očesa: solzni aparat, zrkelnje mišice in veke. Zrklo (*bulbus oculi*) je parni organ okrogle oblike s premerom 23 milimetrov (slika 4). Zrklo je sestavljeno iz treh očesnih ovojnic, prav tako ga lahko delimo na sprednje in zadnje dele. Zunanjo plast predstavljata beločnica (*sclera*) in roženica (*cornea*). Beločnica je bela in čvrsta, neprozorna vezivna opna,

Slika 4: Prikaz zunanjih in notranjih anatomskih struktur očesa, prerez skozi zrklo. Avtor: OpenStax College. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1413_Structure_of_the_Eye.jpg.



ki daje očesu oporo in obliko. Nanjo je pritrjenih vseh šest zunanjih očesnih mišic, ki omogočajo devet položajev zrkla. Spreddaj prehaja beločnica v roženico, ki nima žil, ima pa veliko živčnih vlaken. Zato se ob najmanjšem dotiku oko zapre (roženični refleks). Poškodba roženice boli in izzove tako imenovan obrambni trias: blefarospazem, epiforo in fotofobijo. Srednja plast je žilna plast (*uvea*), ki je bogato ožiljena. Ime je dobila po temni pigmentaciji in obliki, ki spominja na grozd. Sestavljena je iz treh delov: šarenice (*iris*), ciliarnika (*corpus ciliare*) ter žilnice (*choroidea*). Šarenica, poimenovana po barviti roži oziroma prvotni prenašalki sporočil olimpskih bogov, je kot mavrica enako barvita. V šarenici se nahajata mišici *dilatator pupillae* in *sphincter pupillae*, ki uravnava širino zenice. Prva mišica razširi zenico (midriaza) pod vplivom simpatičnega živčnega sistema, da vpadne več svetlobe in se razširi vidno polje. Takrat smo pripravljeni na boj ali beg. Druga mišica zoži zenico (mioza) pod vplivom parasimpatičnega sistema, ki spodbuja prehranske funkcije in počitek telesa. To spoznanje pride prav pri pregledu oči in očesnega ozadja: pri odraslih uporabljajo kapljice kratko delujočega midriatika (na primer tropikamid), ki zavre učinek parasimpatičnega sistema, zaradi česar se zenica razširi. Prav tako lahko uporabijo kapljice Phenylephrine. Te spodbujajo simpatični sistem, s čimer se spodbudi mišica *dilatator pupillae*, ki razširi zenico. Nekoč so si ženske, ki so želele biti bolj zapeljive, razširile zenice z izvlečki iz volčje češnje (*Atropa belladonna*). Kapljice, ki zožijo zenico, se imenujejo miotiki. Mnogo kemičnih substanc lahko vpliva na zenice. Pri zlorabi/uporabi opija se zenica na primer zoži, pri zastrupitvi s kokainom pa razširi. Ciliarna mišica je odgovorna za nastanek prekatne tekočine in spreminjanje moči lomljenja skozi lečo (akomodacija) s tankimi nitmi/vlakni, ki so pritrjene na lečo (*zonule*). Žilnica je najbolj prekrvljeni del telesa in skrbi za prehrano optičnega dela mrežnice. Notra-

nja plast je mrežnica (*retina*), njena naloga je zaznava slike. Na njej se nahajajo čutilne celice (nevroepitelij), čepnice in paličnice. S pomočjo fotokemičnih procesov pretvori vpadno svetlobo v živčne dražljaje, ki se prenesejo po obeh očesnih živcih do možganov. Pot, ki jo do vidnih centrov v možganih opravi živca, se imenuje vidna pot. Na mrežnici se nahaja več pomembnih struktur. Prva je papila (izstopišče očesnega živca), na kateri se lahko opazijo spremembe pri glavkomu zaradi povišanega očesnega pritiska, ki povzroči vdrtje in atrofijo živca. Druga pomembna struktura na mrežnici je rumena pega. Ime je dobila zaradi obarvanosti pri pregledu pod zeleno svetlobo. V njeni sredini se nahaja fovea in predstavlja območje najostrejšega vida na mrežnici. Razlog je gosta razporeditev čepnic (od šest do sedem milijonov) na tem mestu, ki so odgovorne za gledanje pri svetlobi in za centralni vid. V ostali mrežnici se nahajajo paličnice. Teh je od 110 do 125 milijonov. Zadolžene so za periferni vid, gledanje v mraku in v temi. Solzni aparat, ki sodi med pomožne naprave očesa, je sestavljen iz sekretornega in odvodnega dela. Solzna žleza sodi v sekretorni del in izloča vodno plast solz. Odvodni del je v notranjem očesnem kotu z zgornjo in spodnjo solzno luknjico, solznima kanalčkoma, ki se združita v solznik. Iz njega steče tekočina po solzno nosnem kanalu v spodnji nosni prehod. Oči prekrivata spodnja in zgornja veka. Pod kožo obeh vek je mišica, ki pri močnem zapiranjju očesa stisne obe veki. Mišico, ki dviguje in zapira zgornjo veko, uporabljamo pogosteje. Spodnja mišica pri tem miruje in služi za oporo. Mežikanje (20- do 30-krat v minuti) pomaga razporediti solze po veznici in roženici, kar preprečuje njeno izsušitev.

Nekaj posebnosti oči v živalskem svetu

Odrasle žuželke (deblo členonožcev) imajo par sestavljenih (fasetnih) oči. Fasetno oko je sestavljeno iz osnovnih gradnikov, imenovanih omatidiji. Svetlobo usmerjata na ču-

tilne celice v vsakem omatidiju leča iz prozorne kutikule in pod njo kristalni stožec iz posebnih celic. V vsakem omatidiju je praviloma osem čutnic in poleg tega pigmentne celice, ki preprečujejo prehod svetlobe v sosednje enote. Oko kačjega pastirja ima 10.000 omatidijev, čebela 5.500 in navadna muha 800. Omatidiji podnevi dejavnih žuželk dobivajo svetlobo zaradi zaščitnega pigmenta le prek svojega lečja, pri nočnih žuželkah pa se ob nizki svetlobi ta pigment premakne tako, da svetloba iz več sosednjih leč pade na iste svetločutne celice in se tako občutljivost očesa poveča. Večina žuželk zaznava ultravijolično svetlobo, ne pa rdečega dela spektra, čeprav poznamo tudi izjeme. Zato žuželke redko oprahujejo rdeče rože. Ob fasetnih očeh imajo odrasle žuželke tipično še troje preprostih očesc (*ocellus*). Te so občutljive za hitre spremembe v svetlobi. Pupili podobna struktura se pri žuželkah

imenuje pseudopupila (slika 5) in je zgolj posledica absorpcije vpadle svetlobe v omatidijih, ki ležijo v optični ravnini oziroma smeri pogleda.

Izjemno zanimivi so predstavniki iz debla členonožcev, družine rakov iz reda *Stomatopoda* (slika 6). Zaradi svoje zunanje podobnosti bogomolki jih imenujemo morske bogomolke ali bogomolčarji. Znani so po svojem napadalnem obnašanju, po izjemni moči, s katero lahko celo zlomijo steklo akvarija, in po edinstvenem vidu. Nekateri predstavniki te vrste imajo v retini kar 12 do 16 vrst fotoreceptorjev - človek ima le štiri. Vsako fasetno oko, sestavljeno iz 10.000 omatidijev, je razdeljeno v tri regije, kar omogoča globinski vid.

Za ptice je vid najpomembnejše čutilo. Oči so v primerjavi s telesom zelo velike. (Ne) plenilske ptice imajo oči umeščene ob strani, zato imajo vidno polje veliko do 300

Slika 5: Oko bogomolke (Archimantis latistyla) – prikaz njene pseudopupile. Foto: Dalantech. <http://dalantech.deviantart.com/art/Mantis-Maintenance-93124093>.





Slika 6: *Odontodactylus scyllarus*, predstavnik reda stomatopoda. Znan po svojem agresivnem obnašanju, izjemni moči in edinstvenem vidu. Foto: Roy L. Caldwell, Department of Integrative Biology, University of California, Berkeley. https://en.wikipedia.org/wiki/Mantis_sbrimp#/media/File:OdontodactylusScyllarus2.jpg.

stopinj. Pri plenilkah so oči bolj spredaj. To omogoča boljše binokularno gledanje in s tem tudi globinski vid.

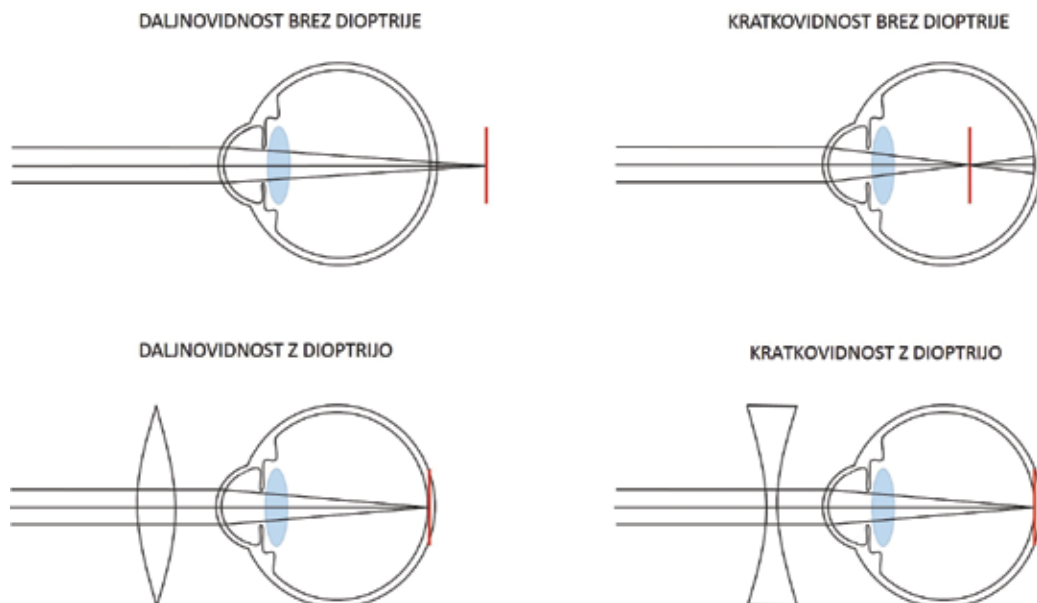
V primerjavi s sesalci imajo ptice manj gibljive oči. To pomanjkljivost nekatere nadomestijo z gibanjem glave celo do 270 stopinj (na primer sove). Namesto stiskanja vek za ovlažitev očesa uporabljajo žmurko (*plica semilunaris*). Imajo večje vidno polje ostrega vida in dobro razvit barvni vid. S pomočjo dodatnega pigmenta so sposobne razločiti ultravijolično in polarizirano svetlobo. Nočne ptice imajo v mrežnici več paličnic za boljši nočni vid. Poleg večje gostote receptorjev na fovei imajo nekatere ptice plenilke (sokol) tudi dve fovei (centralno in periferno) ter posebno strukturo, imenovano *pecten oculi*, ki sodi k žilnici in hrani mrežnico. *Pecten oculi* se nahaja v notranjosti očesa. Z nevroanatomskega vidika imajo ptice tudi večje število možganskih jeder, ki so odgovorna za vid.

Mačke in mnoge druge nočne živali imajo za očesno mrežnico posebno plast odbojnih celic (*tapetum lucidum*), ki delujejo kot ogledalo in svetlobo odsevajo nazaj na mrežnico.

Zaradi tega in zaradi velikega števila paličnic mačke izredno dobro vidijo v temi – njihov nočni vid je precej boljši kot pri večini drugih živali.

Pogoste očesne bolezni in zdravljenje

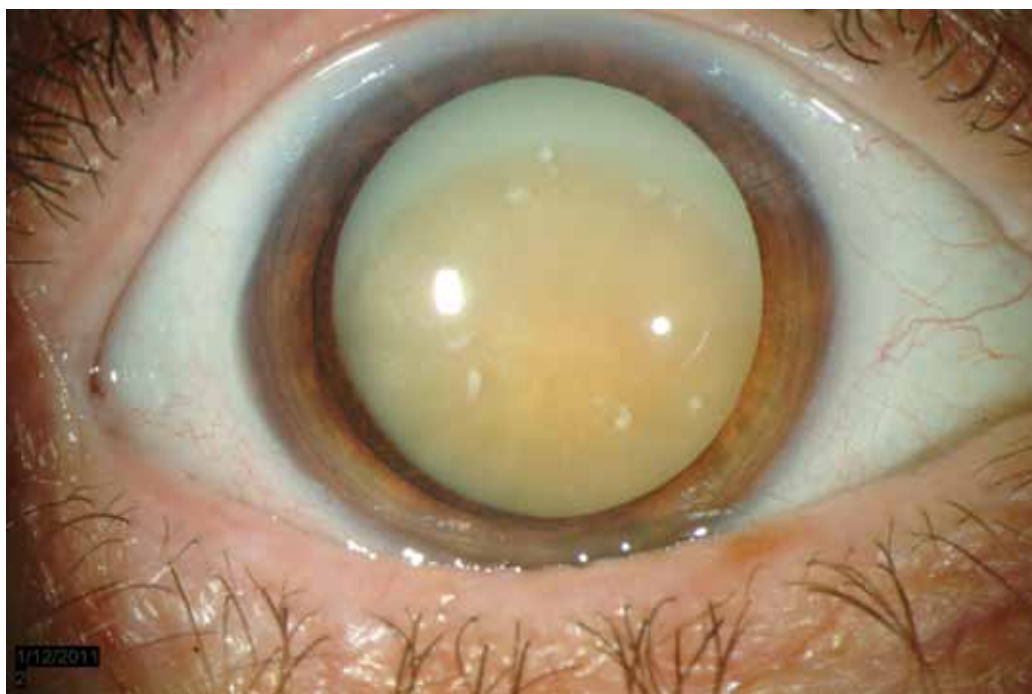
Nekatere izmed najpogostejših bolezenskih stanj oči so refrakcijske motnje. Razmerje, ki nastane med dolžino zrkla in močjo njegovega lomljenja brez sodelovanja akomodacije, imenujemo refrakcija. Svetlobni žarki, ki vpadejo skozi oko, se pri prehodu lomijo. Največjo lomilno moč imata roženica in nato leča. Mera za moč lomljenja je dioptrija. Ločimo konveksne (zbiralne +) in konkavne (razpršilne -) leče. Refrakcijske motnje so posledica sprememb v lomnih medijih ali dolžini zrkla. Med te sodijo kratkovidnost (miopija), daljnovidnost (hipermetropija) ter astigmatizem (*a* – brez, *stigma* – točka). S starostjo se zaradi odlaganja netopnih proteinov in zmanjšanja elastičnosti leče pojavlja tudi starostna daljnovidnost (presbiopija). Pri kratkovidnosti je moč lomljenja prevelika glede na dolžino zrkla oziroma je dolžina zrkla prevelika za moč lomljenja.

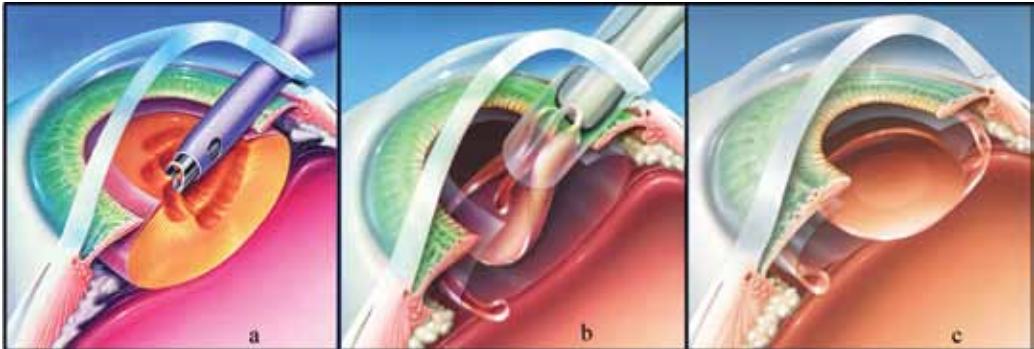


Slika 7: Prikaz daljnovidnosti ter kratkovidnosti s korekcijo in brez nje (Lasten).

Slika 8: Morgagnijeva senilna katarakta.

<http://webeye.ophth.uiowa.edu/eyeforum/cases-i/case146/Morgagnian-Cataract-1.JPG>.





Slika 9: Proces fakoemulzifikacije. a) V sprednjo lečno ovojnico naredijo okrogla odprtino (dva do tri milimetre), jedro leče pa razbijejo z ultrazvokom; b, c) v izpraznjeno lečo skozi odprtino v zadnjo kapsulo prvotne leče vstavijo umetno lečo. <http://www.laserfocus.org/phacoemulsification/>.

Slika nastane pred mrežnico v steklovini. Če je moč lomljenja preslaba ali dolžina zrkla prekratka, nastane slika za mrežnico (daljnovidnost). Če se žarki ne zberejo v eni točki, ampak se lomijo v različnih smereh, govorimo o astigmatizmu. Te motnje zdravijo s korekcijskimi stekli (očala, kontaktne leče) ali z operacijo (refraktivna kirurgija). Za določitev refrakcijske motnje se lahko uporabijo subjektivne in objektivne metode. Pri kratkovidnosti uporabljamo razpršilne leče (–), pri daljnovidnosti pa zbiralne (+) (slika 7). Za korekcijo astigmatizma se uporabljajo cilindrične leče, ki različno lomijo svetlobne žarke.

Katarakta ali siva mrena je vsaka motnost v leči. Ime katarakta izvira iz grške besede za slap. Nekoč so mislili, da katarakta nastane zaradi strjene tekočine, ki priteče iz možganov. Simptomi so zamegljeni in dvojni vid, bleščanje, izkrivljena slika. Glede na etiologijo ločimo pridobljene in prirojene katarakte. Starostna (senilna) katarakta je najpogostejša (slika 8). Starostna katarakta nastane zaradi degeneracije in denaturacije proteinov v leči, ki se nabirajo in zameglijo vid. Zdravljenje je operativno. Drugi vzroki za pridobljeno katarakto so poškodbe, sistemske bolezni (diabetes) in druge očesne bolezni.

Odstranitev katarakte je ena izmed najstarej-

ših operacij na svetu. Prve operacije so lečo, ki je morala biti že izjemno trda (zelo pozna faza bolezni), dislocirale z ostrim predmetom ali udarcem. Posameznik je ostal brez leče, vendar je tako spet nekaj videl. Z uporabo anestetikov so v osemnajstem stoletju z rezom v roženico iz očesa odstranili lečo skupaj z ovojnico (intrakapsularna odstranitev). To operacijo je prvi opravil Daviel leta 1746. Od takrat se je kirurgija na tem področju izjemno hitro razvijala. Napredek je pomenila operacija, pri kateri se je ohranila zadnja kapsula leče. S tem se je preprečila kontaminacija steklovine (ekstrakapsularna odstranitev). Najpomembnejši napredek na tem področju pomeni uporaba ultrazvoka. Slovenec Anton Banko in Charles Kelman sta leta 1967 patentirala postopek fakoemulzifikacije. V sprednjo ovojnico leče naredijo okroglo odprtino (približno pet milimetrov), jedro leče razbijejo z ultrazvokom (slika 9a), skorjo leče posesajo, v izpraznjeno lečo pa skozi odprtino vstavijo umetno lečo (slika 9b, c). Leče so lahko fleksibilne (hidrofoben/hidrofilen akrilat, silikon) ali nefleksibilne (polimetil metakrilat), monofokalne (za blizu ali daleč), multifokalne in torične za astigmatizem. Težavo pri odstranitvi leče predstavlja izguba funkcije akomodacije. Čeprav obstajajo tudi akomodacijske leče, te trenutno še ne kažejo dovolj dobrih rezul-

tatov za množično uporabo. Posameznik v primeru vstavitve nove monofokalne leče na daleč vidi dobro, na blizu pa mora prav zaradi izgube akomodacije nositi očala.

Danes smo priča skokovitemu razvoju oftalmologije. Pred tridesetimi leti je bil najzanesljivejši pregled mrežnice z oftalmoskopom, sedaj paciente z diabetesom v sklopu presejalnega programa pregledujejo s slikanjem mrežnice. V preteklih letih je bilo na tem področju zdravljenja uvedenih veliko novosti, nove laserske metode odstranitve katarakte (femtosekundi laser), nova zdravila za diabetično makulopatijo, mrežnične proteze – bionično oko (angleško *bionic eye*). Najbolj obetajoče je, da razvoju na področju zdravljenja ni videti konca, kar bo lahko mnogim odprlo pogled v svet.

Slovarček:

Afakičen. *Oko brez leče.*

Atropin. *Atropin (po grški boginji usode Atropi) je strupeni alkaloid, ki se nahaja v volčji češnji (Atropa beladonna).*

Blefarospazem. *Mišična distonija, ki povzroča nenadzorovano stiskanje očesnih mišic, in del obrambnega triasa.*

Epifora. *Solzenje, ki je del obrambnega triasa.*

Fotofobija. *Preobčutljivost za svetlobo, ki je del obrambnega triasa.*

Fotopski vid. *Vid s čepki, ki so občutljivi za posamezne barve in oblike, manj za svetlobo, omogočajo ostrino vida. Značilen za gledanje ob dobri osvetlitvi.*



Kristijan Skok je študent šestega letnika splošne medicine na Medicinski fakulteti v Mariboru.

Mezopski vid. *Vid pri vmesnih intenzivnostih osvetlitve (na primer v polmraku ali pri slabi osvetlitvi).*

Midriaza. *Razširitev zenice.*

Mioza. *Zožitev zenice.*

Skotopski vid. *Vid s palčkami, ki so občutljive za obrise, gibanje in svetlobo ter omogočajo vid v mraku.*

Literatura:

Gračner, B., Pabor, D., 2003: *Oftalmologija. Maribor: Visoka zdravstvena šola.*

Hutchins, M., Evans, V. A., Garrison, R. W., Schlager, N. (uredniki), 2003: *Grzimek's Animal Life Encyclopedia. 2nd edition. Volume 3, Insects. Farmington Hills, MI: Gale Group.*

Lang, G. K., 2014: *Augenheilkunde. 5. Auflage. Stuttgart: Thieme.*

Thoen, H. H., in sod., 2014: *A different Form of Color Vision in Mantis Shrimp. Science, 343: 411-413.*

Ovsec, D. J., 2013: *O očesu. Gea, 23: 19-21.*

Ronneberg, A., 2010: *The book of symbols: reflection on archetypal images. Köln: Taschen GmbH.*

Vallortigara, G., 2004: *Visual Cognition and Representation in Birds and Primates. V: Rogers, L.*

J., Kaplan. G. (urednika): *Comparative Vertebrate Cognition: Are Primates Superior to Non-Primates? Boston, MA: Springer US.*

Spletni naslovi:

<http://blog.eyewire.org/hawks-vision-different-humans>.
Primerjava očesa jastreba s človeškim.

www.nlm.nih.gov/medlineplus/refractiveerrors.html.

Podatki o refrakcijskih motnjah in operacijah.

www.uphs.upenn.edu/ophthalmology/about/history.htm.
Kratek pregled sodobne oftalmologije.



Lidija Kocbek je veterinarica in asistentka na Inštitutu za anatomijo, histologijo in embriologijo na Medicinski fakulteti v Mariboru.