

# Laserpointeri põhjustatud silmakahjustus.

## Haigusjuhtude kirjeldus

Loviisa Lees<sup>1</sup>, Kalev Nõupuu<sup>1</sup>

Laserid on viimaste aastakümnete jooksul muutunud igapäevaelu üha tavapärasemaks osaks: neid kasutatakse mitmetes rakendustes nii nüüdisaegses meditsiinis, militaar tehnikas, tööstuses kui ka kaubanduses. Viimaste aastate jooksul on saanud järjest taskukohasemaks ja kättesaadavamaks sellised laserdiodid nagu laserpointerid. Tegemist on käes hoitavate laserseadmetega, mis on ette nähtud objektidele või asukohtadele osutamiseks ning mida kasutatakse ka meelelahutuslikul otstarbel. Selliste käsilaserite laiemale levikule on kaasa aidanud internetikaubandus, kus laserpointerid on tavatarbijale lihtsasti kättesaadavad. Vähem teada on fakt, et need seadeldised võivad kujutada tõsist ohtu silmale ja nägemisfunktsioonile. Haiguslugude kirjelduses ja kirjanduse lühiülevaates on alljärgnevalt püütud tõsta lugeja teadlikkust laserpointerite potentsiaalsest ohtlikkusest silmale ja nägemisfunktsioonile.

### LASERPOINTERITE OHTLIKKUS

Internetist ostetud laserpointerid võivad sageli osutada testimata otseimportkaubaks, mis ei pruugi vastata nõuetele. Kuigi taoliste laserite oht nägemisele peaks olema minimaalne, on laserpointerid muutunud üha võimsamaks ning hiljutised uuringud on näidanud, et kirjalik märgistus laseri võimsuse ja ohutusklassi kohta on sageli ebakorrektned või puudub üldse. Üldise kokkuleppe kohaselt on tootjal kohustus näidata oma lasertoote potentsiaalset ohuulatust klassifikatsiooni alusel, mis lihtsustatult koosneb neljast ohuklassist (1, 2).

Euroopa standardi järgi on laserid jagatud klassidesse 1, 1M, 2, 2M, 3A, 3R, 3B ja 4, lähtudes laseri väljundvõimsusest, kuid alamjaotus võib asukohati erineda. Euroopas kuuluvad laserpointerid 2. klassi võimsusega alla 1 mW nähtava lainepikkusega 400–700 nm. USA klassifikatsioonis I, IIA, II, IIIA, IIIB ja IV on Ameerika Ühendriikide Toidu- ja Raviameti regulatsiooni järgi lubatud laserpointerid võimsusega kuni 5 mW, mis kuuluvad klassi IIIA (Ameerika klassifikatsioon kasutab Rooma numbreid) ja laserpointerite nähtav lainepikkus võib jääda vahemikku 400–710 nm. 2. ja IIIA klassi laserpointeriga kokku puutunud isikut kaitseb silmavigastuse eest tema loomulik

pilgutamisrefleks, kuid sihilik ja pikem ekspositsioon tekitab kahjustuse.

Laserid väljundvõimsusega 5–500 mW kuuluvad USAs klassi IIIB ja Euroopas klassi 3B ega tohi seaduslikult olla reklaamitud kui laserpointerid. Taolised laserid on piisava tugevusega, et põhjustada silmavigastus. Näiteks neljandasse klassi kuuluv laser võimsusega 2000 mW suudab purustada õhupalli või sulatada plastmassi 15,2 meetri kauguselt (1, 3, 4).

Isegi kui laseri peale on märgitud väljundvõimsus, ei pruugi toote tegelik võimsus sellega ühtida või ei oska tarbija laseri väljundomadusi adekvaatselt hinnata. Üks uuring, kus mõõdeti 122 laserpointerit, mis kuulusid märgistuse järgi klassi 3A (1–5 mW), näitas, et 44% testitud punast värvi kiirega laserpointerite ja 90% rohelist värvi kiirega laserpointerite väljundvõimsus ületas 5 mW. See tähendab, et suur osa nendest internetikaubandusest vabalt kättesaadavatest laseritest olid tegelikult silmale ohtlikud ning võimelised põhjustama püsivat nägemiskahjustust (2, 4).

Esimestest meelelahutuspõhistest laseravigastustest teatati 1998. aastal ning alates 2014. aastast on kogu maailmas teada antud laservigastuste arv enam kui kahekordistunud (5). See on tingitud võimsate laserpointerite hankimise lihtsusest, nende ekshi-

Eesti Arst 2024;  
103(3):135–139

Saabunud toimetusse:  
27.11.2023  
Avaldamiseks vastu võetud:  
21.12.2023  
Avaldatud internetis:  
22.03.2024

<sup>1</sup> TÜ Kliinikumi silmakliinik

Kirjavahetajaautor:  
Loviisa Lees  
lovisaalees@gmail.com

Võtmesõnad:  
laserpointer, kollatähni  
kahjustus, makulopaatia

kust pidamisest mänguasjaks ning vähesest teadlikkusest laserite ohtlikkuse kohta. Laserpointerite väärkasutusest põhjustatud silmakahjustuste esinemissagedus laste kui riskirühma seas on tõstnud avalikku ja teaduslikku huvi selle probleemi vastu. Suurem on risk poislastel ning käitumis-, õpiraskuste või vaimse tervise probleemide kaasnemisel (6).

Põhiliseks laserpointeri väärkasutamise tingitud silmavigastuseks on makulopaatia ehk kollatähni kahjustus, mis põhjustab nägemisteravuse halvenemist ja tsentraalset vaatevälja häiret ehk skotoomi.

## SÜMPTOMID

Silma laserkahjustuse saanud inimesel ei pruugigi sümptomeid ilmned, kuid sagedasemateks kaebusteks laseri põhjustatud makulopaatia puhul on ühe- või kahepoolne nägemisteravuse halvenemine, moonutused (metamorfopsia) või varjustusala tsentraalses vaateväljas (skotoom). Ühendkuningriigis viidi läbi uuring silma laserkahjustuse saanud 9 lapse andmetele toetudes (kahjustatud 12 silma). Uuritavad oli vanuses 9 kuni 15 aastat ning neil oli diagnoositud laserpointerist tingitud võrkkestakahjustus. Vaid kolmandik lastest kaebas nägemise halvenemist, ülejäänud kuuel lapsel avastati maakulikahjustus juhuleiuna rutiinse visiidi käigus ning nendest neljal esines nägemisteravuse langus. Kokkupuude laserpointeriga leidis kinnitust 8 juhul ning enamasti oli laser ostetud internetist või välismaalt (2).

## DIAGNOOSIMINE

Laserist tingitud makulopaatia diagnoos põhineb peamiselt anamneesil. Lisaks on olulised kliiniline vaatlus ja piltagnostilised uuringud.

Võrkkesta laserpointervigastuste diagnoosimise võib keeruliseks teha asjaolu, et lapsed ja lapsevanemad ei pruugi laseri ostmist ega selle kasutamist tunnistada. Lapsed ei kipu vabatahtlikult sümptomeid esitama ka puuduliku arusaama või noomitushirmu tõttu. Lisaks võivad silmapõhja laservigastused kliiniliselt sarnaneda muude võrkkestahäiretega ning see võib põhjustada diagnoosi hilinemist või diagnoosimisvigu ja üleliigseid uuringuid (6).

Oftalmoskoopial võib leida kollakasvalget ümarat või triipjat koagulaati, mis võib haarata kollatähni keskosa ehk *fovea*'t.

Lisaks võib esineda hüpo- või hüperpigmentatsiooni piirkondi, reetina pigmentepiteeli laiike ning nõrgenenud foveaalset valgusrefleksi. Patsiendi enese tekitatud laservigastus jätab silmapõhja tihtipeale triibutaolise armi, samas kui teiste põhjustatud vigastus jätab fokaalsema armi *fovea*'le lähemal. Teised silmapõhjaleid, mis võivad tekkida lasertrauma korral, on võrkkesta hemorraagia, kollatähni turse, soonkesta ehk koroidea neovaskularisatsioon, epiretinaalne membraan ja täispaksuses maakuli auk (7).

Olulist lisainformatsiooni laserist tingitud makulopaatia diagnoosimisel annab optiline koherentne tomograafia, mis võimaldab hinnata võrkkesta histoloogilist ehitust. Laserist tingitud makulopaatiale on iseloomulikuks subfoveaalsete fotoretseptorite kahjustus, mis visualiseerub optilise koherentse tomograafia uuringul fokaalse defektina subfoveaalses ellipsoidsoonis. Pärast esialgse vigastuse paranemist võib kollatähni välimus varieeruda, ulatudes normileiust kuni püsiva armistuseni (7).

## PATOGENEES

Tavalisel valgusel on palju erinevaid lainepikkusi (värve), mis koos annavad lambile iseloomuliku värvi. Seevastu toodab laser väga koherentset monokromaatilist valgust vaid väga kitsas lainepikkuses. Seetõttu moodustab laservalgus väga hea suunatavusega pliatsilaadse kiire, mis lahkneb minimaalselt ja paistab pinda valgustades väikese täpina isegi sadade meetrite kaugusele. Peenike laserkiir tekitab võrkkestale palju suurema intensiivsusega kujutisi kui tavalamp. Suure võimsusega laserid võivad seega olla silmale ohtlikud ka pikemate vahemaade tagant (1, 8). Enamasti tekib silmavigastus, kui isik ise või keegi teine põhjustab laserkiire sattumise silma, kuid harvad ei ole ka juhud, kui kahjustus tekib laserkiire peegeldumisest peeglist (4).

Laseri tekitatud vigastuse ulatus sõltub selle lainepikkusest, kiirgusvõimsusest, kokkupuuteajast, kahjustuse lokalisatsioonist ning laserpunkti suurusel (1).

Laserid kahjustavad võrkkesta kude kolme mehhanismi kaudu: fototermiline, fotokeemiline ja fotomehaaniline. Laserpointerite puhul on peamiselt tegemist fototermilise kahjustusega, mille korral kantakse laserenergia üle rakkudes sisalduvale pigmendile, millest tulenev kiire

temperatuuritõus põhjustab valkude denaturatsiooni ja rakusurma. Seetõttu on reetina pigmentepiteel ning fotoretseptorid laseri peamine kahjustuskoht (4).

Erinevat värvi laserkiirega pointerid põhjustavad võrkkesta vigastuse võrkkesta eri kihtides, seejuures on ohtlikumad laserid just lühema lainepikkusega seadeldised. Rohelised laserid (lainepikkusega 490–575 nm) põhjustavad reetina pigmentepiteeli ja võrkkesta välimise kihi kahjustusi, kuna nende 532 nm lainepikkus neeldub selle pigmentepiteeli rakkude melaniinigraanulites. Punased laserid (lainepikkusega 635–750 nm) võivad põhjustada sarnaseid reetina pigmentepiteeli muutusi, kuid nõuavad pikemat kokkupuuteaega, mistõttu on rohelist värvi kiirega laserpointerid punaste kiirtega pointeritest ohtlikumad (1, 4).

## RAVI JA PROGNOOS

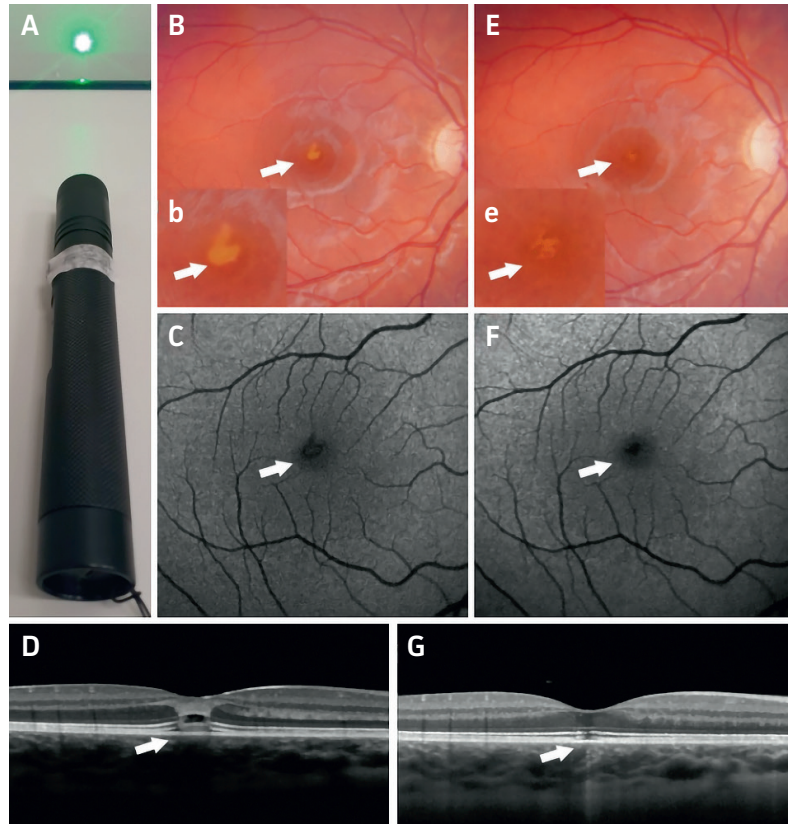
Laserpointeri põhjustatud makulopaatia ravi on tavaliselt äraootav, kuna puuduvad veenvad uuringud efektiivse ravi kohta. Aja jooksul paraneb nägemisfunktsioon sageli ise, kuid ulatuslikuma vigastusega patsientidel võib esineda püsiv nägemislangus või varjustus vaateväljas. Kasutatud on suukaudseid kortikosteroide, kuna teoreetiliselt võib kortikosteroidravi vähendada laseri esilekutsutud rakulist põletikureaktsiooni. Siiski on vaja lisauuringuid selle raviviisi tõhususe kinnitamiseks (7).

Patsiendid, kel tekib kollatähni auk või epiretinaalne membraan, vajavad kirurgilist ravi, võttes arvesse nägemiskahjustuse astet, vigastuse ulatust ja nägemisprognosi. Laserpointeri põhjustatud kollatähnikahjustus võib tüsistuda soonkesta neovaskulaarse membraaniga, mis võib vajada vaskulaarsete endoteeli kasvufaktorite vastaste preparaatide silmasisest manustamist. Pikaajase nägemislanguse puhul on abi nägemise rehabilitatsioonivahenditest. Korduvate laservigastuste vältimiseks on oluline ennetav nõustamistöö ning teadlikkuse suurendamine (7).

## HAIGUSJUHTUDE KIRJELDUS

### Haigusjuht nr 1

TÜ Kliinikumi silmakliiniku valvearsti vastuvõtule pöördus 13aastane noormees, kellel sõbralt laenatud laseriga mängides sattus laserkiir paremasse silma peegli peegeldusest. Kohe pärast õnnetust tajus



**Pilt 1. Haigusjuht nr 1.** Rohelise kiirega laserpointer (A) tekitab kollatähni keskele ehk *fovea*'sse kollaka lesiooni (B; b), mis põhjustas 13aastasel noormehel nägemisteravuse olulise languse. Autofluorestsentsuuringul visualiseerus lesioon hüpo fluoressentse alana (C), viidates reetina pigmentepiteeli kahjustusele. Optilise koherentse tomograafia uuringul on näha ulatuslikku võrkkesta väliskihtide kõrgema reflektiivsusega kahjustusala (D), mis viitab reetina pigmentepiteeli ja fotoretseptorite kahjustusele. 10 kuud hiljem on kollakas lesioon asendunud reetina pigmentepiteeli muutustega (E; e), kusjuures hüpo fluoressentne ala autofluorestsentsuuringul püsib (F). Optilise koherentse tomograafia uuringu andmetel on leid suuresti taandunud, kuid püsib vähem väljendunud ellipsoidsooni kahjustusala subfoveaalselt (G), põhjustades püsivat skotoomi nägemisvälja keskosas.

noormees parema silma ees musta laiku. Laseri oli ostnud sõbra isa internetipoest oma pojale, teadmata võimalikku ohtu selle seadeldise kasutamisel. Laserpointeri täpne energia ei ole teada, kuid laseril oli difraktsiooni filter, millega oli võimalik tekitada mustreid. Filtri olid noormehed aga eemaldanud ning patsiendi sõnutsi sai selle laseriga lasertäpi pilvedele lasta – see viitab, et tegemist oli üsna tugeva roheline laseriga (vt pilt 1 A).

Uuringutel ilmes, et patsiendil oli parema silma nägemisteravus tugevalt langenud, olles Snelleni järgi vaid 0,1. Vasaku silma



nägemisteravus oli normaalne. Silmapõhja oftalmoskoopilisel vaatlusel oli kollatähni keskel ehk *fovea*'s näha kollakas lesioon (vt pilt 1 B ja b). Autofluorestsentsuuringul tuli *fovea*'s nähtavale hüpofluorestsentse signaaliga ala, mis viitas reetina pigmentepiteeli kahjustusele (vt pilt 1 C). Optilise koherentse tomograafia uuringul visualiseerus ulatuslik hüporeflektiivne ala *fovea*'s ellipsoidtsoonis, viidates fotoretseptorite väljendunud kahjustusele (vt pilt 1 D).

10 kuud hiljem on patsiendi nägemisteravus taastunud (*visus* 1,0), kuid püsib hall ala (skotoom) vaatevälja keskel. Oftalmoskoopiliselt on *fovea* kollane lesioon asendunud reetina pigmentepiteeli muutustega (vt pilt 1 E ja e), kusjuures hüpofluorestsentse signaaliga ala autofluorestsents-

uuringul püsib, viidates püsivale reetina pigmentepiteeli kahjustusele (vt pilt 1 F). Optilise koherentse tomograafia uuringuleiuna on võrkkesta kihtide terviklikkus suuresti taastunud, kuid püsib tagasihoidlikum *fovea* alune ellipsoidtsooni muutus, mis iseloomustab püsivat fotoretseptorite kahjustust ja on patsiendi püsiva skotoomi põhjuseks.

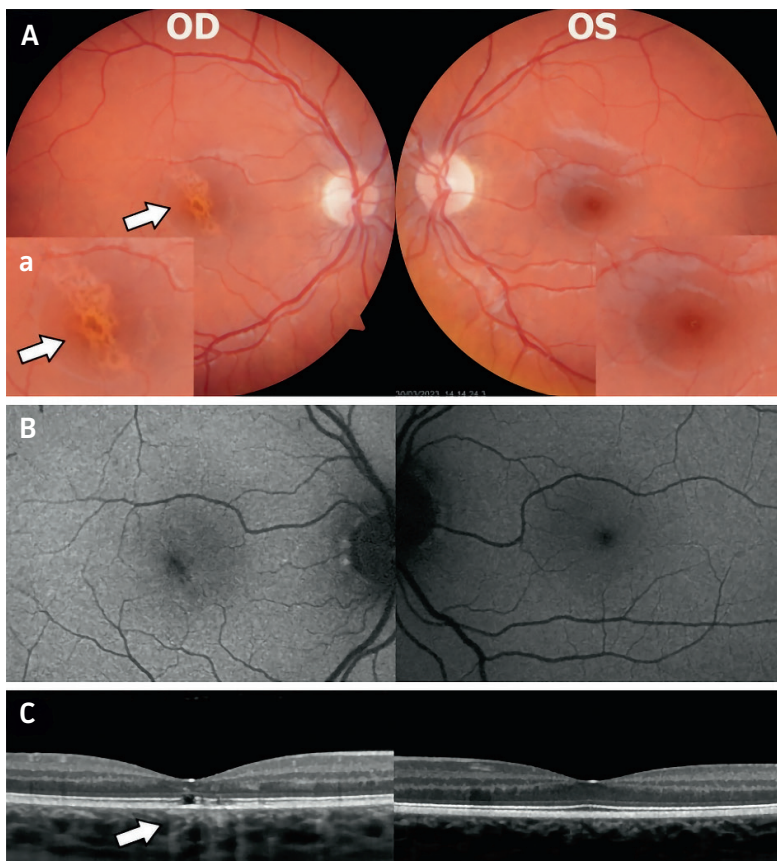
## Haigusjuht nr 2

Vastuvõtule suunati 16aastane tüdruk, kellel oli elukohajärgne silmaarst tuvastanud parema silma nägemisteravuse languse koos kollatähni ebaselgete muutustega. Tütarlapse sõnutsi oli parema silma nägemine olnud kehv juba mõned aastad ning olulist dünaamikat ta selle ajaga täheldanud ei olnud. Kaasuvaid haigusi ei esinenud ja perekonnas silmahaigusi diagnoositud ei olnud.

Uuringutel selgus, et parema silma nägemisteravus oli 0,2, kusjuures vasaku silma nägemine oli korras (1,0). Parema silma kollatähnis oli näha reetina pigmentepiteeli muutusi, mis meenutasid laserkoagulatsiooni jälgi (vt pilt 2 A ja OD a), millega korreleerusid autofluorestsentsuuringul hüpofluorestsentne ala (vt pilt 2 OD B) ning optilise koherentse tomograafia uuringul *fovea*'s ellipsoidtsooni muutus (vt pilt 2 OD C), mis viitavad reetina pigmentepiteeli ja fotoretseptorite püsivale kahjustusele. Vasaku silma põhi oli muutusteta (vt pilt 2 OS). Parema silma põhja muutused korreleerusid nägemisteravuse langusega ning muutus oli iseloomulik laseri põhjustatud kollatähnikahjustustele. Täpsema anamneesi alusel selgus, et patsiendi õel oli paar aastat tagasi laserpointer, millega patsient võis mängides ka silma kahjustada. Laserpointer oli ostetud Narvast kioskist.

## DIFERENTSIAALDIAGNOOS

Diferentsiaaldiagnostiliselt annavad taolist fokaalset subfoveaalset fotoretseptorite kahjustust mitmed reetina haigused, millest olulisemad on päikesevalguse tekitatud maakulikahjustus (*solar*-makulopaatia) ja mõned võrkkesta düstroofiad. Päikesevalguse põhjustatud makulopaatia korral võiks tegemist olla fokaalse kollakat värvi defektiga kollatähni keskosas, mis optilise koherentse tomograafia uuringul vastab ellipsoidtsooni defektile. *Solar*-makulopaatia ei põhjusta triipja kujuga defekti ning eeldab intensiivse päikesevalguse sattumist



**Pilt 2. Haigusjuht nr 2.** Parema silma (OD – *oculus dexter*) kollatähnis visualiseeruvad ulatuslikud reetina pigmentepiteeli muutused, mis on iseloomulikud laserkoagulatsiooni jälgedele (A ja OD a) ja mis olid põhjustanud 16aastase tüdruku parema silma nägemisteravuse languse. Reetina pigmentepiteeli muutustele vastab hüpofluorestsentse signaaliga ala maakuli keskel (OD B) ja *fovea*'s ellipsoidtsooni kahjustus optilise koherentse tomograafia uuringul (OD C) – mõlemad leiud viitasid reetina pigmentepiteeli ja fotoretseptorite püsivale kahjustusele. Vasaku silma (OS – *oculus sinister*) põhi on muutusteta (A; B; OS C).

silma tavaliselt otse päikesesse vaatamisel, mistõttu on diagnoosimisel äärmiselt oluline täpse anamneesi selgitamine (9).

Reetina düstroofiad on oma olemuselt valdavalt mõlemat silma haaravad ehk bilateraalsed ja mitmekesise fenotüübiga geneetilised võrkkestahaigused, millest mõned võivad sarnaneda laserpointeri põhjustatud makulopaatiaga. Samas aitavad erinevad võrkkesta kuvamise ja elektrofüsioloogilised uuringud neid kahjustusi üksteisest suhteliselt edukalt eristada. Lisaks on reetina düstroofiad vastupidi laserpointeri tekitatud kahjustusele progresseeruvad ning sageli on ka perekonnaanamneesis võimalik tuvastada sarnaseid juhtumeid.

## KOKKUVÕTE

Laserid on olulised abivahendid meie igapäevaelus, kuid vaja on teada nende seadmete potentsiaalset ohtu tervisele. Laserpointerid on käes hoitavad laserseadmed, mida kasutatakse sageli ettekannete ja esitluste ajal slaididel detailide näitamiseks. Oluline on aga teada, et need seadmed võivad potentsiaalselt vigastada silma, mistõttu peaks veenduma, et tegu on kvaliteetse seadmega, mis on ostetud usaldusväärsest poest. Uuringud on näidanud, et internetipoodides müüdavad laserid on sageli oluliselt suurema võimsusega, kui nende kirjelduses on viidatud. Kindlasti ei ole mõistlik osta neid seadmeid lastele mängimiseks.

## VÕIMALIKU HUVIKONFLIKTI DEKLARATSIOON

Artikli autoritel puudub huvide konflikt.

## SUMMARY

### Eye injuries caused by laser pointers: Case reviews

Loviisa Lees<sup>1</sup>, Kalev Nõupuu<sup>1</sup>

Laser pointers are handheld laser devices intended for pointing out objects or locations, including for demonstration or

amusement purposes. On the internet, high power laser pointers (which may often be incorrectly labelled), are increasingly accessible, with no adequate access controls in place. Laser pointer glare and retinal injuries caused by laser pointers have increased considerably in recent years and now represent a relevant problem, particularly among children (1, 2, 6). Laser pointer injury symptoms may vary from asymptomatic presentation to blurry vision, central or paracentral scotomata, and metamorphopsias. Injury can be diagnosed using different imaging tools, including fundoscopic examination and OCT. Hallmark findings are yellow-white lesions or streaks, which may involve the foveal center and focal disruption of the ellipsoid zone and RPE loss on OCT which, addition to history of laser light exposure, are diagnostic of laser maculopathy. Treatment options for laser pointer injuries are limited, but the natural course is mostly favorable, and visual acuity may recover. Overall, public awareness of laser pointer injuries needs to be heightened and, in all cases, preventative counseling should be undertaken to avoid repeated injury (1, 7).

## KIRJANDUS / REFERENCES

1. Birtel J, Harmening WM, Krohne TU, Holz FG, Charbel Issa P, Herrmann P. Retinal injury following laser pointer exposure. *Dtsch Arztebl Int* 2017;114:831-7.
2. Chen Y, Cunningham A, Kotagiri A. The danger of laser pointer-induced retinal damage in children: a large United Kingdom Case series and survey of public awareness. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2023;60:52-9.
3. Food and Drug Administration. Important Information for Laser Pointer Manufacturers; viimati muudetud 12.04.2017. <https://www.fda.gov/radiation-emitting-products/laser-products-and-instruments/important-information-laser-pointer-manufacturers>Kehtiv
4. Lee GD, Lally DR. Laser pointer retinal injuries. *Retina Today* 2015. [https://assets.bmctoday.net/retinatoday/pdfs/0415RT\\_Trauma.pdf](https://assets.bmctoday.net/retinatoday/pdfs/0415RT_Trauma.pdf). Vaadatud 10.11.2023.
5. Torp-Pederesen T, Welinder L, Justesen B, et al. Laser pointer maculopathy – on the rise? *Acta Ophthalmol* 2018;96:749-54.
6. Linton E, Walkden A, Steeples LR, et al. Retinal burns from laser pointers: a risk in children with behavioural problems. *Eye (Lond)* 2019;33:492-504.
7. Motlagh M, Wilkinson M. Laser pointer maculopathy. *Ophthalmol Visual Sci Eyerounds.org*; 2021. <https://eyerounds.org/cases/311-laser-pointer-maculopathy.pdf>. Vaadatud 10.11.2023.
8. Pierce LA. Laser physics and physiology. *Plast Surg Nurs* 1997;17:123-8.
9. Abdellah MM, Mostafa EM, Anber MA, El Saman IS, Ezz Eldawla M. Solar maculopathy: prognosis over one year follow up. *BMC Ophthalmol* 2019;19:201.

<sup>1</sup> Eye Clinic, Tartu University Hospital, Tartu, Estonia

Correspondence to:  
Loviisa Lees  
[loviisaales@gmail.com](mailto:loviisaales@gmail.com)

Keywords:  
laser pointer, macular damage, maculopathy