

Očesna klinika,

Univerzitetni klinični center Ljubljana

# KIRURGIJA ZADNJEGA OČESNEGA SEGMENTA

Izbrana poglavja iz oftalmologije

Ješetov dan

Ljubljana, april 2026

*Učbenik je izdala:*

Očesna klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana

*Uredniki:*

Mojca Globočnik Petrovič

Barbara Cvenkel

Nataša Vidovič Valentinčič

Mojca Urbančič

*Recenzenti:*

Mojca Globočnik Petrovič

Barbara Cvenkel

Nataša Vidovič Valentinčič

*Lektorica:*

Mira Turk Škraba

*Tehnična urednica:*

Neža Tomori Kontrec

Naklada: 300 izvodov

Tisk: Fota-Cop, Ljubljana

Ljubljana, april 2026

CIP- Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

617.7-089(082)

JEŠETOV dan (2026 ; Ljubljana)

Kirurgija zadnjega očesnega segmenta : izbrana poglavja iz oftalmologije : Ješetov dan  
: Ljubljana, april 2026 / [uredniki Mojca Globočnik Petrovič ... et al.]- Ljubljana : Očesna  
klinika, Univerzitetni klinični center, 2026

ISBN 978-961-7105-53-7

COBISS.SI-ID 271574019

**KAZALO**

---

Mojca Globočnik Petrovič <b>Uvod</b> .....	<b>6</b>
Mojca Urbančič <b>Nagovor</b> .....	<b>7</b>
<b>ODSTOP MREŽNICE</b>	
Neža Čokl Jenko <b>Regmatogeni odstop mrežnice – izhod za vid, boj proti proliferativni vitreoretinopatiji</b> .....	<b>9</b>
Nataša Vidović Valentinčič <b>Klasična operacija odstopa mrežnice in pnevmatska retinopeksija</b> .....	<b>20</b>
Mojca Urbančič <b>Drugi odstopi mrežnice</b> .....	<b>35</b>
<b>BOLEZNI VMS</b>	
Mojca Globočnik Petrovič <b>Bolezni steklovinsko-makularnega stika</b> .....	<b>44</b>
Nina Kobal Mikša, Mojca Urbančič, Mojca Globočnik Petrovič <b>Epiretinalna membrana - kdaj operirati in kdaj opazovati</b> .....	<b>64</b>
Špela Štunf Pukl <b>Izbira nadstandardnih znotrajočesnih leč pri bolnikih s spremembami steklovinsko-makularnega stika</b> .....	<b>76</b>

**KLINIČNO ODLOČANJE V VITREORETINALNI KIRURGIJI**

Rok Košiček, Darja Krevh Golubić

**Intravenska sedacija za vitreoretinalne posege:****da ali ne, kdaj in zakaj? ..... 92**

Luka Lapajne

**Endoftalmitis ..... 100**

Igor Šivec Trampuž

**Hematovitreus ..... 110**

Neža Čokl Jenko

**Zdravljenje odprtih poškodb zrkla – novosti, trendi ..... 122****VITREKTOMIJA IN OČESNE BOLEZNI ALI STANJA**

Alenka Lavrič Groznik

**Vitrektomija in tumorji ..... 128**

Veronika Kloboves Prevodnik

**Citopatologija in druge preiskave bioptičnega materiala****očesnih tumorjev ..... 141**

Barbara Cvenkel

**Vitrektomija in glavkom ..... 147**

Polona Jaki Mekjavić, Mojca Globočnik Petrovič

**Vitrektomija in SDM ..... 155**

Tjaša Krašovec, Eva Janc, Polona Jaki Mekjavić,

Mojca Globočnik Petrovič

**Submakularna krvavitev ..... 164**

Manca Tekavčič Pompe

**Vitrektomija pri otrocih ..... 177**

Maja Potrč  
Vitrektomija in uveitis ..... 196

Ana Fakin  
Vitrektomija in genska terapija ..... 212

#### **KIRURGIJA SREDNJEGA SEGMENTA**

Miha Marzidovšek  
Dislokacija leče in afakija – ali je pri kirurgiji srednjega segmenta  
potrebna vitrektomija pars plana ..... 223

## UVOD

---

*Mojca Globočnik Petrovič*

Spoštovane kolegice, spoštovani kolegi, kirurgija zadnjega očesnega segmenta danes obsega širok spekter posegov – od klasične kirurgije odstopa mrežnice in pnevmoretinopeksije do sodobnih vitreoretinalnih operacij. Letošnji Ješetov dan je posvečen celotnemu spektru obravnave: od diagnostike in različnih kirurških pristopov do pričakovanih pooperativnih izidov pri odstopu mrežnice, boleznih steklovinsko-makularnega stika, vitreoretinalnih urgencah ter kirurških izzivih pri posebnih očesnih stanjih.

Letos mineva 40 let od začetkov vitreoretinalne kirurgije v Ljubljani, ko je mag. Primož Logar, dr. med., na Očesni kliniki začel uvajati vitrektomijo. Takrat so bili ti posegi dolgotrajni in tehnično zahtevni, namenjeni predvsem bolnikom s kompleksno proliferativno diabetično retinopatijo, odstopom mrežnice s proliferativno vitreoretinopatijo ter hudimi očesnimi poškodbami. Kljub omejenim tehničnim možnostim so pionirsko obdobje zaznamovali navdušenje, raziskovalni duh in predanost stroki, kar je postavilo temelje sodobni vitreoretinalni kirurgiji v Ljubljani.

V zadnjih desetletjih se je področje izjemno hitro razvijalo. Pred približno 25 leti smo začeli izvajati prve vitreoretinalne posege pri boleznih steklovinsko-makularnega stika, ki danes predstavljajo pomemben del vsakodnevne prakse. Napredek v diagnostiki, kirurški tehnologiji, instrumentih majhnega kalibra ter sistemih vizualizacije, skupaj z boljšim razumevanjem patofiziologije bolezni mrežnice, je omogočil uspešno kirurško zdravljenje številnih stanj, ki so bila nekoč težko obvladljiva ali celo neoperabilna.

Letošnje teme bodo dopolnjene z najnovejšimi spoznanji iz klinične prakse, zanimivimi kirurškimi primeri in video prikazi operativnih posegov, ki bodo dodatno osvetlili vsakodnevne izzive ter možnosti njihovega reševanja. Želim si, da bo Ješetov dan priložnost za izmenjavo izkušenj, odprto razpravo in povezovanje vseh, ki se srečujemo z izzivi kirurgije zadnjega očesnega segmenta.

Želim vam prijetno druženje ter strokovno bogato srečanje.

## NAGOVOR

---

*Mojca Urbančič*

Spoštovane kolegice in kolegi,

veseli me, da letos organiziramo Ješetov dan, na katerem bomo predstavili novosti, naše znanje in izkušnje s področja kirurgije zadnjega očesnega segmenta. Kirurgija zadnjega segmenta je eno najbolj dinamičnih in najzahtevnejših področij oftalmologije. Prav zato je predstavitev novosti, ohranjanje in nadgrajevanje znanja ključnega pomena. Ješetov dan nam ponuja priložnost, da se seznanimo z najnovejšimi pristopi in tehnologijami, premislimo o izzivih vsakdana in skupaj iščemo poti, ki bodo našim bolnikom prinesle še boljše izide zdravljenja.

Naj bo ta zbornik odraz strokovne predanosti in želje po odličnosti, ki nas povezuje. Želim vam zanimivo branje ter uspešen strokovni dan na Očesni kliniki.



## REGMATOGENI Odstop mrežnice – izhod za vid, boj proti proliferativni vitreoretinopatiji

---

Neža Čokl Jenko

Očesna klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana

### IZVLEČEK

**Namen:** Prikaz uporabnosti optične koherentne tomografije pri ocenjevanju stopnje nujnosti operacije in napovedovanju prognoze za vid po kirurškem zdravljenju regmatogenega odstopa mrežnice. Predstavitev sodobne metode zdravljenja in preprečevanja proliferativne vitreoretinopatije pri regmatogenem odstopu mrežnice.

**Metode:** Opisna in slikovna predstavitev strukturnih stopenj regmatogenega odstopa mrežnice, kot so objavljene v novejši literaturi, ter analiza njihove klinične uporabnosti. Pregled literature in povzetek ključnih značilnosti različnih metod zdravljenja in preprečevanja proliferativne vitreoretinopatije pri regmatogenem odstopu mrežnice.

**Rezultati:** Opisanih je pet strukturnih stopenj regmatogenega odstopa mrežnice glede na spremembe zunanjih slojev mrežnice, vidnih na optični koherentni tomografiji. Pri odstopljeni makuli je prognoza za vid pomembno boljša, če operacijo izvedemo v stopnji 1–3, to je v prvih 3 dneh po odstopu makule. Po tem obdobju pride do izrazite degeneracije fotoreceptorjev v fovei. Pri regmatogenem odstopu mrežnice s proliferativno vitreoretinopatijo je treba opraviti dodatne kirurške postopke, kot so luščenje notranje mejne membrane, luščenje proliferativne vitreoretinopatije, retinektomijo ter po potrebi našitje skleralne plombe. Študije kažejo, da večkratna aplikacija intravitrealnega metotreksata pri proliferativni vitreoretinopatiji stopnje C zmanjša število ponovnih odstopov ter drugih zapletov in izboljša funkcionalni izid.

**Zaključki:** Za dober anatomski in funkcionalni izid pri regmatogenem odstopu mrežnice je ključno čim hitrejše kirurško zdravljenje. Poleg statusa makule je pomembno tudi trajanje odstopa mrežnice v makuli, kar lahko natančneje opredelimo z optično koherentno tomografijo. Pri starejših odstopih

igra ključno vlogo obsežnost proliferativne vitreoretinopatije. Uspešnost operacije povečamo s pravilnim izborom dodatnih kirurških postopkov, obetavni so tudi rezultati intravitrealne terapije z metotreksatom.

**Ključne besede:** regmatogeni odstop mrežnice, SS-OCT, proliferativna vitreoretinopatija, metotreksat.

## UVOD

V klinični praksi regmatogeni odstop mrežnice (ROM) večinoma opredelimo glede na status makule (odstopljena ali ležeča), stopnjo proliferativne vitreoretinopatije in trajanje izgube centralnega vida (odstopa makule). Čeprav proliferativna vitreoretinopatija (PVR) pomembno vpliva na kompleksnost kirurškega zdravljenja, saj za uspešno naleganje mrežnice zahteva tehnično zahtevnejše, daljše in celo večkratne operacije, pa je stanje makule najpomembnejši in odločilni dejavnik za določitev optimalnega časovnega okna operacije in prognoze za vid po operaciji.

## STRUKTURNE SPREMEMBE ZUNANJIH SLOJEV ODSTOPLJENE MREŽNICE IN KLINIČNA POMEMBNOST

### Uvod

Prognoza za vid je po operaciji bistveno boljša pri odstopih z ležečo makulo kot pri tistih z odstopljeno, tudi če je ta odstopljena le en dan (1). Prognoza za vid je odvisna tudi od trajanja odstopa makule, prognoza je boljša, če je operacija opravljena v roku 72 ur (1–6). Težava v klinični praksi je, da bolnik zaradi različnih razlogov ne zna točno opredeliti, kdaj je prišlo do poslabšanja vida, poleg tega poslabšanje centralne vidne ostrine ne korelira vedno z začetkom pojava odstopa. Odločanje zgolj na podlagi anamneze je zato nezanesljivo.

V preteklosti so strukturne spremembe mrežnice kirurško inducirane ROM pri živalih že preiskovali s pomočjo histoloških preiskav in vitro (4,7–9). Z uporabo optične koherentne tomografije (OCT) z visoko ločljivostjo se je

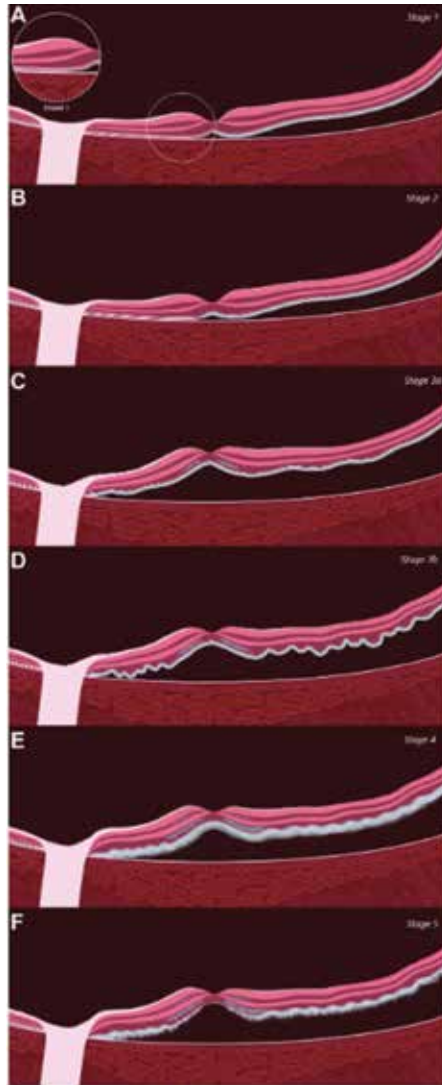
ponudila možnost preiskovanja strukturnih sprememb mrežnice pri ROM s histologiji primerljivo natančnostjo tudi in vivo.

### **Razdelitev glede na strukturne spremembe zunanjih slojev odstopljene mrežnice na OCT**

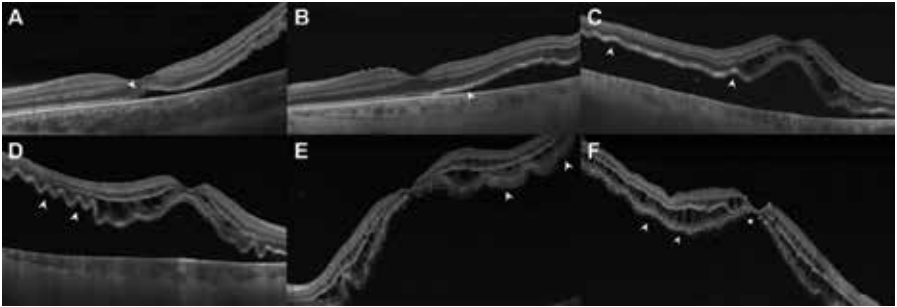
V študiji, objavljeni v *Ophthalmology Retina* maja 2023, so avtorji glede na opisane strukturne spremembe zunanjih slojev odstopljene mrežnice, predvsem fotoreceptorjev, vidnih na OCT s hitronastavljivim laserjem (*angl.* swept-source OCT, SS-OCT) in na zelo širokokotni SS-OCT (*angl.* ultrawide-field SS-OCT, UWF-SS-OCT) predlagali razdelitev stopenj odstopa mrežnice (Slika 1) (10).

Spremembe odstopljene mrežnice, opazovane od posteriornega roba odstopa (ali najkrajšega časa trajanja odstopa v fovei) do raztrganine (ali najdaljšega časa trajanja odstopa v fovei) so razdelili v pet stopenj degeneracije zunanjih slojev.

- Stopnja 1: ločitev nevrosenzorične mrežnice od retinalnega pigmentnega epitela brez vidnih sprememb v fotoreceptorskem sloju.
- Stopnja 2: zadebelitev fotoreceptorskega sloja.
- Stopnja 3a: nizkofrekvenčna zgubanost zunanjih slojev
- Stopnja 3b: visokofrekvenčna zgubanost zunanjih slojev.
- Stopnja 4: zabrisanje strukture zvijuganih zunanjih slojev, zabelitev fotoreceptorskega sloja s hiperreflektivnimi vključki ali brez njih.
- Stopnja 5: propad fotoreceptorjev – sprva točkast izgled pogrizene (*angl.* moth-eaten) zunanje mrežnice, kasneje segmenti – končni stadij degeneracije zunanjih slojev odstopljene mrežnice.



**Slika 1: Shematski prikaz stopenj strukturnih sprememb zunanjih slojev odstopljene mrežnice; A: stopnja 1, B: stopnja 2, C: stopnja 3a, D: stopnja 3b, E: stopnja 4, F: stopnja 5 (Vir: [https://www.opththalmologyretina.org/cms/10.1016/j.oret.2022.11.013/asset/efcd215d-1ed1-41c8-870c-4034a2cee864/main.assets/gr4\\_lrg.jpg](https://www.opththalmologyretina.org/cms/10.1016/j.oret.2022.11.013/asset/efcd215d-1ed1-41c8-870c-4034a2cee864/main.assets/gr4_lrg.jpg))**



**Slika 2: Prikaz stopenj strukturnih sprememb zunanjih slojev odstopljene mrežnice na SS OCT; A: stopnja 1 – puščica prikazuje posteriorni rob odstopa, brez sprememb v fotoreceptorskem sloju, B: stopnja 2 – puščica prikazuje zadebelitev RPE, C: stopnja 3a, D: stopnja 3b – puščici v C in D prikazujeta nizko in visokofrekvenčno zgubnost zunanjih slojev, E: stopnja 4 – puščici prikazujeta zadebeljeni RPE in porušenost zunanjih slojev, F: stopnja 5 – puščici prikazujeta točkast propad fotoreceptorjev z izgledom pogrizene zunanje mrežnice, zvezdica prikazuje segmentni propad fotoreceptorskega sloja, ki zaznamuje končni stadij degeneracije zunanjih slojev odstopljene mrežnice (Vir: [https://www.ophtalmologyretina.org/cms/10.1016/j.oret.2022.11.013/asset/017fb69d-7bda-4407-9082-4d80e0f73d7e/main.assets/gr1\\_lrg.jpg](https://www.ophtalmologyretina.org/cms/10.1016/j.oret.2022.11.013/asset/017fb69d-7bda-4407-9082-4d80e0f73d7e/main.assets/gr1_lrg.jpg))**

### **Patofiziologija strukturnih sprememb in časovna korelacija**

Glede na ugotovitve te študije (10) in predhodnih histoloških študij na živalskih modelih (4,7–9) pride do zadebelitve fotoreceptorskega sloja zelo kmalu po odstopu, najverjetneje zaradi hidracije (stopnja 2). Že po 2–3 dneh zaradi disregulacije fotoreceptorjev in s tem povezanih biokemičnih sprememb pride do zmanjšanja elastičnosti zunanjih slojev in zato do nastanka gub (stopnja 3). Hkrati se začne progresivna izguba mitohondrijev, kar povezujemo z zabrisanjem slojev na sliki OCT. Zaradi kopičenja vakuol in makrofagov pa v naslednjih dveh tednih pride tudi do zadebelitve fotoreceptorskega sloja s hiperreflektivnimi vključki (stadij 4). Popoln propad fotoreceptorjev je viden po 3 mesecih (stopnja 5).

### **Klinična aplikacija predlagane razdelitve**

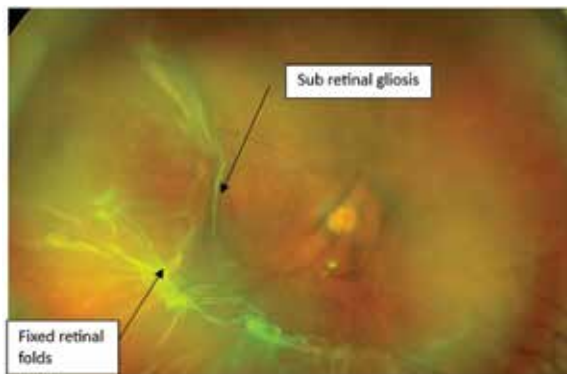
Avtorji (10) so dokazali statistično pomembno povezavo med OCT stopnjo zunanjih slojev odstopljene mrežnice v fovei in vidno ostrino tri mesece po operaciji. Vidna ostrina je bila po operaciji pomembno boljša pri stadijih 1–3. Prognoza za vid po operaciji je pomembno boljša, če operacijo opravimo znotraj 3 dni po odstopu makule. Novi pristop ocene morfološkega stanja zunanjih slojev odstopljene mrežnice v fovei s SS-OCT nam je lahko v pomoč pri pravilni oceni časovnega okna in funkcionalnega uspeha operacije ROM z odstopljeno makulo.

## **PRISTOPI ZDRAVLJENJA IN PREPREČEVANJA PROLIFERATIVNE VITREORETINOPATIJE**

### **Uvod**

PVR je najpomembnejši vzrok neuspeha kirurškega zdravljenja ROM. PVR v delimo v štiri stopnje: stopnja A – razpršen pigment v steklovini, pigmentni skupki na mrežnici, stopnja B – površinsko gubanje mrežnice, uvihan rob raztrganine, povečana zvižuganost žilja, stopnja C – fiksirane gube celotne debeline mrežnice, zvezdaste brazgotine, subretinalna fibroza (delimo na posteriorno in anteriorno glede na lego od ekvatorja) in stopnja D – lijakasti odstop.

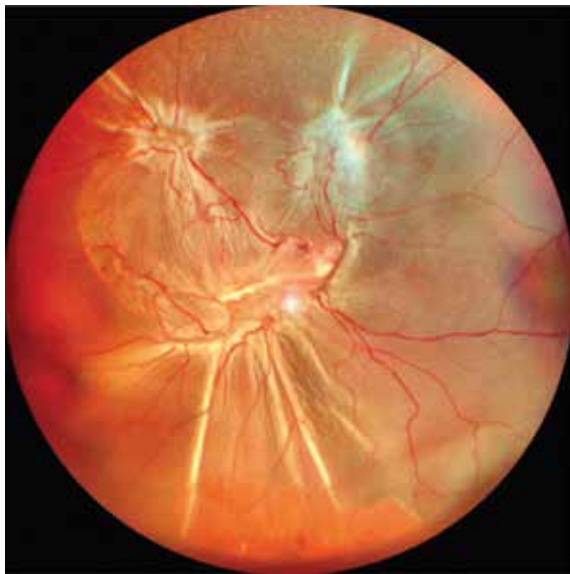
Skoraj pri vsakem odstopu mrežnice je v času operacije že prisotna PVR, a stopnji A in B večinoma ne predstavljata pomembnega tveganja za ponovni odstop po primarni vitrektomiji pars plana (VPP), stopnja C pa.



**Slika 3: PVR C; spodnja puščica prikazuje fiksirano gubo mrežnice, zgornja puščica prikazuje subretinalno fibrozo (Vir: <https://www.primeretina.com/blog-chronic-rhegmatogenous-retinal-detachment-with-grade-c-pvr/>)**



**Slika 4: PVR C; vidna je subretinalna fibroza nad foveo in ob zgornjem žilnem loku, ki dviga mrežnico (Vir: <https://imagebank.asrs.org/file/57077/subretinal-band-passing-above-the-fovea>)**



**Slika 5: PVR C; zvezdasta PVR temp. zgoraj, fiksirana guba mrežnice nazalno zgoraj in ob spodnjem žilnem loku, subretinalna PVR v fovei (Vir: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2021/8959153>)**

Anatomski uspeh je z eno samo operacijo pri očeh brez PVR dosežen v 85–95 odstotkih (11–14), pri tistih s PVR C pa le v 40–85 odstotkih (15–20). Funkcionalni izid je prav tako slabši, končna vidna ostrina pri očeh s PVR C preseže 0,025 po Snellenu le v 25–67 odstotkih (15–20), vzrok so poleg ponovnega odstopa tudi nastanek epiretinalne membrane, cistoidni makularni edem in hipotonija (15–17).

### **Kirurško zdravljenje proliferativne vitreoretinopatije**

Kirurško zdravljenje ROM s PVR poleg VPP z odstranitvijo steklovine, laseriranjem ali kriokoagulacijo raztrganin mrežnice ter vstavitvijo tamponade (zrak, mešanica ekspanzivnega plina, silikon) zahteva tudi dodatne postopke za sprostitev mrežnice. Z luščenjem MLI v makuli in po potrebi preko žilnih arkad odstranimo preretinalno PVR in hkrati substrat za nadaljnjo proliferacijo fibroblastov v tem predelu ter sprostimo mehanske

sile, ki jih na makulo izvaja PVR s periferije. Rezultati pravkar objavljene študije (21) nakazujejo, da pri primerih s PVR C ne glede na to, kateri ostali dodatni kirurški postopki so bili uporabljeni, samo luščenje MLI v makuli izboljša anatomske in funkcionalni uspeh operacije. Subretinalnih tračkov včasih ni treba odstranjevati, lahko je dovolj, da jih prerežemo, v nekaterih primerih pa jih je treba v celoti odstraniti skozi periferno retinotomijo. Kadar odluščenje preretinalne in/ali subretinalne PVR ne sprostimo mrežnice dovolj, da bi nalegla, je treba dodati skleralno plombo in/ali napraviti relaksirajočo retinektomijo. Tudi dolgotrajna silikonska tamponada (vsaj pol leta) lahko pripomore k uspešnosti operacije (15–17).

### **Medikamentozno zdravljenje/preprečevanje proliferativne vitreoretinopatije**

Kljub uspešni odstranitvi brazgotin, sprostitvi mrežnice z retinektomijo in dolgotrajni silikonski tamponadi zaradi nadaljevanja brazgotinskega procesa lahko pride do ponovne proliferacije in ponovnega odstopa mrežnice. Zahtevnejše in manj uspešno je tudi kirurško zdravljenje v primerih hkratnega odstopa žilnice ali krvavitve v steklovino in ob trdovratnejši PVR pri mladih ter tistih s travmatsko makularno PVR.

Metotreksat se izkazuje za pomemben antimetabolit, ki po intravitrealni aplikaciji lahko vpliva na manjšo verjetnost PVR pri odstopu mrežnice. Metotreksat je antimetabolit z antiproliferativnimi in protivnetnimi lastnostmi, rutinsko se uporablja za zdravljenje različnih neoplastičnih in vnetnih bolezni. Pregledne študije iz leta 2022 (22) in 2025 (23), ki raziskujejo uporabo metotreksata pri ROM s PVR, kažejo, da večkratna aplikacija intravitrealnega metotreksata (IVT MTX) pri očeh s PVR zmanjša verjetnost ponovnega odstopa mrežnice, zmanjša pojavnost epiretinalne membrane in cistoidnega makularnega edema in izboljša končno vidno ostrino. Glede na ugotovitve raziskave (23) je mrežnica pri očeh s PVR C, zdravljenih z dodanim IVT MTX obležala pri 74–92 odstotkih. Varnostni profil je bil dober, razen suhega očesa s punktatno keratopatijo drugih stranskih učinkov niso beležili. Nedorečen pa še vedno ostaja optimalen režim aplikacije MTX, tako glede odmerkov kot pogostosti in števila aplikacij. Trenutno potekajo tri aktivne registrirane študije, ki preučujejo uporabo

IVT MTX pri PVR v odmerkih do 500 µg in s pogostostjo aplikacije do največ 1-krat tedensko (24–26) do skupno največ 4 mesece.

## ZAKLJUČEK

ROM je eno najpogostejših stanj, zdravljenih z VPP. Najboljši funkcionalni izid dosežemo pri bolnikih z ležečo makulo. Nova OCT razdelitev glede na morfološke spremembe omogoča natančnejšo oceno trajanja makularnega odstopa in boljše načrtovanje časa operacije. Pri starejših odstopih je odločilna obsežnost PVR. S pravilnim izborom dodatnih kirurških postopkov lahko uspešnost operacije pri takih očesih močno povečamo, včasih pa tudi to ni dovolj. Študije prikazujejo pozitivni učinek intravitrealne farmakoterapije z MTX za preprečevanje nastanka PVR, ki bi lahko postala del standardnega terapevtskega pristopa pri izbranih bolnikih.

## LITERATURA

- 1 Williamson T, Shunmugam M, Rodrigues I. Characteristics of rhegmatogenous retinal detachment and their relationship to visual outcome. *Eye*. 2013;27:1063–1069.
- 2 Yorston D, Donachie PH, Laidlaw DA. Factors affecting visual recovery after successful repair of macula-off retinal detachments: findings from a large prospective UK cohort study. *Eye*. 2021;35:1431–1439.
- 3 Frings A, Markau N, Katz T. Visual recovery after retinal detachment with macula-off: is surgery within the first 72 h better than after? *Br J Ophthalmol*. 2016;100:1466–1469.
- 4 Van Bussel EM, Van der Valk R, Bijlsma WR. Impact of duration of macula-off retinal detachment on visual outcome: a systematic review and meta-analysis of literature. *Retina*. 2014;34:1917–1925.
- 5 Sothivannan A, Eshtiaghi A, Dhoot AS. Impact of the time to surgery on visual outcomes for rhegmatogenous retinal detachment repair: a meta-analysis. *Am J Ophthalmol*. 2022;244:19–29.
- 6 Xu D, Yee C, Traustason K. Optimal timing for surgical repair of macula-involving rhegmatogenous retinal detachment. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2021;62:3092.
- 7 Lewis GP, Charteris DG, Sethi CS. Animal models of retinal detachment and reattachment: identifying cellular events that may affect visual recovery. *Eye (Lond)*. 2002;16:375–387.
- 8 Lewis GP, Sethi CS, Carter KM. Microglial cell activation following retinal detachment: a comparison between species. *Mol Vis*. 2005;11:491–500.
- 9 Lewis GP, Chapin EA, Luna G. The fate of Müller's glia following experimental retinal detachment: nuclear migration, cell division, and subretinal glial scar formation. *Mol Vis*. 2010;16:1361–1372.

- 10 Martins Melo I, Bansal A, Naidu S, Oquendo PL, Hamli H, Lee WW, Muni RH. Morphologic Stages of Rhegmatogenous Retinal Detachment Assessed Using Swept-Source OCT. *Ophthalmol Retina*. 2023;7(5):398-405.
- 11 Ryan EH, Ryan CM, Forbes NJ. Primary retinal detachment outcomes study report number 2: phakic retinal detachment outcomes. *Ophthalmology*. 2020;127:1077–1085.
- 12 Joseph DP, Ryan EH, Ryan CM. Primary retinal detachment outcomes study: pseudophakic retinal detachment outcomes: primary retinal detachment outcomes study report number 3. *Ophthalmology*. 2020;127:1507–1514.
- 13 Eshtiaghi A, Dhoot AS, Mihalache A. Pars plana vitrectomy with and without supplemental scleral buckle for the repair of rhegmatogenous retinal detachment: a meta-analysis. *Ophthalmol Retina*. 2022;6:871–885.
- 14 Koto T, Kawasaki R, Yamakiri K. Six months primary success rate for retinal detachment between vitrectomy and scleral buckling. *Retina*. 2021;41:1164–1173.
- 15 Grigoropoulos VG, Benson, Bunce C. Functional outcome and prognostic factors in 304 eyes managed by retinectomy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2007;245:641–649.
- 16 Han DP, Lewis MT, Kuhn EM. Relaxing retinotomies and retinectomies. Surgical results and predictors of visual outcome. *Arch Ophthalmol*. 1990;108:694–697.
- 17 Federman JL, Eagle RC. Extensive peripheral retinectomy combined with posterior 360° retinotomy for retinal reattachment in advanced proliferative vitreoretinopathy cases. *Ophthalmology*. 1990;97:1305–1320.
- 18 Silva DJ, Kwan A, Bunce C. Predicting visual outcome following retinectomy for retinal detachment. *Br J Ophthalmol*. 2008;92:954–958.
- 19 Quiram PA, Gonzales CR. Outcomes of vitrectomy with inferior retinectomy in patients with recurrent rhegmatogenous retinal detachments and proliferative vitreoretinopathy. *Ophthalmology*. 2006;113:2041–2047.
- 20 Tseng JJ, Barile GR, Schiff WM. Influence of relaxing retinotomy on surgical outcomes in proliferative vitreoretinopathy. *Am J Ophthalmol*. 2005;140:628–636.
- 21 Wakabayashi T, Samuelson GA, Oshima Y. Limiting Membrane Peeling for Grade C Proliferative Vitreoretinopathy. *Ophthalmol Retina*. 2026;10(1):5–16.
- 22 McAllister MA, Moore SM, Bullock B. Intraocular Methotrexate for the Treatment and Prevention of Proliferative Vitreoretinopathy: A Review. *J Vitreoret Dis*. 2022;7(2):144–153.
- 23 Ting Ru Toch V, Gerard G, Quan Tay Z. Efficacy and safety of methotrexate in the treatment of proliferative vitreoretinopathy: a systematic review. *Eye (Lond)*. 2025;39(3):460–467.
- 24 Aldeyra Therapeutics, Inc. The GUARD Trial - Part 1: A phase 3 clinical trial of repeated intravitreal injections of ADX-2191 versus standard-of-care for prevention of proliferative vitreoretinopathy. *Clinicaltrials.gov identifier: NCT04136366*. 31. maj 2023.
- 25 Khah ZR. Repeated intra-silicone oil injection of methotrexate for management of proliferative vitreoretinopathy grade C; a multi-center study. *Clinicaltrials.gov identifier: NCT04482543*. 18. julij 2020.
- 26 Jamil AZ. Comparison of peroperative methotrexate infusion with postoperative intra silicone oil methotrexate injections for prevention of proliferative vitreoretinopathy development after vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment repair. *Clinicaltrials.gov identifier: NCT06289205*. 1. marec 2024.

## KLASIČNA OPERACIJA Odstopa mrežnice IN PNEVMATSKA RETINOPEKSIJA

---

*Nataša Vidović Valentinčič*

*Očesna klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana*

*Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani*

### IZVLEČEK

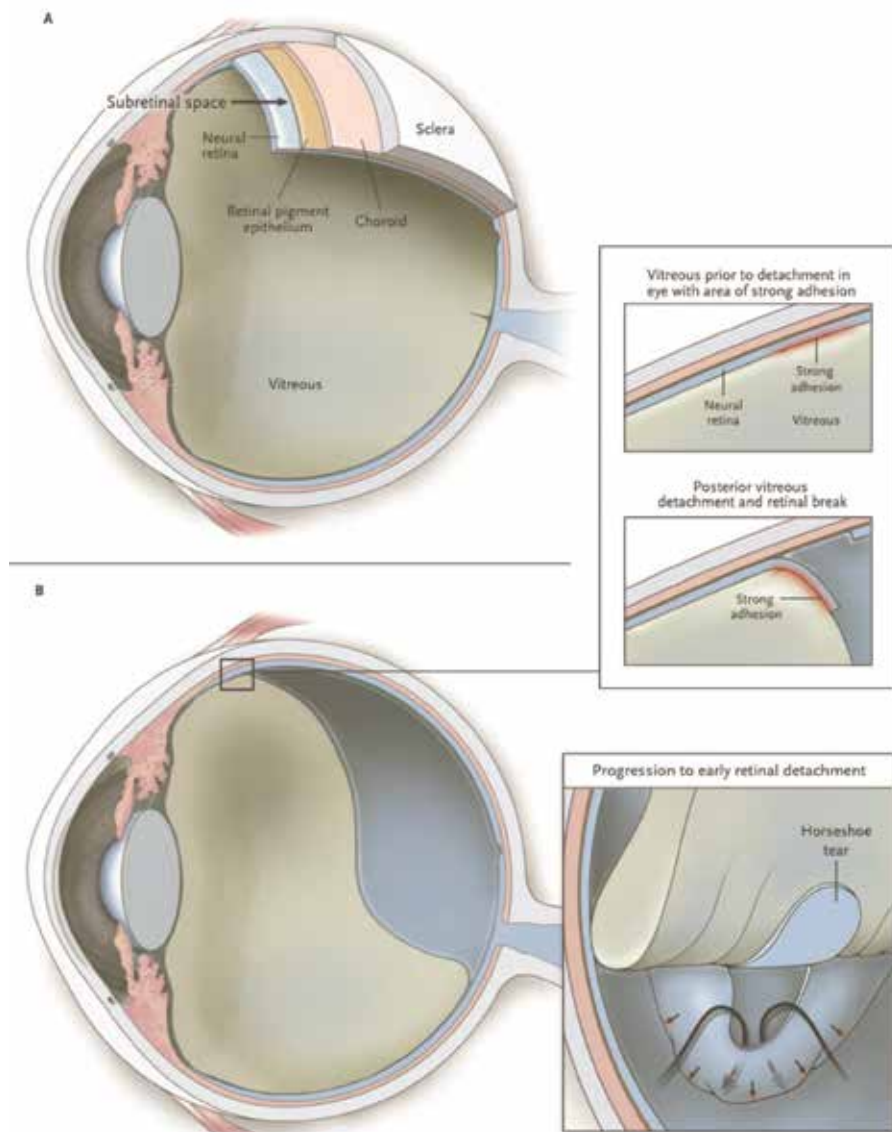
Regmatogeni odstop mrežnice ostaja pomemben vzrok izgube vida. Izbira kirurškega pristopa je odvisna od anatomije raztrganin, lečnega statusa ter prisotnosti posteriornega odstopa steklovine in proliferativne vitreoretinopatije. Prispevek povzema sodobno vlogo operacije regmatogenega odstopa mrežnice s skleralno plombo in pnevmatske retinopeksije v dobi vitrektomije pars plana, s poudarkom na izbiri bolnikov, tehničnih vidikih in izidih. Sistematični pregledi, metaanalize in študij potrjujejo, da nobena metoda ni univerzalno nadrejena; optimalna izbira mora biti individualizirana glede na klinični scenarij.

**Ključne besede:** odstop mrežnice, skleralna plomba, pnevmatska retinopeksija

### UVOD

Regmatogeni odstop mrežnice (ROM) je ena ključnih vitreoretinalnih urgenc in pomemben vzrok za izgubo vida, pri katerem sta čas do začetka zdravljenja in izbira kirurške metode odločilna za končni funkcionalni izid (1,2). V prispevku za poenostavitev uporabljam izraz raztrganina mrežnice kot nadpomenko za vse oblike raztrganin mrežnice (vključno z atrofičnimi luknjami in klasičnimi podkvastimi raztrganinami), čeprav se njihov nastanek in patofiziološko ozadje v klinični praksi lahko razlikujeta.

ROM nastane zaradi prisotnosti raztrganine mrežnice, prehoda tekočine iz steklovinskega prostora v subretinalni prostor in delovanja vitreoretinalnih vlečnih sil (Slika 1), zato je za izbiro posega ključno razumeti anatomijo raztrganin, stanje steklovine (prisoten ali odsoten posteriorni odstop steklovine, *angl.* posterior vitreous detachment, PVD) in stopnjo proliferativne vitreoretinopatije (*angl.* proliferative vitreoretinopathy, PVR) (1–3). V zadnjih desetletjih se je vitrektomija pars plana (VPP) uveljavila kot ena glavnih metod zdravljenja ROM, zlasti pri kompleksnejših odstopih, psevdofakiji in napredovali PVR (3–6). Kljub temu pa sta operacija s skleralno plombo (klasična operacija) in pnevmatska retinopeksija pomembna dela kirurškega repertoarja, zlasti pri mlajših fakičnih bolnikih in anatomske ugodnih odstopih, pri katerih omogočata ohranitev čistosti leče, manj invaziven pristop in v skrbno izbranih primerih primerljive ali celo boljše funkcionalne rezultate v primerjavi z VPP (1,2,7–12).



**Slika 1: Anatomija zadnjega segmenta očesa; odstop steklovine, raztrganine in odstop mrežnice (Vir: <https://scispace.com/pdf/primary-retinal-detachment-1t2uw05z8v.pdf>)**

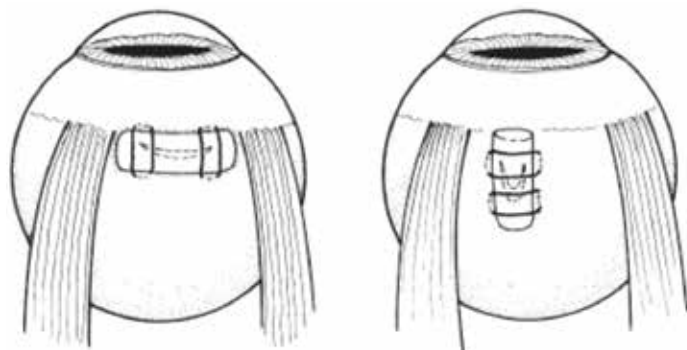
Prerez očesa (Slika A) prikazuje steklovino, nevrosenzorično mrežnico, pigmentni epitel mrežnice, žilnico in beločnico. Prostor med nevrosenzorično mrežnico in pigmentnim epitelom (subretinalni prostor) predstavlja potencialni prostor za odstop mrežnice. Zadajšni odstop steklovine (Slika B) je v fizioloških pogojih starostno pogojen proces, pri katerem se steklovina postopoma ločuje od mrežnice. Ločevanje se začne na posteriornem polu in napreduje proti periferni mrežnici, kjer so adhezije najmočnejše. Na mestih močne vitreoretinalne adhezije lahko nastanejo raztrganine mrežnice. Skozi raztrganino lahko steklovinska tekočina prehaja v subretinalni prostor, kar vodi v običajno progresiven regmatogeni odstop mrežnice. Nekatere raztrganine se spontano zaprejo in ne povzročijo odstopa; odkrijemo jih ob pregledu periferne mrežnice (2).

### **OPERACIJA S SKLERALNO PLOMBO (KLASIČNA OPERACIJA Odstopa MREŽNICE)**

Operacija ROM s skleralno plombo temelji na indentaciji beločnice s silikonsko plombo v projekciji raztrganine mrežnice (Slika 2) (1,7). Torej skleralna plomba ali trak povzroči indentacijo (»buckling«) stene očesa, s čimer:

1. zmanjša mehansko napetost na raztrganino mrežnice,
2. približa pigmentni epitel mrežnice k raztrganini,
3. omogoči zaprtje subretinalnega prostora in resorpcijo subretinalne tekočine,
4. v kombinaciji s krioterapijo ali lasersko terapijo ustvari trajno retinopeksijo (1,7,13).

Pri tem neposredno ne posegamo v steklovino, kar pri fakičnih bolnikih zmanjša tveganje za razvoj nuklearne katarakte, kar je pomembno predvsem pri mlajših bolnikih, in ohrani fiziološko vitreoretinalno anatomijo (2,8,10,11).



**Slika 2: Skleralna plomba povzroči indentacijo stene očesa v projekciji raztrganine mrežnice in zmanjša mehanske sile na raztrganino (Vir: <https://entokey.com/retinal-detachment-repair-scleral-buckling-and-pneumatic-retinopexy/>)**



**Slika 3: Našitje skleralne plombe na beločnico (Vir: lasten arhiv)**

### Indikacije in izbor bolnikov

Operacija s skleralno plombo je posebej primerna pri:

1. mlajših fakičnih bolnikov z dobrim lečnim statusom, pri katerih želimo odložiti ali preprečiti kataraktogeni učinek vitrektomije (2,8,10,11),
2. ROM, ki se lahko pojavi tudi brez obsežne PVR, pri čemer je glavni vzrok periferno locirana raztrganina (8,10–12),
3. nezahtevnejših odstopih z eno ali nekaj omejenimi raztrganinami mrežnice, ki so dovolj periferno, da so dostopne za našitje plombe na mesto raztrganine z zunanje strani očesa (anteriorno ali v srednji periferiji, npr. superotemporalno) (1,7,13),
4. PVR 0–B, brez obsežnih membran, ki bi zahtevale vitrektomijo za sprostitve membran (1–3).

Prospektivna randomizirana študija (Heimann in sod.) je pokazala, da je pri fakičnih očeh z nekompliranim ROM operacija s skleralno plombo vsaj enakovredno, pogosto pa funkcionalno ugodnejša od primarne VPP, zlasti zaradi manjše incidence katarakte (1). D'Amico, Park in Fallico v aktualnih pregledih poudarjajo, da operacija s skleralno plombo ostaja referenčna metoda pri mladih fakičnih očeh z nezapletenim ali srednje kompleksnim ROM brez PVD (2,8,10,11).

### Tehnični vidiki in kirurške odločitve

Temelj uspešne tovrstne operacije je natančna identifikacija in lokalizacija vseh raztrganin mrežnice. Spregledana ali neustrezno pokrita raztrganina z našito plombo ostaja najpogostejši razlog za neuspeh (1,7,13).

Ključni tehnični elementi so:

1. natančna lokacija plombe v meridianu raztrganine,
2. ustrezna širina in dolžina plombe (lokalna, segmentna, krožna),
3. dovolj globoka indentacija brez pretirane kompresije očesa (1,7,13).

Odločitev o morebitni drenaži subretinalne tekočine je odvisna od:

1. višine odstopa (mehurjast vs. plitev),
2. prosojnosti optičnih medijev,
3. stopnje mobilnosti mrežnice,

4. tveganja za krvavitve in nenadzorovan dvig intraokularnega tlaka (8,10,11).

Pri visokih, mehurjastih odstopih in slabši preglednosti je drenaža pogosto smiselna; pri plitvih, lokaliziranih odstopih pa se mnogi kirurgi odločajo za nedrenažno tehniko; odstop se resorbira po zaprtju raztrganine mrežnice skozi retinalni pigmentni epitel (7,13,14). Med posegom je nujen skrbni nadzor intraokularnega tlaka, zlasti pri širših ali krožnih plombah, saj pretirana kompresija lahko ogrozi prekrvavitev vidnega živca in mrežnice (8,10,11).

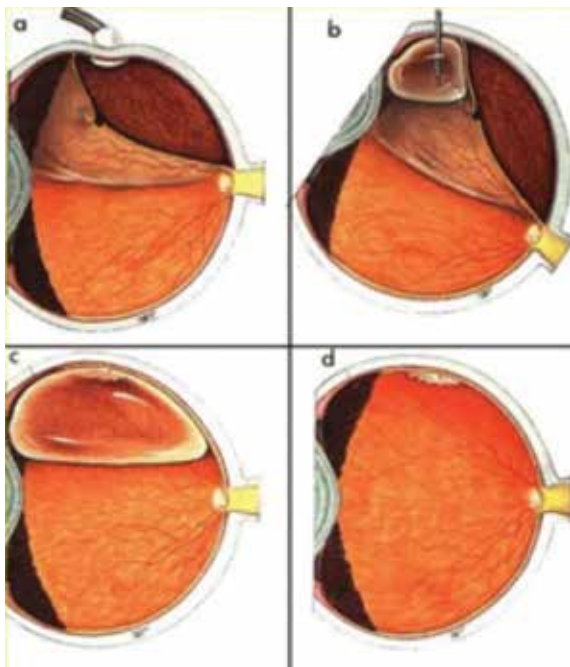
### **Rezultati in zapleti**

V večjih serijah operacije s skleralno plombo pri nekompliranem ROM se primarna anatomska uspešnost giblje med približno 80 in 90 %, končna (po reoperacijah) pa doseže 95–98 % (1,12). Nemet in sod. so pregledali 212 očes: primarni naleg mrežnice – 84,3 %, končni 96,2 %, končna vidna ostrina  $\geq 0,5$  pri 71 % očes (2). Študija Heimanna in sod.: v fakični podskupini – primarna anatomska uspešnost skleralne plombe 91 % vs. 88 % pri VPP klinično pomembna katarakta po 1 letu v 12 % (plomba) vs. 46 % (vitrektomija pars plana) (1).

Operacije s skleralno plombo spremljajo zapleti, kot so diplopija in očesno nelagodje zaradi mehaničnega vpliva plombe (3–10 %), refrakcijske spremembe (miopizacija  $\geq -1,0$  D pri pomembnem deležu bolnikov, posebej pri krožnih plombah), lokalna erozija ali ekspanzija plombe (1–5 %) ter redki infekcijski zapleti, vključno z endoftalmitisom (incidenca  $< 1$  %) (7,12,13,14). Kljub temu je pri skrbno izbranih bolnikih, zlasti pri mlajših fakičnih z ROM brez PVD, skleralna plomba metoda z visoko stopnjo trajnega nalega mrežnice in dobrim funkcionalnim izidom (8,10–12).

## PNEVMATSKA RETINOPEKSIJA

### Osnovna načela



***Slika 4: Shematski prikaz pnevmatske retinopeksije; plinski mehur deluje kot notranja tamponada na raztrganino mrežnice, ob sočasni retinopeksiji (krioterapija ali laser) (Vir: <https://ophthalmologybreakingnews.com/pneumatic-retinopexy>)***

Pnevmatska retinopeksija je minimalno invazivna metoda zdravljenja ROM, pri kateri intravitrealno injicirani plin v kombinaciji s položajno terapijo in lokalno retinopeksijo (krioterapija/laser) omogoči zaprtje raztrganine mrežnice od znotraj (4,5,15). Hilton in Grizzard sta jo opisala kot dvostopenjsko ambulantno operacijo brez konjunktivalnega reza, s čimer sta pomembno zmanjšala perioperativno morbidnost (4). Plinski mehur

deluje kot notranja tamponada; s svojo vzgonsko silo pritisne na raztrganino mrežnice v superiornih kvadrantih in prepreči nadaljnji prehod tekočine v subretinalni prostor, medtem ko retinalni pigmentni epitel postopno resorbira obstoječo subretinalno tekočino (4–6,15,19).

### **Indikacije in idealni kandidati**

Uspeh pnevmatske retinopeksije je močno odvisen od izbire bolnikov (5,6, 15,16,19). Idealni kandidati so bolniki, ki imajo:

1. fakično (ali skrbno izbrano psevdofakično) oko,
2. ROM z eno ali skupino majhnih raztrganin mrežnice, omejenih na superiorni del mrežnice (približno med 8. in 4. uro),
3. omejen odstop brez obsežne inferiorne udeležitve,
4. minimalno PVR (brez rigidnih membran in »napenjalnih« gub),
5. dober pregled periferne mrežnice na mestu raztrganine za krioterapijo/laser,

in so

6. motivirani, sposobni natančno upoštevati položajno terapijo in prihajati na pogoste kontrole (5,15).

Chan in sod. poudarjajo, da uporaba pnevmatske retinopeksije zunaj teh kriterijev (npr. pri inferornih raztrganinah, obsežnih odstopih, napredni PVD) pomembno znižuje uspešnost in povečuje potrebo po reoperaciji (5). Študija PIVOT je dodatno potrdila, da ob strogih anatomskih kriterijih pnevmatska retinopeksija dosega zelo dobre anatomsko-funkcionalne rezultate, primerljive z VPP (20).

### **Tehnika in potek posega**

Poseg praviloma poteka ambulantno ali v kratki hospitalizaciji:

1. identifikacija raztrganin mrežnice in po potrebi predhodna krioterapija ali laserska terapija v projekciji raztrganine ali njene okolice;
2. intravitrealna injekcija plina (npr. 0,3–0,5 ml SF<sub>6</sub> ali C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>) pars plana skozi ciliarnik (3,5–4,0 mm za limbusom), s pazljivo izbiro mesta vboda in izogibom poškodbi leče pri fakičnih očeh (4–6,15);

3. pozicioniranje bolnika takoj po injekciji, da se plinski mehur postavi neposredno nad raztrganino mrežnice; ta položaj bolnik vzdržuje od več ur do nekaj dni, odvisno od konfiguracije odstopa (4–6);
4. spremljanje in morebitna dokončna retinopeksija – v naslednjih dneh se mrežnica ponovno prileže pigmentnemu epitelu, plin pa se postopno resorbira.

SF6 se resorbira v približno 10-14 dneh, C3F8 pa v 6–8 tednih, kar vpliva na trajanje položajne terapije in morebitne omejitve (leti, spremembe nadmorske višine) (4–6,19).

### Rezultati

Zgodnje serije operacij s pnevmatsko retinopeksijo so poročale o primarni anatomski uspešnosti 70–80 % in končni uspešnosti > 90 % (4,5,16,17). Muni in sod. so opisali primarni naleg mrežnice v 79 %, končni v 96 % ter končno vidno ostrino  $\geq 0,5$  v približno 75 % očes (17). Študija PIVOT je randomizirala bolnike z ROM z odstopljeno foveo v skupino s pnevmatsko retinopeksijo vs. skupino z VPP in ugotovila primarno anatomsko uspešnost 80,8 % (pnevmatska) vs. 93,2 % (VPP), končni naleg mrežnice pa 99,2 vs. 98,6 %, boljše končno vidno ostrino (0,14 logMAR vs. 0,28 logMAR) ter manj metamorfopsije in boljše stereopsijo pri pnevmatski retinopeksiji (6,20). Metaanalize in sodobni pregledi potrjujejo, da pri skrbno izbranih bolnikih pnevmatska retinopeksija dosega primarno uspešnost 75-85 %, končno 95-99 %, končno vidno ostrino  $\geq 0,5$  v 70-80 % očes ter nižjo stopnjo katarakte in hitrejše okrevanje v primerjavi z VPP pri fakičnih bolnikih (5,6,16,19).

Okoli 20–30% bolnikov po pnevmatski retinopeksiji potrebuje dodatni poseg (skleralno plombo ali VPP kar je treba jasno predstaviti bolniku ob podpisu informiranega soglasja (6,16,17,21).

Zapleti vključujejo povišan znotrajočesni tlak (10-30 %), migracijo plina v sprednji prekat pri afakičnih ali določenih psevdofakičnih očeh (1–5 %), neuspešno zaprtje raztrganine ali nastanek novih raztrganin ter redke infekcijske zaplete, vključno z endoftalmitisom (< 1%) (5,15–17,19).

Študije, ki obravnavajo operacijo s skleralno plombo po neuspešni pnevmatski retinopeksiji, poročajo, da je pri večini bolnikov končni naleg mrežnice stabilen, vendar je končna vidna ostrina nekoliko slabša kot pri primarno uspešnih posegih, kar poudarja pomen začetne selekcije (17,21).

### **PRIMERJALNI POGLED: SKLERALNA PLOMBA VS. PNEVMATSKA RETINOPEKSIJA VS. VPP**

Odločanje med skleralnim plombiranjem in pnevmatsko retinopeksijo mora upoštevati:

- 1 lokacijo, število in velikost raztrganin mrežnice (superiorne vs. inferiorne, anteriorne vs. posteriorne),
- 2 prisotnost PVD in stopnjo PVR,
- 3 lečni status (fakični vs. psevdofakični),
- 4 pričakovano sodelovanje bolnika (položaj, kontrole),
- 5 pridružene sistemske bolezni,
- 6 izkušnje kirurga in dostopnost posamezne tehnike (1–3,7,8,10–12,18,19,21).

Klasično velja, da je skleralna plomba prva izbira pri mlajših fakičnih očeh brez PVD z enostavnim ali srednje kompleksnim ROM, VPP je primarna metoda pri psevdofakiji, napredni PVR in kompleksnih odstopih, pnevmatska retinopeksija pa je optimalna pri anatomsko ugodnih superiornih raztrganinah pri motiviranih bolnikih (2,3,7,8,10,11,16,19,22).

### **Dokazi iz sistematičnih pregledov in metaanaliz**

Cochraneov pregled Znaor in sod. je analiziral študije, ki primerjajo VPP in operacijo s skleralno plombo pri enostavnih ROM in ugotovil, da sta primarni in končni naleg mrežnice pri obeh metodah podobna; VPP je bila povezana z več katarakte in iatrogenih raztrganin mrežnice, skleralna plomba pa z več lokalnimi zapleti (diplopija, ekspozicija plombe) (21,23). Dhoot in sod. so v metaanalizi 15.947 oče pokazali, da sta primarna in končna anatomsko uspešnost pri VPP in skleralni plombi zelo podobni; v fakični populaciji je bila skleralna plomba povezana z rahlo boljšo končno najboljšo korigirano vidno ostrino, verjetno zaradi manj katarakte, VPP pa

ima prednost pri psevdofakiji in kompleksnih ROM (22). D'Amico poudarja, da ni ene najboljše metode, temveč je izbira med skleralno plombo, VPP in pnevmatsko retinopeksijo odvisna od kombinacije starosti, lečnega statusa, morfologije ROM in izkušenj kirurga (2). Park in Fallico v sodobnih pregledih dodajata, da skleralna plomba pri fakičnih mlajših očeh brez PVD ostaja pogosto prednostna metoda (8,10,11). Študija Beverley se je osredotočila na fenomen tako imenovanega pomika mrežnice («retinal displacement») in pokazala, da je po VPP subtilni pomik mrežnice, povezan z metamorfozijo, statistično značilno pogostejši kot po skleralni plombi pri sicer primerljivem anatomskem nalegu mrežnice in najboljši korigirani vidni ostrini (24). To dodatno podpira vlogo skleralne plombe pri fakičnih očeh, pri čemer poleg anatomije in najboljše korigirane vidne ostrine upoštevamo tudi kakovost vida.

Skupni dokazi najnovejših sistematičnih pregledov in metaanaliz tako potrjujejo, da (21–24):

1. skleralna plomba ostaja izbirna metoda pri fakičnih očeh z enostavnimi ROM brez PVD,
2. VPP ima prednost pri psevdofakiji, napredni PVR in slabi preglednosti periferije mrežnice,
3. pnevmatska retinopeksija je izbira pri strogo izbranih anatomsko ugodnih primerih, če je bolnik zanesljiv glede položajne terapije.

## ZAKLJUČEK

Operacija s skleralno plombo in pnevmatska retinopeksija sta v dobi razširjenosti vitrektomije pars plana dve komplementarni tehniki, ki pri skrbno izbranih bolnikih ponujata visok anatomski in funkcionalni uspeh, ob ohranitvi leče in minimalni invazivnosti (1,2,4–8,10–12,16–19,21–24).

Operacija s skleralno plombo ostaja zlasti pri mlajših fakičnih bolnikih z ROM brez PVD ter pri perifernih raztrganinah mrežnice učinkovita strategija, ki ohranja čistost leče, s primarno uspešnostjo okoli 80-90 % in končno nad 95%, ter bistveno nižjo stopnjo katarakte v primerjavi z VPP (1,2,4,10–12,18,22).

Pnevmatska retinopeksija predstavlja minimalno invazivno ambulantno možnost pri anatomsko ugodnih superiornih odstopih mrežnice, pri katerih dobro izbrani bolniki dosežejo primarno uspešnost v približno 75-85 % in končno v 95–99 %, ob boljši končni vidni ostrini in manj metamorfopsije v primerjavi s VPP (4–6,15–17,19,21). Ključni sta stroga selekcija ter dobra in odkrita komunikacija o možnosti reoperacije.

Odločanje med metodami mora biti individualizirano z upoštevanjem anatomije raztrganin mrežnice, PVR, lečnega statusa, starosti, sodelovanja bolnika in izkušenj kirurga (2,3,7,8,10,11,14). Pri vsakem bolniku si mora kirurg odgovoriti, ali izbrana metoda predstavlja optimalno ravnovesje med invazivnostjo, verjetnostjo uspeha in vplivom na prihodnjo morfologijo zadnjega segmenta. Ob takem pristopu ostajata klasična operacija in pnevmatska retinopeksija tudi v dobi VPP pomembna stebra zdravljenja ROM.

#### LITERATURA

1. Heimann H, Bartz Schmidt KU, Bornfeld N, Weiss C, Hilgers RD, Foerster MH. Scleral buckling versus primary vitrectomy in rhegmatogenous retinal detachment: a prospective randomized multicenter clinical study. *Ophthalmology*. 2007;114(12):2142–2154. doi:10.1016/j.ophtha.2007.09.013
2. D'Amico DJ. Clinical practice: primary retinal detachment. *N Engl J Med*. 2008;359(22):2346–2354. doi:10.1056/NEJMc0804591
3. Schwartz SG, Flynn HW Jr. Primary retinal detachment: scleral buckle or pars plana vitrectomy? *Curr Opin Ophthalmol*. 2006;17(3):245–250. doi:10.1097/01.icu.0000193073.17340.40
4. Hilton GF, Grizzard WS. Pneumatic retinopexy. A two-step outpatient operation without conjunctival incision. *Ophthalmology*. 1986;93(5):626–641. doi:10.1016/S0161-6420(86)33663-5
5. Chan CK, Lin SG, Nuthi AS, Salib DM. Pneumatic retinopexy: patient selection and specific factors. *Clin Ophthalmol*. 2008;2(3):507–512. doi:10.2147/OPHT.S2100
6. Hillier RJ, Felfeli T, Berger AR, Mao A, Sharma S, Muni RH. Clinical outcomes of rhegmatogenous retinal detachment treated with pneumatic retinopexy. *JAMA Ophthalmol*. 2021;139(10):1079–1087. doi:10.1001/jamaophthalmol.2021.2975
7. Schwartz SG, Kuhl DP, McPherson AR, Flynn HW Jr. Twenty-year review of scleral buckling. *Curr Opin Ophthalmol*. 2013;24(3):255–259. doi:10.1097/ICU.0b013e328360c3fd

8. Park SW, Lee JJ, Lee JE. Scleral buckling in the management of rhegmatogenous retinal detachment: patient selection and perspectives. *Clin Ophthalmol.* 2018;12:1721–1729. doi:10.2147/OPTH.S167910
9. Lincoff H, Kreissig I. Changing concepts of scleral buckling: retinal reattachment without drainage of subretinal fluid. *Eye (Lond).* 1990;4(3):362–367. doi:10.1038/eye.1990.44
10. Fallico M, Alosi P, Reibaldi M, Russo A, Longo A, Pulvirenti A, et al. Scleral buckling: a review of clinical aspects and current concepts. *J Clin Med.* 2022;11(3):314. doi:10.3390/jcm11030314
11. Wang A, Snead MP. Scleral buckling – a brief historical overview and current indications. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2020;258(10):1909–1921. doi:10.1007/s00417-019-04571-5
12. Nemet A, Moshiri A, Yiu G, Pera MC, Yiu SC. Anatomical and visual outcomes of scleral buckling surgery in rhegmatogenous retinal detachment. *J Curr Ophthalmol.* 2020;32(3):259–266. doi:10.4103/JOCO.JOCO\_136\_20
13. Lincoff H, Baras I, McLean JM. Retinal reattachment without drainage of subretinal fluid. *Arch Ophthalmol.* 1965;74(2):231–240. doi:10.1001/archophth.1965.00970030233010
14. Adelman RA, Parnes AJ, Ducournau D; European Vitreo-Retinal Society (EVRS) Retinal Detachment Study Group. Strategy for the management of uncomplicated retinal detachments: the European Vitreo-Retinal Society Retinal Detachment Study Report 1. *Ophthalmology.* 2013;120(9):1804–1813. doi:10.1016/j.ophtha.2013.01.068
15. Sharma YR, Karunanithi S, Azad RV, Vohra R, Pal N, Vashishth S. Anatomic and visual outcome of pneumatic retinopexy in rhegmatogenous retinal detachment. *Indian J Ophthalmol.* 2004;52(3):211–216. doi:10.4103/0301-4738.14620
16. Raizada S, Al Sabti K, Al Balushi N, Khamis A. Comparison of pneumatic retinopexy and scleral buckle for simple rhegmatogenous retinal detachment. *Int J Ophthalmol.* 2017;10(10):1545–1551. doi:10.18240/ijo.2017.10.09
17. Muni RH, Hillier RJ, Yu J, Chandra K, Kohly R, Kertes PJ, et al. Current visual and anatomic outcomes of pneumatic retinopexy. *Retina.* 2007;27(7):917–924. doi:10.1097/IAE.0b013e31805b77ab
18. Albaraam A, Alshamrani A, Alghamdi S, et al. Comparison between releasable scleral buckling and vitrectomy in patients with phakic primary rhegmatogenous retinal detachment. *Retina.* 2020;40(5):901–909. doi:10.1097/IAE.0000000000002493
19. Ramasubramanian A, Shields CL. Pneumatic retinopexy: a cost-effective alternative. *Oman J Ophthalmol.* 2017;10(3):143–150. doi:10.4103/ojo.OJO\_29\_2017
20. Goudie C, Yorston D. Pneumatic retinopexy in the real world: a critical reappraisal of the PIVOT trial. *Eye (Lond).* 2025;39(1):1–8.
21. Sahu S, McHugh D, Steel DH, Georgalas I, et al. Outcomes of scleral buckling after failed pneumatic retinopexy. *Clin Ophthalmol.* 2023;17:1345–1353. doi:10.2147/OPTH.S406671
22. Dhoot AS, Popovic MM, Nichani PAH, Kertes PJ, Muni RH. Pars plana vitrectomy versus scleral buckle: a comprehensive meta-analysis of 15,947 eyes. *Surv Ophthalmol.* 2021;66(6):977–991. doi:10.1016/j.survophthal.2021.04.004

23. Znaor L, Medic A, Binder S, Rizzo S, Heimann H, et al. Pars plana vitrectomy versus scleral buckling for repairing simple rhegmatogenous retinal detachments. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;3:CD009562. doi:10.1002/14651858.CD009562.pub2
24. Diafas A, Gray S, Heimann H, et al. Retinal displacement following rhegmatogenous retinal detachment repair: scleral buckling vs pars plana vitrectomy (The BEVERLEY Study). *Retina.* 2025;45(8):1450–1460.
25. Mozetic V, Santos N, Itikawa A, Morais N. Overview of Cochrane systematic review about retinal detachment. *Rev Bras Oftalmol.* 2021;80(4):e0003. doi:10.5935/0034-7280.20210029
26. Moinuddin O, Abuzaitoun RO, Hwang MW, Sathrasala SK, Chen XD, Stein JD, et al. Surgical repair of primary non-complex rhegmatogenous retinal detachment in the modern era of small-gauge vitrectomy. *BMJ Open Ophthalmol.* 2021;6(1):e000651. doi:10.1136/bmjophth-2020-000651
27. Eshtiaghi A, Dhoot AS, Mihalache A, Popovic MM, Nichani PAH, Sayal AP, et al. Pars plana vitrectomy with and without supplemental scleral buckle for the repair of rhegmatogenous retinal detachment: a meta-analysis. *Ophthalmol Retina.* 2022;6(10):871–885. doi:10.1016/j.oret.2022.02.009
28. Nichani PAH, Dhoot AS, Popovic MM, Eshtiaghi A, Mihalache A, Sayal AP, et al. Scleral buckling alone or in combination with pars plana vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment repair: a meta-analysis of 7,212 eyes. *Ophthalmologica.* 2022;245(4):296–314. doi:10.1159/000524888
29. Imai H, Kishi M, Sotani Y, Yamada H, Matsumiya W, Miki A, et al. Usefulness of a standardized scleral buckling technique for primary rhegmatogenous retinal detachment. *PLoS One.* 2025;20(5):e0323881. doi:10.1371/journal.pone.0323881
30. Wang KY, Adams OE, Yu MD, Yonekawa Y. The necessity and role of scleral buckling for rhegmatogenous retinal detachment. *Curr Opin Ophthalmol.* 2024;35(5):376–381. doi:10.1097/ICU.0000000000001065

## DRUGI Odstopi mrežnice

---

*Mojca Urbančič*

*Očesna klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana*

### IZVLEČEK

O odstopu mrežnice govorimo, kadar se nevrosenzorični del mrežnice loči od pigmentnega epitelijskega. Glede na glavni mehanizem nastanka ločimo tri tipe odstopa mrežnice: regmatogeni, trakcijski in serozni odstop. V prispevku sta obravnavana trakcijski in serozni tip. Najpogostejši trakcijski odstop nastane zaradi vleka fibrovaskularnih membran, ki se razvijejo pri proliferativni diabetični retinopatiji. Mehanizem vleka vodi tudi v miopično trakcijsko makulopatijo, ki lahko povzroči odstop mrežnice. Zdravljenje trakcijskih odstopov je praviloma kirurško. Vzroki za serozni odstop so zelo različni; najpogosteje gre za vnetne procese, žilne spremembe ali tumorske bolezni. Zdravljenje seroznega odstopa je usmerjeno v odpravo vzroka eksudacije, medtem ko kirurški poseg običajno ni potreben.

**Ključne besede:** trakcijski odstop mrežnice, fibrovaskularna membrana, proliferativna diabetična retinopatija, odstop mrežnice pri visoki kratkovidnosti, serozni odstop mrežnice.

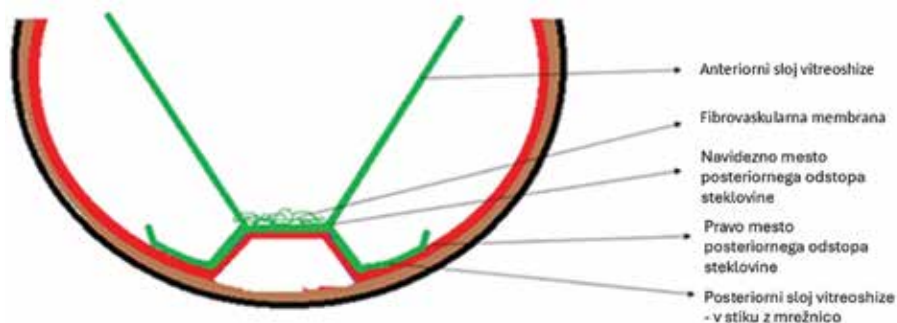
### UVOD

Odstop mrežnice pomeni ločitev nevrosenzorične mrežnice od pigmentnega epitela mrežnice (RPE). Adhezija med nevrosenzorično mrežnico in RPE je ključna za funkcijo mrežnice in je odvisna od ravnotežja hidrostatskih in onkotskih tlakov, intaktnosti zunanje krvno-mrežnične pregrade ter aktivne črpalne funkcije RPE (1). Motnje teh mehanizmov vodijo v različne oblike odstopa mrežnice, ki se bistveno razlikujejo po patogenezi, kliničnem poteku in obravnavi (1,2). Glede na prevladujoči patogenetski mehanizem odstopa mrežnice razvrščamo v regmatogene, trakcijske in

serozne (eksudativne). Možne so tudi kombinirane oblike, zlasti trakcijsko-regmatogeni in eksudativno-trakcijski odstop (1,2). Regmatogeni odstop mrežnice, ki je najpogostejši, nastane kot posledica raztrganine mrežnice, ki omogoči zatekanje tekočine pod mrežnico (2). Regmatogeni odstop mrežnice je predstavljen v drugem poglavju.

## TRAKCIJSKI ODSSTOP MREŽNICE

Trakcijski odstop mrežnice nastane zaradi mehanskega vleka na površini mrežnice ali v sami mrežnici. Ker ni raztrganine mrežnice, običajno ni subretinalne tekočine, lahko pa se subretinalna tekočina pojavi sekundarno. Najpogosteje je trakcijski odstop posledica patoloških fibrovaskularnih ali fibroznih membran, ki se razvijejo na površini mrežnice pri boleznih, kot so proliferativna diabetična retinopatija, retinopatija srpastih celic, retinopatija nedonošenčka in proliferativna vitreoretinopatija (PVR), pa tudi penetrantna poškodba mrežnice (Slika 1) (2). Pri slednjih dveh sta pogosto izraziti tudi intraretinalna in subretinalna trakcija (3). Osnovni patogenetski sprožilec trakcijskega odstopa omenjenih bolezenskih sprememb je ishemija mrežnice, ki vodi v aktivacijo angiogeneze, vnetja in fibrogeze ter posledično proliferacijo žilnih, glialnih in mezenhimskih celic (3–5).



**Slika 1: Trakcijski odstop (Prirejeno po Sharma T et al.) (15)**

## TRAKCIJSKI Odstop mrežnice pri diabetični retinopatiji

Proliferativna diabetična retinopatija je napredovala stopnja diabetične retinopatije, ki je posledica kronične ishemije mrežnice. Zaradi proangiogenih in proinflamatornih dejavnikov, ki se sproščajo ob ishemiji, nastajajo neovaskularizacije, ki se s časom pretvorijo v fibrovaskularne membrane (4,5). Fibrogeneza sčasoma povzroči kontrakcijo fibrovaskularnih membran. Če se fibrovaskularne membrane razraščajo vzdolž površine mrežnice, kontrakcija povzroči tangencialni vlek mrežnice. Kadar se fibrovaskularna membrana razrašča vzdolž posteriorne hialoidne membrane, ki deluje kot mehanska opora fibrovaskularni membrani, pa kontrakcija privede do anteroposteriornega vleka in posledično do odstopa mrežnice (5).

Trakcijski odstop, ki je posledica kontrakcije fibrovaskularne membrane pri proliferativni diabetični retinopatiji, lahko nastane periferno ali ob žilnih lokih, širi se lahko v makulo (6). Poleg trakcijskega odstopa lahko zaradi patoloških adhezij med steklovino in mrežnico ter sprememb v steklovini nastane tudi raztrganina mrežnice, posledično pa nastane kombinacija trakcijsko-regmatogenega odstopa, ki dodatno ogroža vidno funkcijo bolnika s proliferativno diabetično retinopatijo.

Trakcijski ali kombinirani trakcijsko-regmatogeni odstop ugotovimo s kliničnim pregledom. Za oceno prizadetosti makule si pomagamo z optično koherentno tomografijo (OCT) in OCT-angiografijo (OCTA). Obseg ishemije in aktivnost bolezni ocenimo s fluoresceinsko angiografijo.

Trakcijski odstop mrežnice pri diabetični retinopatiji predstavlja enega glavnih vzrokov hude in trajne izgube vida pri bolnikih s sladkorno boleznijo (2,7). Zdravljenje je kirurško, tehnično zahtevno. Vitrektomija pars plana je indicirana pri makularnem ali progresivnem trakcijskem odstopu ter kombiniranem trakcijsko-regmatogenem odstopu (6,8). Cilj operacije je popolna razbremenitev mehanske trakcije. Operativni poseg je kompleksna kombinacija vitrektomije, bimanualne disekcije membran (segmentacija, delaminacija), endodiatermije, endolaserske fotokoagulacije

ter intra- in pooperativne tamponade. Prikaz posameznih membran olajša intraoperativna uporaba barvil (8,9). Pogosti so intraoperativni zapleti, npr. krvavitev ali iatrogena raztrganina. Relativno pogost pooperativni zaplet je krvavitev v steklovinski prostor, možni pa so tudi reproliferacija membran, ponovni odstop mrežnice in glavkom (7,10). Predoperativna uporaba zdravila zaviralcev VEGF zmanjša intraoperativno krvavitev, vendar lahko v redkih primerih povzroči pospešeno kontrakcijo membran in trakcijski odstop mrežnice (11–13).

Operacije trakcijskih odstopov pri diabetični retinopatiji sodijo med najzahtevnejše vitreoretinalne posege. Metaanalize kažejo visoko stopnjo anatomskega uspeha operacije, vendar funkcionalni izid pogosto ostaja omejen in je odvisen od trajanja makularne trakcije, predoperativne vidne ostrine in prisotnosti PVR ter pooperativnih zapletov (6–8,14,15).

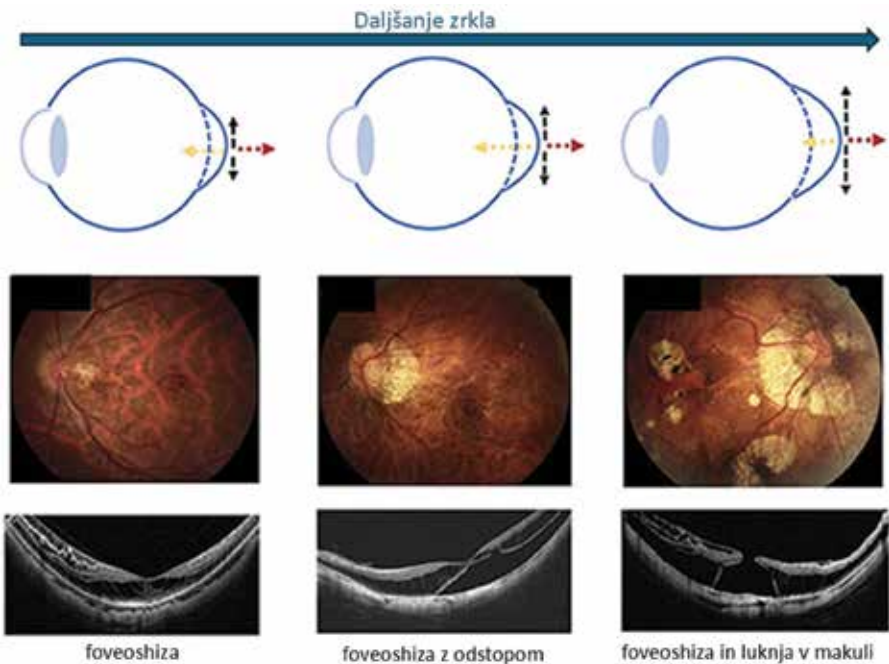
### **ODSTOP MREŽNICE PRI VISOKI KRATKOVIDNOSTI**

O visoki kratkovidnosti govorimo, kadar je sferični ekvivalent refrakcijske napake brez akomodiranja enak ali večji od  $-6,0$  dioptrij (16) in/ali je aksialna dolžina zrkla daljša od 26 mm oziroma 26,5 mm (17). Patološka kratkovidnost je opredeljena kot kratkovidnost, pri kateri zaradi pretiranega podaljševanja zrkla nastanejo strukturne spremembe zadnjega segmenta očesa, kot sta posteriorni stafilom in miopična makulopatija (16,18).

Regmatogeni odstop mrežnice je pri visoki kratkovidnosti pogostejši kot pri emetropih. Na to vplivajo zgodnejši pojav posteriornega odstopa steklovine (19,20), tanjšanje in druge spremembe periferne mrežnice zaradi aksialnega daljšanja zrkla (21) ter trakcijske sile na zadnjem polu ob prisotnem stafilomu (22). Tudi kirurški posegi, kot je operacija sive mrežnice, večajo tveganje za regmatogeni odstop mrežnice pri kratkovidnih očeh. Tveganje se povečuje z daljšanjem zrkla (23).

Oči s stafilomom imajo poleg večjega tveganja za regmatogeni odstop mrežnice tudi večje tveganje za nastanek miopične trakcijske makulopatije, ki lahko progredira v odstop mrežnice (s foveoshizo ali luknjo v makuli) (24).

Miopična traksijska makulopatija zajema različne spremembe, ki nastanejo zaradi vleka mrežnice v visoko kratkovidnem očesu. Pogoste so epiretinalna membrana, lamelarna luknja ali luknja v makuli, ki jih sicer najdemo tudi pri nekratkovidnih očeh. Miopična retinoshiza ali miopična foveoshiza pa je specifični zaplet visoke kratkovidnosti, ki se tipično pojavi pri posteriornem stafilomu (18,25). Mrežnica se razcepi v zunanjih slojih, včasih pa tako v zunanjih kot notranjih slojih. K razvoju miopične retinoshize prispevata posteriorni vlek stafiloma in anteriorni vlek epiretinalne membrane ali adherentne steklovine (26). Miopična retinoshiza je pogosto povezana z razvojem makularne luknje z odstopom ali brez odstopa mrežnice (Slika 2). Ključna preiskava za postavitve prave diagnoze sprememb na zadnjem polu je OCT.



**Slika 2: Miopična traksijska makulopatija (Prirejeno po Tian J et al.) (27)**

Foveoshiza je posledica perpendikularnega vleka daljšanja zrkla. Foveoshiza z odstopom mrežnice je pogosto predstopnja odstopa z luknjo v makuli (22). V očeh s stafilomom je zaradi adherentne steklovine okrog makularne luknje prisoten tangencialni vlek mrežnice, ki ga je težko sprostiti (22), zato je anatomski uspeh operacije slabši kot pri emetropnih očeh z makularno luknjo.

Asimptomatska miopična foveoshiza ni indikacija za zdravljenje. Zdravljenje je smiselno šele, če miopična foveoshiza postane simptomatska (28). Prav tako je operacija indicirana, ko gre za odstop mrežnice s foveoshizo ali makularno luknjo. Pristopi so različni, pogosto je operacija kombinacija uporabe makularne plombe in vitrektomije z luščenjem notranje mejne membrane. Kadar je prisotna luknja v makuli, uspeh operacije lahko izboljša tehnika z uporabo obrnjenega režnja notranje mejne membrane (25, 29–35). Za dober izid operacije je pomembna natančna predoperativna ocena stanja s pomočjo OCT in ultrazvočne preiskave.

### **SEROZNI (EKSUDATIVNI) ODSTOP MREŽNICE**

Serozni odstop mrežnice nastane zaradi prekomernega prehajanja tekočine iz žilnice, zaradi okvare zunanje krvno-mrežnične pregrade ali zaradi okvare črpalne funkcije RPE brez mehanske trakcije ali raztrganine mrežnice. Tipična značilnost seroznega odstopa je vpliv gravitacije na lokacijo tekočine pod mrežnico. Površina dvignjene mrežnice je običajno gladka, pri nekaterih boleznih pa se lahko pojavijo gube mrežnice zaradi subretinalne fibroze.

Običajno je vzrok za serozni odstop vnetno dogajanje (npr. bolezen Vogt-Koyanagi-Harada, posteriorni uveitis različnih etiologij, posteriorni skleritis), spremembe žilja (npr. Coatsova bolezen) ali tumor (npr. hemangiom žilnice, maligni melanom žilnice, metastaze v žilnici) (36). Vzrok so lahko tudi zdravila (npr. uporaba kortikosteroidov, inhibitorjev BRAF, inhibitorjev MEK) ali toksini, pa tudi nekatera druga bolezenska stanja. Med idiopatske serozne odstopa štejemo serozni odstop pri centralni serozni horioretinopatiji (37) ter sindrom uvealne efuzije (38).

Potek seroznega odstopa mrežnice je pogosto subakuten ali kroničen. Poleg oftalmološke slikovne diagnostike je diagnostika usmerjena v iskanje morebitnega sistemskega vzroka. Zdravljenje je vedno usmerjeno v osnovni vzrok, kirurški posegi praviloma niso indicirani.

## ZAKLJUČEK

Pomembno je, da prepoznamo tip odstopa mrežnice glede na prevladujoči patogenetski mehanizem, saj je od tega odvisna nadaljnja obravnava. Trakcijske odstopne, tako kot regmatogene, zdravimo kirurško, ustrezen pristop pri seroznih odstopih mrežnice pa je zdravljenje bolezni, ki je vzrok odstopa.

## LITERATURA

- 1 Ghazi NG, Green WR. Pathology and pathogenesis of retinal detachment. *Eye*. 2002;16:411–421.
- 2 Xiong J, Tran T, Waldstein SM, Fung AT. A review of rhegmatogenous retinal detachment: past, present and future. *Wien Med Wochenschr*. 2025;175: 186–202.
- 3 Mudhar HS. A brief review of the histopathology of proliferative vitreoretinopathy (PVR). *Eye* 2020;34:246–250.
- 4 Aiello LP, Avery RL, Arrigg PG et al. Vascular endothelial growth factor in ocular fluid of patients with diabetic retinopathy and other retinal disorders. *N Engl J Med*. 1994;331:1480–1487.
- 5 Agarwal A, Gelman R, Prospero Ponce C, Stevenson W, Christoforidis JB. The Vitreomacular interface in diabetic retinopathy. *J Ophthalmol*. 2015;2015:392983.
- 6 McCullough P, Mohite A, Virgili G, Lois N. Outcomes and Complications of Pars Plana Vitrectomy for Tractional Retinal Detachment in People with Diabetes. A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Ophthalmol* 2023;141(2):186–195.
- 7 Stewart MW, Browning DJ, Landers MB. Current management of diabetic tractional retinal detachment. *Indian J Ophthalmol* 2018;66:1751–62.
- 8 Patel NC, Hsieh Y, Yang C, Berrocal MH, Dhawahir-Scala F, Ruamviboonsuk P et al. Vitrectomy for diabetic retinopathy: A review of indications, techniques, outcomes, and complications. *Taiwan J Ophthalmol* 2024;14:519–530.
- 9 Gonzalez DP. A Standardized 10-step Algorithm for Vitrectomy in Diabetic Tractional Retinal Detachment. *Cureus* 2025;17(12):e99850.
- 10 Quiroz-Reyes MA, Quiroz-Gonzalez EA, Quiroz-Gonzalez MA, Lima-Gomez V. Elucidating postoperative dynamics in tractional retinal detachment: a systematic review and meta-analysis of structural and functional outcomes following diabetic vitrectomy, including an analysis of postoperative complications. *BMC Ophthalmology* 2024;24:547.

- 11 Dervenis P, Dervenis N, Smith JM, Steel DHV. Anti-vascular endothelial growth factors in combination with vitrectomy for complications of proliferative diabetic retinopathy. *Cochrane Database of Systemic Reviews* 2023; Issue 5. Art.No:CD008214.
- 12 Arevalo JF, Maja M, Flynn HW, Saravia M, Avery RL, Wu L et al. Tractional retinal detachment following intravitreal bevacizumab (Avastin) in patients with severe proliferative diabetic retinopathy. *Br J Ophthalmol* 2008;92:213–6.
- 13 Bromeo Aj, Veloso A, Lerit SJ, Gomez MC. Tractional retinal detachment («crunch» phenomenon) from intravitreal anti-VEGF injection in central retinal vein occlusion. *BMJ Case Rep* 2021;14:e240506.
- 14 Gupta B, Sivaprasad S, Wong R, Laidlaw A, Jackson TL, McHugh D, Williamson TH. Visual and anatomical outcomes following vitrectomy for complications of diabetic retinopathy: The DRIVE UK Study. *Eye* 2012;26:510–516.
- 15 Sharma T, Fong A, Ali TY, Lee V, Das S, Lam D. Surgical treatment for diabetic vitreoretinal diseases: A review. *Clin Exp Ophthalmol* 2016; 44:340–354.
- 16 Flitcroft DJ, He M, Jonas JB, Jong M, Naidoo K, Ohno-Matsui K, et al. IMI – Defining and Classifying Myopia: A Proposed Set of Standards for Clinical and Epidemiologic Studies. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2019;60:M20–M30.
- 17 Ueta T, Makino S, Xamamoto Y, Fukushima H, Yashiro S, Nagahara M. Pathologic myopia: an overview of the current understanding and interventions. *Global Health & Medicine.* 2020;2(3):151–155.
- 18 Ohno-Matsui K, Wu P, Yamashiro K, Vutipongsatorn K, Fang Y, Cheung CMG, et al. IMI Pathologic Myopia. *Invest ophthalmol Vis Sci.* 2021;62(5):5.
- 19 Akiba J. Prevalence of posterior vitreous detachment in high myopia. *Ophthalmology.*1993;100(9):1384–1388.
- 20 Ludwig CA, Shields RA, Chen TA, et al. A novel classification of high myopia into anterior and posterior pathologic subtypes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2018;256(10):1847–1856.
- 21 Pierro L, Camesaca F, Mischi M, Brancato R. Peripheral retinal changes and axial myopia. *Retina.* 1992;12(1):12–17.
- 22 Parolini B, Arevalo JF, Hassan T, et al. International validation of myopic traction maculopathy staging system. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina.* 2023;54(3):153–157.
- 23 Thylefors J, Jakobsson G, Zetterberg M, Sheikh R. Retinal detachment after cataract surgery: a population-based study. *Acta Ophthalmol.* 2022;100(8):e1595–e1599.
- 24 Cheong KX, Xu L, Ohno-Matsui K, Sabanayagam C, Saw SM, Hoang QV. An evidence-based review of the epidemiology of myopic traction maculopathy. *Surv Ophthalmol.* 2022;67(6):1603–1630.
- 25 Takano M, Kishi S. Foveal retinoaschisis and retinal detachment in severely myopic eyes with posterior staphyloma. *Am J ophthalmol.*1999;128:472–476.
- 26 Shinohara K, Tanaka N, Jonas JB, Shimada N, Moriyama M, Yoshida T, et al. Ultrawide-field OCT to investigate relationships between myopic macular retinoaschisis and posterior staphyloma. *Ophthalmology* 2018;125:1575–1586.

- 27 Tian J, Qi Y, Lin C, Cao K, Wang N. The Association in Myopic Tractional maculopathy with Myopic Atrophy Maculopathy. *Front Med.* 2021;8:679192.
- 28 Chang JS, Flynn HW, Engelbert M, Shane AR, Smiddy WE, Chang S. Pars plana vitrectomy in patients with myopic macular retinoschisis. *Br J Ophthalmol* 2014; 98:534–537.
- 29 Ikuno Y, Sayanagi K, Ohji M, et al. Vitrectomy and internal limiting membrane peeling for myopic foveoschisis. *Am J Ophthalmol.* 2004;137(4):719–724.
- 30 Ripandelli G, Coppé AM, Fedeli R, Parisi V, D'Amico DJ, Stirpe M. Evaluation of primary surgical procedures for retinal detachment with macular hole in highly myopic eyes: a comparison [corrected] of vitrectomy versus posterior episcleral buckling surgery. *Ophthalmology.* 2001;108(12):2258–2264; discussion 2265.
- 31 Parolini B, Frisina R, Pinackatt S, et al. Indications and results of a new I-shaped macular buckle to support a posterior staphyloma in high myopia. *Retina.* 2015;35(12):2469–2482.
- 32 Mortada HA. A novel episcleral macular buckling: wire-strengthened sponge explant for recurrent macular hole and retinal detachment in high myopic eyes. *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol.* 2013;2(1):14–19.
- 33 Mura M, Iannetta D, Buschini E, de Smet MD. T-shaped macular buckling combined with 25g pars plana vitrectomy for macular hole, macular schisis, and macular detachment in highly myopic eyes. *Br J Ophthalmol.* 2017;101(3):383–388.
- 34 Shimada N, Sugamoto Y, Ogawa M, Takase H, Ohno-Matsui K. Fovea-sparing internal limiting membrane peeling for myopic traction maculopathy. *Am J Ophthalmol.* 2012;154(4):693–701.
- 35 Michalewska Z, Michalewski J, Dulciewska-Cichecka K, Adelman RA, Nawrocki J. Temporal inverted internal limiting membrane flap technique versus classic inverted internal limiting membrane flap technique: a comparative study. *Retina.* 2015;35(9):1844.
- 36 Lin JB, Narayanan R, Philippakis E, Yonekawa Y, Apte RS. Retinal detachment. *Nat Rev Dis Primers.* 2024;10(1):18.
- 37 Fung AT, Yang Y, Kam AW. Central serous chorioretinopathy: A review. *Clin Exp Ophthalmol.* 2023;51(3):243–270.
- 38 Elagouz M, Stanescu-Segall D, Jackson TL. Uveal effusion syndrome. *Surv Ophthalmol.* 2010;55(2):134–45.

## BOLEZNI STEKLOVINSKO-MAKULARNEGA STIKA

---

*Mojca Globočnik Petrovič*

*Očesna klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana*

*Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani*

### IZVLEČEK

Bolezni steklovinsko-makularnega stika predstavljajo kontinuum patoloških stanj, ki so povezana s stopnjo anomalnega posteriornega odstopa steklovine, velikostjo in lokacijo adhezije med steklovino in mrežnico, jakostjo vitreoretinalnega vleka ter individualnimi biomehanskimi lastnostmi mrežnice v področju makule. Na tej podlagi se razvijejo različne klinične entitete, med katere uvrščamo steklovinsko-makularno adhezijo, steklovinsko-makularni vlek, epiretinalno membrano in makularno luknjo.

Ta spekter bolezni ne predstavlja zaporednih stopenj istega procesa, temveč različne izraze skupnega patofiziološkega mehanizma, pri čemer individualne anatomske in biomehanske značilnosti določajo končni klinični izid. Čeprav so simptomi pogosto podobni, se naravni potek bolezni ter indikacije za vitrektomijo pars plana med posameznimi entitetami razlikujejo.

Predstavljeni so sodobni, modificirani pristopi vitrektomije pars plana, zlasti pri zdravljenju velikih in refraktarnih makularnih lukenj, ter dejavniki, ki vplivajo na anatomske in funkcionalne izide po operaciji.

V okviru pregleda bolezni steklovinsko-makularnega stika je obravnavana tudi lamelarna makularna luknja, nedavno jasno opredeljena klinična entiteta, s predstavljenimi novostmi pri klinični obravnavi.

**Ključne besede:** steklovinsko-makularni stik, makularna adhezija, steklovinsko-makularni vlek, vitrektomija pars plana

## UVOD

Bolezni steklovinsko-makularnega stika (SMS) predstavljajo skupino patoloških stanj, ki nastanejo kot posledica močne ali vztrajajoče adhezije med posteriorno hialoidno membrano steklovine in notranjo površino mrežnice v področju makule. V fizioloških pogojih proces staranja steklovine in postopna oslabitev vitreoretinalnih vezi potekata simultano in vodita v fiziološki posteriorni odstop steklovine (*angl.* posterior vitreous detachment, PVD) brez pomembnih posledic za morfološko in funkcionalno stanje mrežnice.

Kadar pa oslabitev vitreoretinalne adhezije ne poteka enakomerno ali pravočasno in posteriorni odstop steklovine poteka nepopolno ali asimetrično, lahko vodi v stanje, znano kot nepravilni PVD (*angl.* anomalous PVD, APVD) (1,2). Stopnja strukturnih sprememb v makuli kot posledica vleka je pogojena tudi z integriteto Müllerjevih celic v centralnem stožcu in parafoveolarno v Henlejevem sloju vlaken (3).

Različnost kliničnih pojavov bolezni steklovinsko-makularnega stika je odvisna od stopnje APVD, velikosti in lokacije adhezije, jakosti vleka ter individualnih biomehanskih lastnosti mrežnice in steklovine.

Bolezni steklovinsko-makularnega stika razdelimo na:

1. steklovinsko-makularno adhezijo,
2. steklovinsko-makularni vlek,
3. epiretinalno membrano,
4. makularno luknjo,
5. lamelarno makularno luknjo (4).

## STEKLOVINSKO-MAKULARNA ADHEZIJA IN STEKLOVINSKO-MAKULARNI VLEK

### 1 Razdelitev steklovinsko-makularne adhezije in steklovinsko-makularnega vleka po Dukerju (4)

Steklovinsko-makularna adhezija (SMA) je opredeljena kot:

1. delni perifoveolarni odstop steklovine,
2. vztrajajoč stik steklovine z makulo v območju  $\leq 3$  mm od središča fovee,
3. odsotnost strukturnih ali funkcionalnih sprememb mrežnice.

Steklovinsko-makularni vlek (SMV) je opredeljen kot:

1. delni perifoveolarni odstop steklovine,
2. vztrajajoč stik steklovine z makulo v območju  $\leq 3$  mm,
3. prisoten vlek steklovine na mrežnico, viden kot ostrí kot med posteriorno hialoidno membrano in površino mrežnice,
4. prisotne strukturne spremembe makule (spremenjena fovealna jamica, razslojitve),
5. odsotnost popolnega foramna makule.

Razdelitev glede na velikost stika

Na podlagi premera steklovinsko-makularnega stika se SMA in SMV delita na:

1. fokalni tip: premer stika  $< 1500$   $\mu\text{m}$ ,
2. široki tip: premer stika  $\geq 1500$   $\mu\text{m}$ .

Manjši kot je premer stika, večja je sila, ki deluje na mrežnico, kar pojasnjuje pogostejšo povezavo fokalnega SMV z nastankom foramna makule, medtem ko je široki SMV pogosteje povezan z epiretinalno membrano (5). SMA in SMV se lahko pojavljata kot izolirani entiteti ali pa v povezavi z drugimi boleznimi makule, kot so starostna degeneracija makule, diabetični makularni edem, edem makule pri zapori retinalne vene.

### 2 Steklovinsko-makularna adhezija

SMA oziroma vztrajajoča SMA predstavlja stanje, pri katerem patološko močna vez med steklovino in makulo ne popusti kljub potekajočemu

PVD (4). Značilno niso prisotne strukturne spremembe mrežnice in ni simptomov. Ob vztrajanju SMA lahko nastopijo strukturne spremembe, kot sta SMV in ML, po popustitvi SMA ob APVD lahko nastane epiretinalna membrana. Vztrajajoča SMA se lahko vplete v patologijo diabetičnega makularnega edema in horoidne neovaskularizacije starostne degeneracije rumene pege. Povezana je tudi s slabšim učinkom intravitrealne terapije pri zdravljenju starostne degeneracije rumene pege.

### 3 Steklovinsko-makularni vlek

SMV predstavlja napredovalo stopnjo SMA in se od nje razlikuje po prisotnosti objektivnih strukturnih sprememb mrežnice (4). SMV je kljub strukturnim spremembam mrežnice asimptomatski, ob prisotnih simptomih govorimo o sindromu SMV. Prevalenca pri starejši populaciji je 1,6–2,5 %, pogosteje je prisoten pri ženskah, v 10 % obojestransko (6,7).

Klinični pregled ima omejeno občutljivost; zlati standard za diagnozo je optična koherentna tomografija (OCT).

#### 3.1 Znaki na OCT

1. Hiperreflektivna posteriorna hialoidea izvaja vlek na foveo v področju SMS ob APVD.
2. Cistoidne spremembe v makuli, ki so prisotne pri približno 80 %, so običajno omejene na notranje sloje mrežnice.
3. Epiretinalna membrana je prisotna pri okoli 40 %.
4. Znak bombažne kroglice (*angl.* cotton ball sign) je okrogla, difuzna hiperreflektivna lisa v centru fovee, najpogosteje prisotna med elipsoidno cono (*angl.* elipsoid zone, EZ) in linijo COST (*angl.* cone outer segment tips line), ki običajno izgine po sprostitvi vleka.
5. Subretinalna tekočina se pojavlja redkeje, po sprostitvi vleka se počasneje resorbira kot intraretinalne cistoidne spremembe.
6. Spremembe integritete zunanje mejne membrane (*angl.* external limiting membrane, ELM) in EZ, ki pomembno korelirata z vidno ostrino in predstavljata prognostična kazalnika za kooperativni vid (8–11).

### 3.2 Simptomi

Značilni simptomi, kot so poslabšanje vidne ostrine, metamorfopsija, mikropsija, tudi skotom, običajno napredujejo počasi, izjema je steklovinsko-foveolarni vlek z delnim odstopom fovee, pri katerem lahko nastopi akutno poslabšanja vida (8).

### 3.3 Naravni potek

Bolniki s SMV imajo pogosto stabilno vidno ostrino, napredovanje SMV (več vleka, več sprememb mrežnice, slabša vidna ostina) je prisotno pri manj kot 20 % primerov (8,12). Spontana sprostitev je pogostejša, opisana je pri 23–47 % v obdobju 1–2 let (12,13). Pogosteje pri manjšem stiku, boljši vidni ostrini, odsotnosti ERM ter ob spremembah, omejenih na notranje sloje mrežnice (12,13).

### 3.4 Obravnava bolnikov

Asimptomatske bolnike, kot tudi simptomatske bolnike z blagim vlekem in dobro vidno ostrino, minimalnimi spremembami opazujemo na OCT na 2–6 mesecev. Bolniku vedno svetujemo samokontrolo vida z Amslerjevim mrežnim testom in opazovanje simptomov, ki lahko kažejo na napredovanje bolezni.

### 3.5 Indikacija za zdravljenje

1. Ob klinično pomembnih simptomih, ki vplivajo na kakovost življenja, zlasti na branje, bližinsko delo, vožnjo in vsakodnevne dejavnosti.
2. Upoštevaje spremembe po OCT sliki, ki napovedujejo hitrejšo progresijo, kot npr. razslojitev mrežnice s cistoidnimi spremembami, napredovanje SMV z majhnim premerom stika med mrežnico in steklovino ( $< 500 \mu\text{m}$ ), imenovanim steklovinsko-foveolarni vlek, ki pogosteje vodi v makularno luknjo ali cistoidni makularni edem (CME) (8).

### 3.6 Vrste zdravljenja

#### 3.6.1 Pnevmatška vitreoliza

Injekcija plina v steklovinski prostor za indukcijo PVD je možna metoda zdravljenja SMS. Uspešnost je omejena na manjše adhezije

in odsotnosti epiretinalne membrane. Pomemben možni zaplet, ki zahteva vitrektomijo pars plana, je nastanek makularne luknje (15,16).

### 3.6.2 Vitrektomija pars plana

Terapija izbora zdravljenja je vitrektomija pars plana (VPP) z induciranim PVD.

### 3.7 Prognoza po vitrektomiji

Po vitrektomiji se vidna ostrina izboljša za vsaj dve vrstici po Snellenu pri večini očeš (17).

Prognoza je boljša pri boljši začetni vidni ostrini, manjšem stiku, krajšem trajanju simptomov (< 6 mesecev), manjši preoperativni debelini mrežnice, ohranjeni integriteti ELM in EZ (8,17,18).

## MAKULARNA LUKNJA

Makularna luknja (ML) je prekinitev vseh slojev nevrosenzorne mrežnice v fovei, ki sega od notranje mejne membrane do fotoreceptorskih slojev, z ohranjeno bazalno membrano retinalnega pigmentnega epitela (RPE).

ML je lahko povezana z drugimi obolenji makule, kot so diabetični makularni edem, vztrajajoči cistoidni edem različnih etiologij, s poškodbo, z visoko kratkovidnostjo – takrat govorimo o sekundarni ML. Prevalenca idiopatske ML v odrasli populaciji je manjša od 1 %, pogostejša je pri ženskah, po 65. letu starosti, pri kratkovidnih, zlasti pri visokokratkovidnih, pri katerih lahko prevalenca doseže do 6 % (19). Pri desetini bolnikov se ML razvije tudi na drugem očesu. Spontano zaprtje je možno, vendar redko, v 3 do 15 %, pogosteje pri luknjah, manjših od 250  $\mu\text{m}$  (20).

## 1 Razdelitev makularne luknje

*1.1 Prva klasična razdelitev ML po Gassu temelji na klinični sliki, pridobljeni z oftalmoskopijo (21).*

*1.2 Klinično uporabnejša je razdelitev po Dukerju, ki temelji na OCT sliki (4):*

Razdelitev glede na velikost ML (minimalni premer):

1. majhna ML: < 250  $\mu\text{m}$ ,
2. srednje velika ML: 250–400  $\mu\text{m}$ ,
3. velika ML: > 400  $\mu\text{m}$ .

Razdelitev glede na prisotnost SMV:

1. ML s prisotnim SMV,
2. ML brez SMV (običajno po popolnem PVD).

## 2 Znaki na OCT:

1. popolna razpoka vseh slojev nevrosenzorne mrežnice v fovei,
2. intraretinalne cistoidne spremembe, prisotne v vseh stopnjah ML,
3. meritve minimalnega premera, višine in širine baze, ki imajo prognostični pomen,
4. morebitna prisotnost epiretinalne membrane ali ostankov skorje steklovine.

## 3 Simptomi

Najpogostejši simptom je poslabšanje vidne ostrine. Vidna ostrina se običajno poslabša do 0,2–0,1 po Snellenu. Centralni skotom je običajno prisoten, vendar pogosto ni subjektivno zaznan.

## 4 Vrste zdravljenja

### *4.1 Topična terapija za zaporo makularne luknje*

Je nova možnost zdravljenja z omejenim uspehom. Lokalna zdravila, kot so steroidi, nesteroidni antirevmatiki, inhibitorji karboanhidraze, lahko igrajo pomembno vlogo pri spodbujanju zaprtja ML in na osnovne

mehanizme dehidracije ter na ta način omogočajo zaporo luknje in vzpostavitev ELM (22). Po topični terapiji s steroidi se je v 36 % ML zaprla, večja verjetnost zapore velja za majhne ML brez vleka (22). Povprečni čas do zapore ML je bil 107 dni (od 20 do 512 dni) (22). Uspešnost terapije je relativno majhna, vendar lahko pomembna pri bolnikih, pri katerih operacija ni možna, ali v vmesnem obdobju, ko čakajo na operativni poseg.

#### **4.2 Vitrektomija s cirkumferentnim luščenjem notranje mejne membrane**

Standardni kirurški pristopi so VPP, inducirani PVD, cirkumferentno luščenje notranje mejne membrane (*angl.* internal limiting membrane, ILM) in intraokularna tamponada s plinom.

#### **4.3 Napredne kirurške tehnike**

Razdelitev ML skupine CLOSE je povzela Dukerjevo razdelitev po velikosti in jo nadgradila glede na učinkovitost novih metod zdravljenja pri velikih ML, vključno z refraktarnimi ML (ML, ki ostaja odprta po prvem posegu, in ML, ki se ponovno pojavi po uspešnem zaprtju) (23). Razdelitev CLOSE opredeli večje ML na **veliko ML**, ki vključuje ML minimalnega premera 400–550 µm, **X velika ML** vključuje ML minimalnega premera 550–800 µm, **XX velika ML** 800–1000 µm, **ogromna ML** (*angl.* Giant) nad 1000 µm (23).

Pri večjih ML ali refraktarnih ML se uporabljajo napredne kirurške tehnike, kot so: 1. tehnike prekrivanja ML (obrnjeni reženj ILM, avtologna presaditev ILM, presaditev humane amnijske membrane (hAM), avtologna presaditev mrežnice), 2. uporaba biološko aktivnih snovi in 3. druge kirurške tehnike (24).

##### **4.3.1 Tehnike prekrivanja**

###### **4.3.1.1 Tehnika obrnjenega režnja ILM**

Michalewska je vpeljala nov način zdravljenja ML z luščenjem ILM do robov luknje, s skrajšanimi robovi ILM se prekrije luknja ali pa se naredi luščenje ILM okoli luknje v polovici obsega in z režnjem ILM

prekrije makularno luknjo (25). ILM deluje kot opora za migracijo in proliferacijo Müllerjev celic, hkrati pa s trofičnimi mediatorji spodbuja zaporo ML.

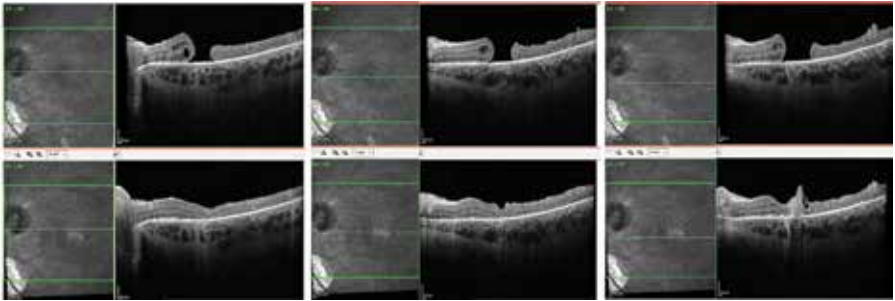
Poznane so številne različice tehnike obrnjenega režnja ILM. Tehnike prekrivanja (*angl.* covering) vodijo do boljše pooperativne vidne ostrine ter boljše obnove zunanjih mrežničnih slojev v primerjavi s tehnikami zapolnjevanja (*angl.* filling) ki lahko predstavljajo tveganje za poškodbo RPE in kemično draženje zaradi ostankov barvil (26). Habib in sodelavci so tehniko polnjenja izboljšali z oblikovanjem polmesečastih (semilunarnih) režnjev, sidranih nazalno, ki ustvarijo konfiguracijo cvetnih listov (*angl.* flower-petal). Ta pristop zmanjšuje poškodbo tkiva in izboljšuje stabilnost režnja (27). Tehnika prekrivanja se lahko dopolni z uporabo viskoelastika. Kohezivni oftalmološki viskoelastični materiali (OVD) se uporabljajo za stabilizacijo režnja, podporo celični obnovi in izboljšanje regeneracije mrežnice (28).

#### 4.3.1.2 Transplantacija avtolognega prostega režnja ILM

Uporabna pri dolgotrajnih ali recidivnih ML, pri katerih je ILM okoli fovee že odstranjena. Prosti reženj ILM se prenese na ML. Deluje kot opora za glialno proliferacijo (29,30).

#### 4.3.1.3 Transplantacija humane amnijske membrane (hAM)

Humana amnijska membrana je avaskularna plast posteljice s protivnetnim in biološko podpornim delovanjem, deluje kot biološki nosilec, ki omogoča rast in diferenciacijo celic, sprošča rastne faktorje, spodbuja diferenciacijo in migracijo celic (31). Po vstavitvi hAM so opisovali diferenciacijo zunanjih slojev mrežnice, z regeneracijo ELM in EZ (31), kar prikazuje tudi naš primer (Slika 1).



**Slika 1: Primer ogromne makularne luknje pred vitrektomijo (zgornji del slike) s kritjem s humano amnijsko membrano in štiri mesece po operaciji (spodnji del slike) (Vir: lasten arhiv)**

Uporablja se lahko sveža, liofilizirana ali zamrznjena hAM. Epiretinalno postavljena hAM na ML ima boljše rezultate kot subretinalno postavljena (32).

Opisana je možnost uporabe ekstrakta hAM nad režnjem MLI za boljšo adhezijo in rekonstrukcijo zunanjih slojev mrežnice (33).

#### 4.3.1.4 Transplantacija avtolognega prostega režnja mrežnice (*angl.* autologous retinal transplant, ART)

Uporabi se del lastne mrežnice kot prosti reženj. ART omogoča delno integracijo tkiva, zlasti zunanjih slojev mrežnice (34,35).

#### 4.3.1.5 Druge možnosti transplantacije

Reženj lečne kapsule in reženj Descemetove membrane delujeta podobno za podporo proliferacije glije kot reženj MLI; sta debelejši, z njima je lažje rokovati (36,37). Opisan je primer avtologne presadive šarenice pri ML s sočasnim odstopom mrežnice, ki mehansko zapre luknjo, brez regeneracije slojev (38).

4.3.2 Uporaba biološko aktivnih snovi, ki se aplicirajo na makularno luknjo, po opravljeni standardni VPP.

#### 4.3.2.1 Trombocitni koncentrat

Pripravi se iz avtologne krvi. Poleg trombocitov vsebuje rastne dejavnike, ki spodbujajo proliferacijo in migracijo Müllerjevih celic in celic RPE. Trombocitni koncentrat se nanese na ML po vitrektomiji in zamenjavi tekočine z zrakom, oko se tamponira s plinom; Figueroa je uspešno vpeljala uporabo trombocitnega koncentrata za zdravljenje ML v prakso (39).

#### 4.3.2.2 Mezenhimske matične celice

Mezenhimske matične celice in njihovi derivati kot eksosomi delujejo nevroprotektivno, spodbujajo adhezijo mrežnice. Tveganja vključujejo blago vnetje ali epiretinalno fibrozo (40).

#### 4.3.2.3 Živčni rastni dejavnik

Živčni rastni dejavnik deluje nevroprotektivno, poveča preživetje fotoreceptorjev in Müllerjevih celic. Ima potencial boljše rehabilitacije za vid (41).

### 4.3.3 Druge kirurške tehnike

#### 4.3.3.1 Makularna hidrodisekcija

Z injiciranjem BSS (*angl.* balanced salt solution) pod mrežnico se zmanjša adhezija med nevromrežnico in RPE in omogoči bližanje robov ML (42).

#### 4.3.3.2 Relaksacijske retinotomije

Namen retinotomije je zmanjšanje tangencialne napetosti in spodbujanje gliotičnih procesov. Opisane so različne tehnike: temporalna arkuatna retinotomija, perifovealne radialne incizije, nazalna retinotomija (43).

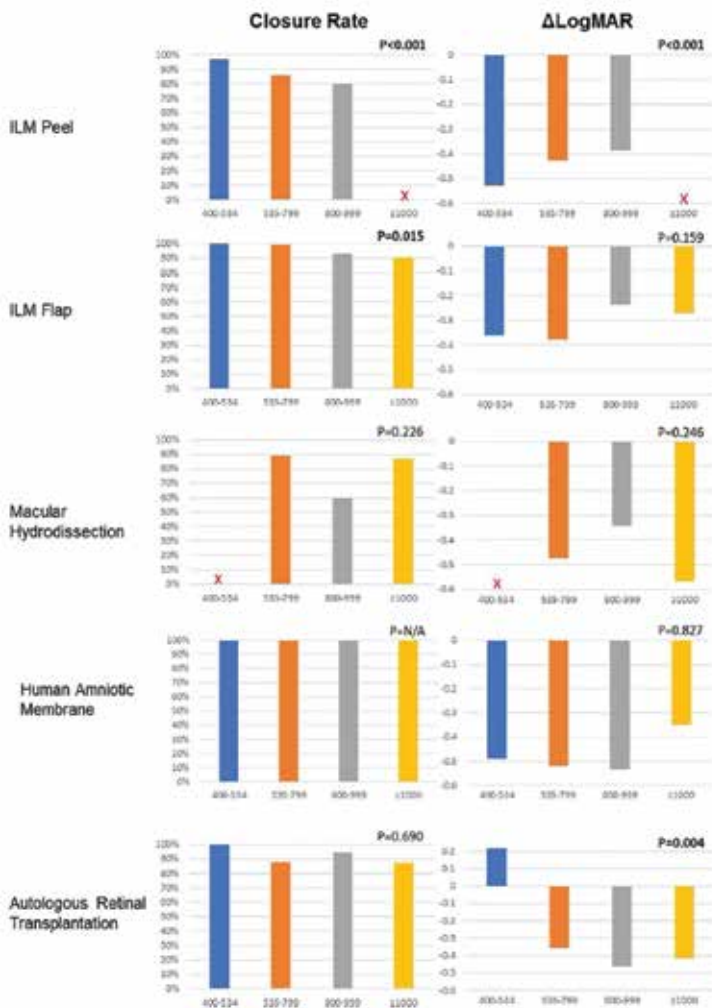
#### 4.3.3.3 Masaža mrežnice

Z namenom sprostitve sinehij med luknjo in RPE in mehanskim približevanjem robov luknje se z masažo izvaja centripetalno mehansko približevanje robov ML (44).

### 5 Prognoza po vitrektomiji

Uspeh zdravljenja opredelimo z zaporo ML in izboljšanjem vidne ostrine. Povezan je z velikostjo, obliko luknje in trajanjem. Pri večji ML z ravnimi robovi je uspeh zdravljenja pomembno manjši kot pri makularni luknji z edematoznimi in deloma privzdignjenimi robovi luknje. Boljši izhod za vid napoveduje tudi pooperativna vzpostavitev ELM in EZ (45,46).

Velikost luknje je eden najpomembnejših prognostičnih dejavnikov za kirurški izid (4, 45, 46). S standardnim kirurškim pristopom pri ML velikosti do 400  $\mu\text{m}$  skoraj pri vseh dosežemo zaprtje primarnih ML, s tehniko obrnjenega režnja ILM dosežemo enake rezultate pri velikih ML (premera 400–550  $\mu\text{m}$ ) (23). Pri večjih in refraktarnih ML, ki jih zdravimo z drugimi naprednimi kirurškimi tehnikami, se delež zaprtja ML zmanjša (23). Izboljšanje vidne ostrine je slabše sorazmerno s skupinami velikosti ML (Slika 2) (23).



**Slika 2: Kirurška uspešnost glede na velikost ML pri različnih kirurških tehnikah. Izidi so razvrščeni glede na predoperativni minimalni linearni premer (MLD), izmerjen z OCT. Levi grafi prikazujejo delež zaprtja ML za skupine ML, razporejene po velikosti. Desni grafi prikazujejo izboljšanje vidne ostrine v logMAR ( $\Delta\text{logMAR}$ ) za skupine, razporejene po velikosti ML. Velikost ML je opredeljena z minimalnim premerom ML, izmerjena z razdaljo med najbližjimi robovi ML. (Slika povzeta iz študije CLOSE (23))**

## LAMELARNA MAKULARNA LUKNJA

Govetto je opredelil lamelarno makularno luknjo (LML) kot trakcijsko in degenerativno (47), Hubschman je degenerativno LML opredelil kot pravo LML (48).

Prisotna je pri 1–3 % v splošni populaciji, pogosteje po 50. letu (49,50). Lahko pa se pojavi sekundarno ob cistoidnemu makularnemu edemu, ob starostni degeneraciji rumene pege, po poškodbi, ob visoki miopiji, X-vezani retinoshizi, retinitis pigmentosi, Coatsovi bolezni in retinohoroiditisu (49).

### 1 Znaki na OCT:

1. nepravilna fovealna kontura,
2. fovealna votlina s podminiranimi robovi,
3. znaki izgube fovealnega tkiva.

Dodatni diagnostični kriteriji:

1. epiretinalna proliferacija (atipična ERM s ksantofilnim pigmentom, ki histološko predstavlja predvsem Müllerjeve celice in glialno tkivo (50),
2. fovealna izboklina (*angl.* foveal bump),
3. disrupcija EZ (48).

### 2 Simptomi

Simptomi so podobni kot pri drugih boleznih SMS.

### 3 Naravni potek

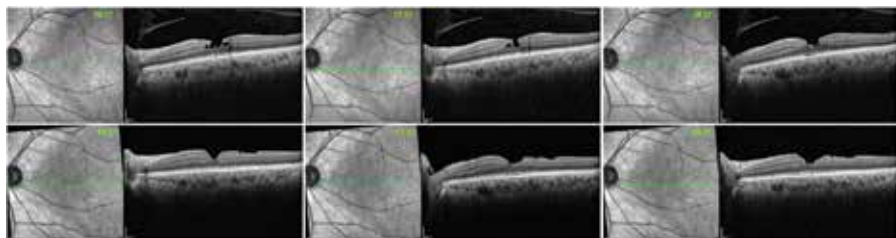
Najprej se je predpostavljalo, da LML ne napreduje in kirurško zdravljenje ni terapija izbora (51). Kasnejše raziskave z daljšim sledenjem pa so dokazale, da je LML sicer relativno stabilna, pri 5–16 % pa napreduje, kar se odraža z izgubo mrežničnega tkiva v fovei, nepravilnostmi v zunanjih slojih in posledičnim postopnim slabšanjem vidne ostrine od 0,3–0,2 logMAR v nekaj letih (52). Poslabšanje vida je običajno postopno, akutno poslabšanje vida lahko nastopi zaradi napredovanja v makularno luknjo v 10 % (53).

#### 4 Indikacija za zdravljenje

Indikacija za zdravljenje je poslabšanje vidne ostrine in metamorfopsija. Ni dorečeno, ali je bolje operirati v zgodnji fazi ali šele pri spremembah v zunanjih slojih mrežnice in pri slabi vidni ostrini.

#### 5 Zdravljenje

Kirurški pristop je VPP z modificirano tehniko luščenja MLI in epiretinalne proliferacije (Slika 3). Modificirana tehnika luščenja vključuje nepopolno odstranitev MLI in epiretinalne proliferacije, luščenje do roba luknje in umestitev v lamelarno razpoko (*angl.* fovea-sparing in flap-embedding). Z modificirano tehniko luščenja v primerjavi s klasično tehniko cirkumferentnega popolnega luščenja MLI okoli luknje pridobimo boljši izhod za vid, manjša je verjetnost pooperativne ML (54).



**Slika 3: Primer lamelarne makularne luknje pred vitrektomijo z modificirano tehniko luščenja in po posegu. Zgornji del slike prikazuje lamelarno makularno luknjo pred vitrektomijo, spodnji del tri leta po operaciji. (Vir: lasten arhiv)**

#### 6 Prognoza po vitrektomiji

Po najnovejši metaanalizi izhoda za vid pri bolnikih z LML z vključenimi 1144 očesi (884 s klasično, 64 s tehniko fovea sparing) so ugotovili izboljšanje vidne ostrine za  $-0,18$  ( $-0,22$  do  $-0,14$ ) logMAR po klasični operaciji in za  $-0,23$  ( $-0,27$  do  $-0,19$ ) logMAR pri modificirani tehniki (54).

Dejavniki tveganja za slabši pooperativni vid so prisotnost epiretinalne proliferacije, slabša preoperativna vidna ostrina, večja velikost LML, več nepravilnosti EZ, tanjši ostanek rezidualnega tkiva mrežnice v fovei (55,56).

## ZAKLJUČEK

Bolezni SMS imajo pogosto podobne simptome, vendar se med seboj pomembno razlikujejo v naravnem poteku in prognozi.

SMV lahko v določenem deležu primerov spontano izzveni, zato pri bolnikih z blagimi simptomi VPP praviloma ni indicirana in je smiselno opazovanje.

Ob pojavu ML pa je kirurško zdravljenje z VPP indicirano čim prej, saj je daljše trajanje ML povezano s slabšim pooperativnim funkcionalnim izidom. Slabši rezultati so značilni tudi pri večjih luknjah. Verjetnost anatomske zapore ML je z naprednimi kirurškimi tehnikami visoka, vendar ostaja funkcionalni izid (vidna ostrina) lahko omejen, zlasti pri dolgotrajnih ali obsežnih spremembah.

Jasna opredelitev LML in razumevanje stopenj napredovanja teh sprememb sta bila oblikovana razmeroma nedavno, zato se tudi kirurške strategije še razvijajo in dopolnjujejo. Z modificiranimi tehnikami luščenja membran lahko dosežemo izboljšanje vidne ostrine, vendar dolgoročnih rezultatov po uporabi najnovejših pristopov za zdaj še nimamo dovolj.

## LITERATURA

1. Sebag J. *Anomalous posterior vitreous detachment: a unifying concept in vitreo-retinal disease. Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology. 2004;242:690–8.*
2. Johnson MW. *Posterior vitreous detachment: evolution and complications of its early stages. Am. J. Ophthalmol. 2010;149: 371–82.*
3. Govetto A, Lalane RA 3rd, Sarraf D, Figueroa MS, Hubschman JP. *Insights into foveal anatomy and biomechanics from optical coherence tomography: the role of Müller cells and Henle fiber layer in macular hole formation. Ophthalmology. 2017;124(9):1416–1424.*

4. Duker JS, Kaiser PK, Binder S, et al. *The International Vitreomacular Traction. Study Group Classification of Vitreomacular Adhesion, Traction, and Macular Hole*. *Ophthalmol* 2013; 120:2611–9.
5. Spaide RF, Wong D, Fisher Y, Goldbaum M. *Correlation of vitreous attachment and foveal deformation in early macular hole states*. *Am J Ophthalmol*. 2002;133:226–29.
6. Liew G, Nguyen H, Ho IV, White AJ, Burlutsky G, Gopinath B, et al. *Prevalence of Vitreoretinal Interface Disorders in an Australian Population*. *Ophthalmol Sci*. 2021;1:100019.
7. Meuer SM, Myers CE, Klein BEK, Swift MK, Huang Y, Gangaputra S, et al. *The Epidemiology of Vitreoretinal Interface Abnormalities as Detected by Spectral-Domain Optical Coherence Tomography*. *Ophthalmology*. 2015;122:787–95
8. Bottós J, Elizalde J, Arevalo JF, Rodrigues EB, Maia M. *Vitreomacular traction syndrome*. *J. Ophthalmic Vis. Res*. 2012;7:148–61.
9. Itoh Y, Inoue M, Rii T, et al. *Correlation between foveal cone outer segment tips line and visual recovery after epiretinal membrane surgery*. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013; 54: 7302–8.
10. Koizumi H, Spaide RF, Fisher YL, Freund KB, Klancnik JM, Jr, Yannuzzi LA. *Three-dimensional evaluation of vitreomacular traction and epiretinal membrane using spectral-domain optical coherence tomography*. *Am J Ophthalmol*. 2008; 145: 509–17.
11. Uchino E, Uemura A, Doi N, Ohba N. *Postsurgical evaluation of idiopathic macular traction syndrome by optical coherence tomography*. *Am J Ophthalmol* 2001; 132: 122–123.
12. John VJ, Flynn HW, Smiddy WE et al. *Clinical course of vitreomacular adhesion managed by initial observation*. *Retina* 2014;34: 442–6.
13. Errera MH, Liyanage SE, Petrou P, Keane PA, Moya R, Ezra E, Charteris DG, Wickham L. *A Study of the Natural History of Vitreomacular Traction Syndrome by OCT*. *Ophthalmology*. 2018 May;125(5):701–707.
14. Almeida DR, Chin EK, Rahim K, Folk JC, Russell SR. *Factors associated with spontaneous release of vitreomacular traction*. *Retina*. 2015 Mar;35(3):492–7.
15. Kumar V, Sonkar R, Verma S, Azad SV, Chawla R, Venkatesh P, et al. *Pneumatic Vitreolysis Versus Pars Plana Vitrectomy In Focal Symptomatic Vitreomacular Traction Syndrome: A Randomized Trial*. *Retina*. 2022;42:1277–83.
16. Čokl N, Globočnik Petrovič M. *Intravitreal Injection of Perfluoropropane is More Efficacious than Sulfur Hexafluoride In Releasing Vitreomacular Traction*. *Acta Clin Croat*. 2018;57(2):327–334.
17. Jackson TL, Nicod E, Angelis A, Grimaccia F, Prevost AT, Simpson AR, Kanavos P. *Pars plana vitrectomy for vitreomacular traction syndrome: a systematic review and metaanalysis of safety and efficacy*. *Retina*. 2013 Nov-Dec;33(10):2012–7.
18. Petrou P, Kontos A, Errera MH, Banerjee PJ, Liyanage SE, Wickham L, et al. *Pars Plana Vitrectomy for Vitreomacular Traction Syndrome: Analysing the Preoperative Prognostic Factors*. *Semin Ophthalmol*. 2018;33:313–7.
19. McCannel CA, Ensminger JL, Diehl NN, Hodge DN. *Population-based incidence of macular holes*. *Ophthalmology*. 2009 Jul;116(7):1366–9.

20. Garg A, Ballios BG, Yan P. Spontaneous Closure of an Idiopathic Full-Thickness Macular Hole: A Literature Review. *J Vitreoretin Dis.* 2021 Oct 24;6(5):381–390.
21. Gass JDM. Idiopathic senile macular hole: its early stages and development. *Arch Ophthalmol* 1988; 106: 629–39.
22. Wang J, Rodriguez SH, Xiao J, Luo W, Gonnah R, Shaw L, Dao D, Schechet SA, Mackin AG, Komati R, Skondra D. Full-thickness macular hole closure with topical medical therapy. *Retina.* 2024 Mar 1;44(3):392–9.
23. Rezende FA, Ferreira BG, Rampakakis E, Steel DH, Koss MJ, Nawrocka ZA, Bacherini D, Rodrigues EB, Meyer CH, Caporossi T, Mahmoud TH, Rizzo S, Johnson MW, Duker JS. Surgical classification for large macular hole: based on different surgical techniques results: the CLOSE study group. *Int J Retina Vitreous.* 2023 Jan 30;9(1):4.
24. Grieco G, Carlà MM, Di Stefano G, Scampoli A, Governatori L, Tombolini B, Radice P, Rizzo S, Caporossi T. Updates on surgical and nonsurgical innovations for macular hole treatment. *Surv Ophthalmol.* 2025 Nov 12:S0039-6257(25)00215-2.
25. Michalewska, Z., Michalewski, J., Adelman, R. A., & Nawrocki, J. (2010). Inverted Internal Limiting Membrane Flap Technique for Large Macular Holes. *Ophthalmology*, 117(10), 2018–2025.
26. Tao M, Wang G, Gou Y, Zhang M. Comparative study of conventional inverted ILM flap covering and ILM flap filling technique in idiopathic macular hole treatment: a meta-analysis and systematic review. *Oishi A Curator J Ophthalmol.* 2022;2022:1–12.
27. Habib AM, Mansour A, Fouad YA. Flower-petal inverted flap for internal limiting membrane in myopic eyes with macular hole and rhegmatogenous retinal detachment. *Indian J Ophthalmol.* 2022;70(2):667–669.
28. Andrew N, Chan WO, Tan M, Ebnetter A, Gilhotra JS. Modification of the inverted internal limiting membrane flap technique for the treatment of chronic and large macular holes. *Retina.* 2016;36(4):834–837.
29. Morizane Y, Shiraga F, Kimura S, Hosokawa M, Shiode Y, Kawata T, Hosogi M, Shirakata Y, Okanouchi T. Autologous transplantation of the internal limiting membrane for refractory macular holes. *Am J Ophthalmol.* 2014 Apr;157(4):861–869.
30. Pacini B, Bacherini D, Savastano A, Rizzo S, Caporossi T. Comparative analysis of macular microstructure in eyes treated with human amniotic membrane plug or internal limiting membrane transplant for Failed Macular Hole. *Acta Ophthalmol.* 2022 Jun;100(4):e1031–e1035.
31. Rizzo S, Caporossi T, Tartaro R, Finocchio L, Franco F, Barca F, Giansanti F. A Human Amniotic Membrane Plug to Promote Retinal Breaks Repair and Recurrent Macular Hole Closure. *Retina.* 2019 Oct;39 Suppl 1:S95–S103.
32. Iannetta D, Chhablani J, Valsecchi N, Mesiani M, de Smet MD, Fontana L. Epiretinal implant of human amniotic membrane to treat highly myopic macular hole retinal detachments: A novel surgical technique. *Eur J Ophthalmol.* 2024 Jan;34(1):304–309.
33. Caporossi T, Grieco G, Carlà MM, Scampoli A, Governatori L, Rizzo S. Enhancing Internal Limiting Membrane Inverted Flap Outcomes With Amniotic Solution for Chronic and Large Macular Holes. *Retina.* 2025 Dec 1;45(12):2445–2451.

34. Grewal DS, Charles S, Parolini B, Kadosono K, Mahmoud TH. Autologous Retinal Transplant for Refractory Macular Holes: Multicenter International Collaborative Study Group. *Ophthalmology*. 2019 Oct;126(10):1399–1408.
35. Grewal DS, Mahmoud TH. Autologous Neurosensory Retinal Free Flap for Closure of Refractory Myopic Macular Holes. *JAMA Ophthalmol*. 2016 Feb;134(2):229–30.
36. Chen SN, Yang CM. Lens capsular flap transplantation in the management of refractory macular hole from multiple etiologies. *Retina*. 2016 Jan 1;36(1):163–70.
37. Pellegrini M, Mura M, Yu AC, Spina R, Ruzza A, Ponzin D, Busin M, Bovone C. Descemet membrane epiretinal graft for refractory full-thickness macular hole. *Ophthalmology Retina*. 2024 Jun 1;8(6):611–3.
38. Tamburrelli C, Rispoli M, Gentile F, Tamburrelli AC. Autologous Iris transplant as plug for macular hole retinal detachment in highly myopic eyes. *European Journal of Ophthalmology*. 2022
39. Figueroa MS, Mora Cantalops A, Virgili G, Govetto A. Long-term results of autologous plasma as adjuvant to pars plana vitrectomy in the treatment of high myopic full-thickness macular holes. *Eur J Ophthalmol*. 2021 Sep;31(5):2612–2620.
40. Zhang X, Liu J, Yu B, Ma F, Ren X, Li X. Effects of mesenchymal stem cells and their exosomes on the healing of large and refractory macular holes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2018 Nov;256(11):2041–2052.
41. Zhang L, Li X, Yang X, Shen Y, Wu M. Internal limiting membrane insertion technique combined with nerve growth factor injection for large macular hole. *BMC Ophthalmol*. 2019 Dec 10;19(1):247.
42. Oliver A, Wojcik EJ. Macular detachment for treatment of persistent macular hole. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2011 Nov-Dec;42(6):516-8. doi: 10.3928/15428877-20110825-01. Epub 2011 Sep 1. PMID: 21877680.
43. Ventre L, Mus E, Maradei F, Imperato R, Pintore G, Parisi G, Marolo P, Reibaldi M. Relaxing Retinotomy in Recurrent and Refractory Full-Thickness Macular Holes: The State of the Art. *Life (Basel)*. 2023 Aug 31;13(9):1844.
44. Wang H, Ji M, Di R, Qi Y, Pei C, Gao S, Liu SW, Xie AM, Cheng YH. Parafoveal retinal massage combined with autologous blood cover in the management of giant, persistent or recurrent macular holes. *Int J Ophthalmol*. 2020 Nov 18;13(11):1773–1779.
45. Ip MS, Baker BJ, Duker JS, et al. Anatomical outcomes of surgery for idiopathic macular hole as determined by optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol*. 2002; 120: 29–35.
46. Ruiz-Moreno JM, Staicu C, Piñero DP, Montero J, Lugo F, Amat P. Optical coherence tomography predictive factors for macular hole surgery outcome. *Br J Ophthalmol*. 2008 May;92(5):640–4.
47. Govetto A, Dacquay Y, Farajzadeh M, Platner E, Hirabayashi K, Hosseini H, Schwartz SD, Hubschman JP. Lamellar Macular Hole: Two Distinct Clinical Entities? *Am J Ophthalmol*. 2016 Apr;164:99–109.
48. Hubschman JP, Govetto A, Spaide RF, et al. Optical coherence tomography-based consensus definition for lamellar macular hole. *British Journal of Ophthalmology*. 2020;104:1741–1747.

49. Frisina R, Pilotto E, Midena E. Lamellar macular hole: state of the Art. *Ophthalmic Res.* 2019;61(2):73–82.
50. Meuer SM, Myers CE, Klein BEK, et al. The epidemiology of vitreoretinal interface abnormalities as detected by Spectral-Domain optical coherence tomography. *Ophthalmology.* 2015;122(4):787–95.
51. Parolini B, Schumann RG, Cereda MG, Haritoglou C, Pertile G. Lamellar macular hole: a clinicopathologic correlation of surgically excised epiretinal membranes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011;52:9074–83.
52. Chehaibou I, Tadayoni R, Hubschman JP, Bottoni F, Caputo G, Chang S, Dell'Omo R, Figueroa MS, Gaudric A, Haritoglou C, Kadonosono K, Leisser C, Maier M, Priglinger S, Rizzo S, Schumann RG, Sebag J, Stamenkovic M, Veckeneer M, Steel DH. Natural History and Surgical Outcomes of Lamellar Macular Holes. *Ophthalmol Retina.* 2024 Mar;8(3):210–222.
53. Chehaibou I, Hubschman JP, Kasi S, Su D, Joseph A, Prasad P, Abbey AM, Gaudric A, Tadayoni R, Rahimy E. Spontaneous Conversion of Lamellar Macular Holes to Full-Thickness Macular Holes: Clinical Features and Surgical Outcomes. *Ophthalmol Retina.* 2021 Oct;5(10):1009–1016.
54. Er-Reguyeg Y, Rhalem E, You EL, Abu-Dieh A, Hébert M, Zhang H, Bourgault S, Caissie M, Tourville É, Dirani A. Comparing Membrane Peeling Techniques in Lamellar Macular Hole Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ophthalmol Retina.* 2026 Jan;10(1):39–60.
55. Venkatesh R, Pereira A, Jain K, Kumar Yadav N. Structural and Functional Outcomes of Surgery for Lamellar Macular Holes with or without Epimacular Proliferations. *J Ophthalmic Vis Res.* 2022;17(1):42–50.
56. Kanai M, Sakimoto S, Takahashi S, Nishida K, Maruyama K, Sato S, et al. Embedding Technique versus Conventional Internal Limiting Membrane Peeling for Lamellar Macular Holes with Epiretinal Proliferation. *Ophthalmol. Retina.* 2023 Jan;7(1):44–51.

## EPIRETINALNA MEMBRANA – KDAJ OPERIRATI IN KDAJ OPAZOVATI

---

*Nina Kobal Mikša<sup>1</sup>, Mojca Urbančič<sup>1,2</sup>, Mojca Globočnik Petrovič<sup>1,2</sup>*

*<sup>1</sup> Očesna klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana*

*<sup>2</sup> Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani*

### IZVLEČEK

V večini primerov je epiretinalna membrana asimptomatska, 15 do 20 odstotkov postane simptomatskih. Bolniki opažajo poslabšanje vidne ostrine in metamorfopsijo, redkeje tudi druge motnje vida. Poslabšanje vidne ostrine in metamorfopsija sta indikaciji za operativni poseg vitrektomija pars plana z luščenjem membrane.

Za zdravljenje se odločamo individualno glede na bolnikove simptome, subjektivno nelagodje in oceno pričakovanega izboljšanja vida ter kakovosti življenja.

Izhod za vid po operaciji epiretinalne membrane je med bolniki zelo raznolik, napoved pooperativne vidne ostrine pa ostaja pomemben izziv v klinični praksi.

***Ključne besede:*** epiretinalna membrana, vitrektomija pars plana, označevalci OCT, klasifikacija po Govettu, pooperativni izhod.

### UVOD

Epiretinalna membrana (ERM) je vezivocelična struktura, ki nastane na površini notranje mejne membrane mrežnice (1). Histološko jo opredelimo kot preretinalno proliferacijo miofibroblastičnih celic, povezanih z ekstracelularnim matriksom (2).

Prevalenca ERM se v populacijskih študijah giblje med 7 in 12 odstotki (3, 4). V metaanalizi trinajstih raziskav je bila skupna prevalenca ocenjena na 9 % (5). Najpomembnejši dejavnik tveganja je starost (5); večina bolnikov je starejših od 50 let, z vrhom prevalence v sedmi dekadi življenja (3,4). Spol se ni izkazal kot pomemben dejavnik tveganja (4,6), čeprav so nekatere študije poročale o nekoliko višji prevalenci pri ženskah (3,5,7).

### **PRIMARNA IN SEKUNDARNA EPIRETINALNA MEMBRANA**

ERM glede na etiologijo ločimo na **primarno (idiopatsko)** in **sekundarno** (1, 2).

O idiopatski ERM, kadar ni prisotne druge očesne bolezni, z izjemo zadajšnjega odstopa steklovine (*angl.* posterior vitreous detachment, PVD) (1,2); ta je bil prisoten v 78 oziroma 95 odstotkih primerov idiopatske ERM (8,9), kar kaže na njegovo ključno vlogo v patogenezi. Zaradi tega v primeru prisotnega zadajšnjega odstopa steklovine pogosto raje uporabljamo izraz primarna ERM.

Sekundarna ERM nastane v povezavi z drugimi očesnimi stanji, kot so raztrganina ali odstop mrežnice, uveitis, zapora mrežnične vene, diabetična retinopatija, očesna poškodba ali operacija katarakte (1,2).

### **KLINIČNA SLIKA IN DIAGNOSTIKA**

V večini primerov ERM ne povzroča simptomov. Okoli 20 odstotkov primerov napreduje do simptomatske faze in progresivnega poslabšanja vida, ki se kaže kot poslabšanje vidne ostrine in metamorfozija, redkeje mikropsija ali makropsija, monokularna diplopija (1–3). Bolniki imajo pogosto težave pri branju ali vožnji.

Diagnoza temelji na kliničnem pregledu očesnega ozadja in optični koherentni tomografiji (OCT) (2). Na slikah OCT je viden značilen hiperreflektivni pas nad slojem živčnih vlaken mrežnice, pogosto s spremljajočo zadebelitvijo makule.

## RAZDELITEV EPIRETINALNE MEMBRANE PO GOVETTU

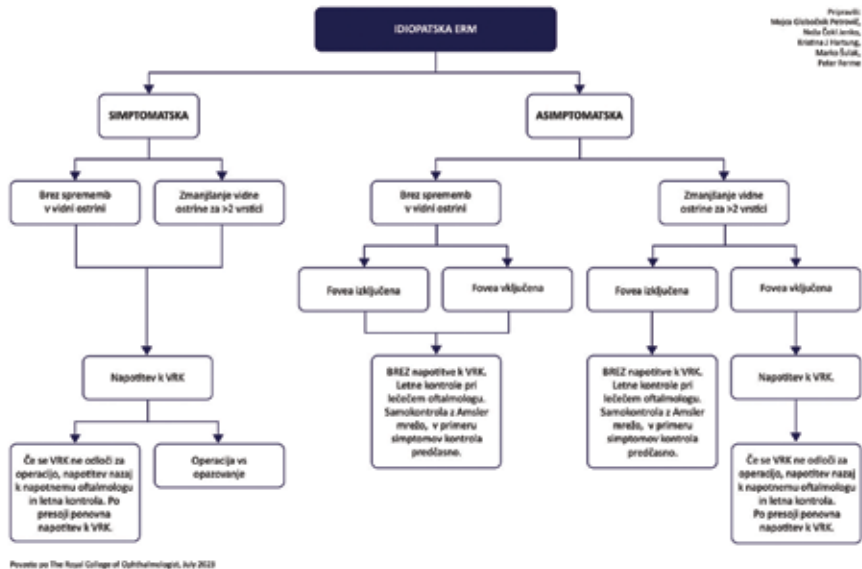
ERM razdelimo glede na naravni potek in strukturne spremembe po optični koherentni tomografiji v štiri stopnje (10):

1. stopnja: hiperreflektivna membrana na površini mrežnice, ohranjena foveolarna vdolbinica in ohranjeni mrežnični sloji;
2. stopnja: izravnana foveolarna vdolbinica in ohranjeni mrežnični sloji;
3. stopnja: ektopični notranji foveolarni sloji (prisotnost neprekinjenih hiper- in hiporeflektivnih slojev, ki se nadaljujejo od notranjega jedrnega in notranjega mrežastega sloja do površine fovee in so vidni na vseh prerezih OCT čez foveo);
4. stopnja: napredovala ERM s porušenjem strukture notranjih mrežničnih slojev (*angl.* disorganization of retinal inner layers, DRIL). Na slikah OCT ne moremo razločiti meja med ganglijskim celičnim slojem, notranjim mrežastim slojem in notranjim jedrnim slojem.

## OBRAVNAVA BOLNIKOV Z EPIRETINALNO MEMBRANO

Večina bolnikov z ERM ostaja stabilnih in ne potrebuje zdravljenja (11). Če so bolniki asimptomatski, jih opazujemo, obdobjno jih pregledujemo na eno leto. Vedno svetujemo samokontrolo vida z Amslerjevo mrežo in opazovanje simptomov, ki lahko kažejo na napredovanje ERM (Slika 1). Odložitev vitrektomije ne poslabša izhoda za vid pri asimptomatskih bolnikih (12).

## EPIRETINALNA MEMBRANA - ALGOREM OBRAVNAVE



**Slika 1: Algoritem obravnave bolnikov z epiretinalno membrano**

## ZDRAVLJENJE

ERM zdravimo z vitrektomijo pars plana (VPP). Gre za varen in rutinski vitreoretinalni operativni poseg, pri katerem najprej odstranimo steklovino, nato pa opravimo terapevtski poseg na mrežnici z luščenjem ERM in notranje mejne membrane. Za VPP se odločimo ob prisotnih simptomih, ki pomembno vplivajo na bolnikovo kvaliteto življenja. Včasih je veljalo, da je vitrektomija indicirana ob poslabšanju vidne ostrine pod 0,5 po Snellenu. Danes vemo, da je izhod za vid boljši, če operiramo pri boljši vstopni vidni ostrini. Vidna ostrina je lahko zelo dobra, vendar je metamorfopsija za bolnika zelo moteča in je taka lahko že indikacija za VPP.

V praksi se za zdravljenje odločamo individualno:

1. glede na simptome in bolnikovo nelagodje, ki jih ob simptomih občuti; občutek nelagodja ob vidni simptomatiki je pomemben zlasti pri vsakodnevnih dejavnostih, kot npr. pri branju in med vožnjo;
2. glede na pričakovano izboljšanje vida in s tem povezane izboljšane kvalitete življenja.

### **IZBOLJŠANJE VIDA PO VITREKTOMIJI**

V povprečju se pri približno 80 odstotkih bolnikov vidna ostrina izboljša za vsaj dve vrstici po Snellenu (13).

Pri 10–20 odstotkih bolnikov ostane vid nespremenjen ali se celo poslabša (13).

Predoperativna vidna ostrina je pomemben prognostični dejavnik za končno vidno ostrino (14,15). Bolniki z boljšo predoperativno vidno ostrino pred VPP imajo boljšo pooperativno vidno ostrino. Vidna ostrina dobro korelira s stopnjami epiretinalne membrane po Govettu, višja kot je stopnja, slabša je vidna ostrina (10).

Vidna ostrina je takoj po operaciji lahko nekoliko slabša ali ostaja enaka, nato se v prvih mesecih najučinkoviteje izboljšuje, izboljšanja pa so možna tudi še do tretjega leta po VPP (16–18).

Metamorfopsija se pri večini bolnikov po posegu pomembno zmanjša (19), zato je lahko kakovost življenja boljša tudi ob relativno nespremenjeni vidni ostrini.

### **OZNAČEVALCI OCT IN NAPOVED IZIDA**

Številne študije so preučevale prognostično vrednost predoperativnih dejavnikov, zlasti tistih, ki so bili ocenjeni s strukturno OCT, stopnjo metamorfopsije, avtofluorescenco makule, z namenom opredelitve zanesljivih napovednikov pooperativne vidne ostrine (18,20–23).

Opredelelitev označevalcev OCT, povezanih z boljšim pooperativnim izходом za vid, bi lahko izboljšala individualizirano odločanje glede operacije.

### **Pričakovano izboljšanje vida glede na označevalce OCT**

Izboljšanje vidne ostrine lahko do neke mere napovemo glede na predoperativno stanje mrežnice upoštevaje označevalce OCT (2). Preučevani označevalci, ki so napovedovali boljšo prognozo pooperativne vidne ostrine vključujejo: **odsotnost ektopičnega notranjega fovealnega sloja** (*angl.* ectopic inner foveal layer, EIFL) (19,24,25), **odsotnost nepravilnosti notranjih mrežničnih slojev DRIL** (26), **cistoidnega makularnega edema** (*angl.* cystoid macular edema, CME) (27) ali **pridobljenih viteliformnih lezij** (28); **ohranjenost elipsoidne cone** (*angl.* elipsoid zone, EZ) (18,27, 29) in **linije COST** (*angl.* cone outer segment termination) (29); **manjša centralna debelina fovee** (*angl.* central foveal thickness, CFT) in **manjša predoperativna debelina sloja ganglijskih celic ter notranjega mrežastega sloja** (*angl.* ganglion cell layer-inner plexiform layer, GCL-IPL) (30,31).

Označevalci OCT uspeha za vid po VPP so vtakani v razdelitev ERM po Govettu, pri nižjih stopnjah bolezni pričakujemo boljši pooperativni izid.

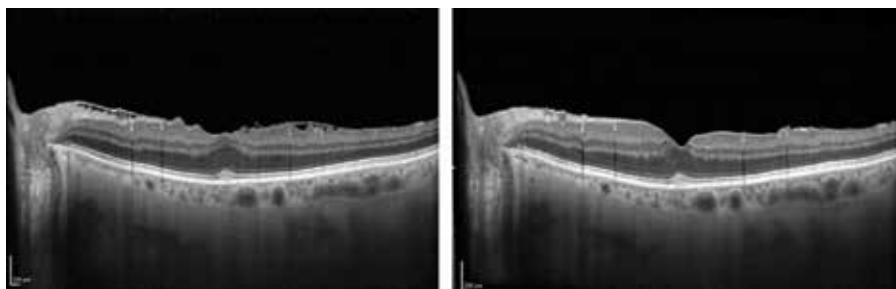
Gonzales-Saldivar in sodelavci so tako opisovali izboljšanje vidne ostrine na vsaj 0,5 po Snellenu v kar 92 odstotkih primerov bolnikov s stopnjo 2, 43 odstotkov s stopnjo 3 in samo 5 odstotkov s stopnjo 4 (25). Tako velja stopnja 4 s prisotnostjo EIFL in DRIL za dejavnik tveganja za slabši pooperativni izhod za vid.

### **PRIKAZ PRIMEROV**

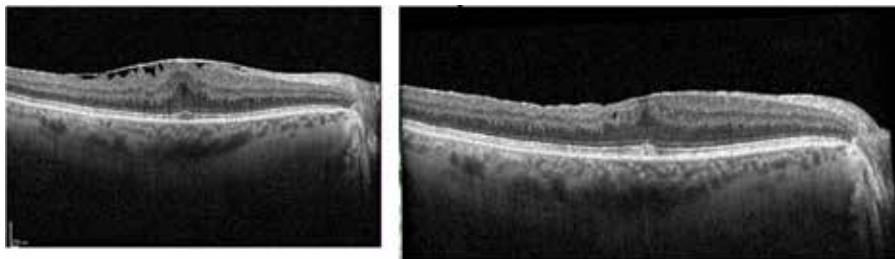
Z namenom prikazati raven izboljšanja vidne ostrine po VPP glede na znane označevalce OCT smo analizirali bolnike, operirane zaradi epiretinalne membrane. V raziskavo smo vključili 15 psevdofakih bolnikov s simptomatsko ERM brez druge pridružene očesne patologije. Povprečna najboljša predoperativna korigirana vidna ostrina (*angl.* best corrected visual acuity, BCVA) je bila 0,4 po Snellenu (razpon 0,2–0,7), pooperativna pa 0,7 (0,3–0,9). Pri 80 odstotkih (12/15) smo ugotavljali

izboljšanje vidne ostrine za dve vrstici po Snellenu ali več, pri dveh bolnikih je prišlo do izboljšanja za štiri vrstice in pri dveh za šest vrstic. Pri eni bolnici je vidna ostrina pooperativno ostala enaka; 87 odstotkov bolnikov (13/15) je pooperativno doseglo BCVA 0,5 ali več po Snellenu. Povprečna predoperativna CFT je bila 476,2 mikrometra (razpon 320–578), pooperativna pa 379,3 (312–434). Glede na OCT smo ocenjevali znane dejavnike tveganja za boljši izhod, kot so odsotnost EIFL, odsotnost DRIL, odsotnost CME, odsotnost pridobljenih viteliformnih lezij, ohranjenost EC, ohranjenost linije COST, manjša CFT.

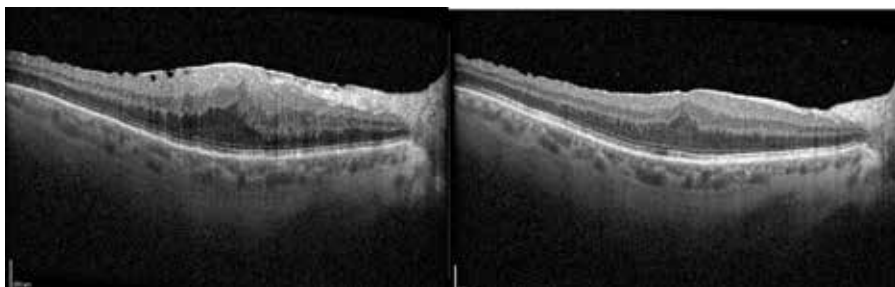
Število vključenih bolnikov je majhno, vendar lahko ugotovimo, da je izboljšanje vidne ostrine prisotno skoraj pri vseh, le pri enem je vidna ostrina ostala enaka kljub izboljšanju strukturnega stanja mrežnice. Označevalci OCT se niso izkazali za pomembne pri napovedi izboljšanja vida; pri prvem primeru gre za 2. stopnjo ERM, pri čemer je pričakovano izboljšanje vida vsaj 0,5, pri našem bolniku je bila vidna ostrina 0,4, pridobil je samo eno vrstico po Snellenu. Edini dejavnik tveganja za slabšo vidno ostrino je bil pridobljena viteliformna lezija. Enako lezijo je imel tudi primer 4, njegova pooperativna vidna ostrina je bila 0,9. Primera 2 in 4 sta si glede na označevalce OCT zelo podobna, predoperativna vidna ostrina je enaka, pooperativna pa različna, pri prvem 0,5, pri drugem 0,9. Pri primeru 5 je bila glede na prisotnost DRIL pridobljena vidna ostrina skladna z napovedjo.



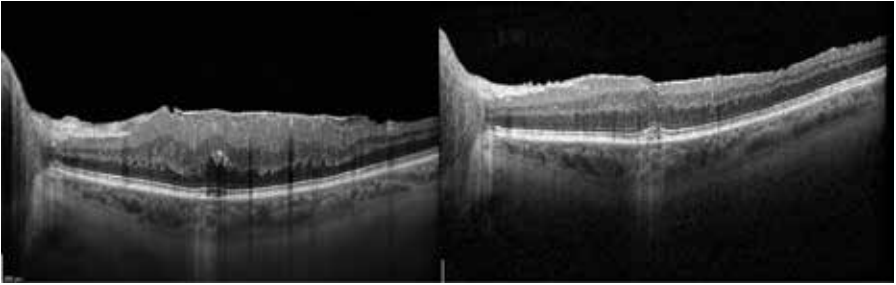
**Primer 1 (stopnja 2) 0,3–0,4 (preoperativna – pooperativna BCVA):  
dejavniki tveganja za boljši izhod po OCT: odsotnost EIFL +, odsotnost DRIL +,  
odsotnost CME +, odsotnost pridobljenih viteliformnih lezij –, ohranjenost EC +,  
ohranjenost linije COST +, manjša CRT (Vir: lasten arhiv)**



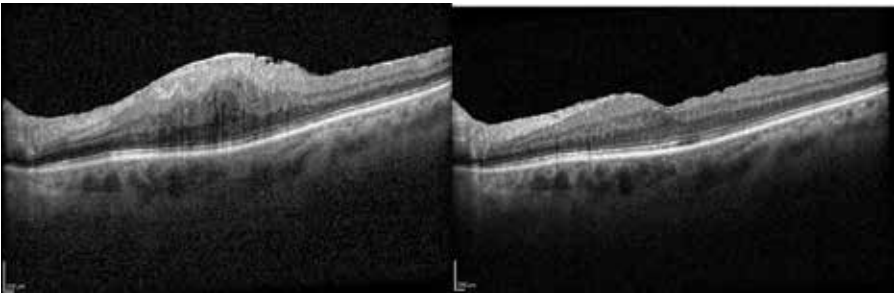
**Primer 2 (stopnja 3) 0,3–0,5 BCVA:**  
**dejavniki tveganja za boljši izhod po OCT: odsotnost EIFL –, odsotnost DRIL +, odsotnost CME +, odsotnost pridobljenih viteliformnih lezij –, ohranjenost EC +, ohranjenost linije COST +, manjša CRT – (Vir: lasten arhiv)**



**Primer 3 (stopnja 3) 0,3–0,8 BCVA:**  
**dejavniki tveganja za boljši izhod po OCT: odsotnost EIFL –, odsotnost DRIL +, odsotnost CME +, odsotnost pridobljenih viteliformnih lezij +, ohranjenost EC +, ohranjenost linije COST +, manjša CFT – (Vir: lasten arhiv)**



**Primer 4 (stopnja 3) 0,3–0,9 BCVA, prisotnost CBS:**  
 dejavniki tveganja za boljši izhod po OCT: odsotnost EIFL –, odsotnost DRIL +,  
odsotnost CME +, odsotnost pridobljenih viteliformnih lezij –, ohranjenost EC +,  
ohranjenost linije COST +, manjša CRT – (Vir: lasten arhiv)



**Primer 5 (stopnja 4) 0,2–0,3 BCVA:**  
 dejavniki tveganja za boljši izhod po OCT: odsotnost EIFL –, odsotnost DRIL –,  
odsotnost CME +, odsotnost pridobljenih viteliformnih lezij +, ohranjenost EC +,  
ohranjenost linije COST +, manjša CRT – (Vir: lasten arhiv)

## ZAKLJUČEK

Poslabšanje vidne ostrine in metamorfoza sta indikaciji za VPP pri ERM. Izhod za vid po operaciji je dober, vendar precej variabilen.

Odločitev, kdaj operirati in kdaj opazovati, sloni na individualni oceni bolnikovega nelagodja ob poslabšanju vida, ki ga povzroča epiretinalna membrana, in na oceni možnosti izboljšanja vida in s tem kvalitete življenja.

## LITERATURA

1. Mojca Globočnik Petrovič, Polona Jaki Mekjavič. *Bolezni steklovinsko-makularnega stika*. Ljubljana: Medicinska fakulteta: Očesna klinika, Univerzitetni klinični center; 2018.
2. Fung AT, Galvin J, Tran T. Epiretinal membrane: A review. *Clin Exp Ophthalmol*. 2021;49(3):289-308.
3. Mitchell P, Smith W, Chey T, Wang JJ, Chang A. Prevalence and associations of epiretinal membranes. *The Blue Mountains Eye Study, Australia. Ophthalmology*. 1997;104(6):1033-40.
4. Klein R, Klein BE, Wang Q, Moss SE. The epidemiology of epiretinal membranes. *Trans Am Ophthalmol Soc*. 1994;92:403-25; discussion 25-30.
5. Xiao W, Chen X, Yan W, Zhu Z, He M. Prevalence and risk factors of epiretinal membranes: a systematic review and meta-analysis of population-based studies. *BMJ Open*. 2017;7(9):e014644.
6. Aung KZ, Makeyeva G, Adams MK, Chong EW, Busija L, Giles GG, et al. The prevalence and risk factors of epiretinal membranes: the Melbourne Collaborative Cohort Study. *Retina*. 2013;33(5):1026-34.
7. Kawasaki R, Wang JJ, Mitchell P, Aung T, Saw SM, Wong TY. Racial difference in the prevalence of epiretinal membrane between Caucasians and Asians. *Br J Ophthalmol*. 2008;92(10):1320-4.
8. Hirokawa H, Jalkh AE, Takahashi M, Takahashi M, Trempe CL, Schepens CL. Role of the vitreous in idiopathic preretinal macular fibrosis. *Am J Ophthalmol*. 1986;101(2):166-9.
9. Wiznia RA. Posterior vitreous detachment and idiopathic preretinal macular gliosis. *Am J Ophthalmol*. 1986;102(2):196-8.
10. Govetto A, Lalane RA, 3rd, Sarraf D, Figueroa MS, Hubschman JP. Insights Into Epiretinal Membranes: Presence of Ectopic Inner Foveal Layers and a New Optical Coherence Tomography Staging Scheme. *Am J Ophthalmol*. 2017;175:99-113.
11. Fraser-Bell S, Guzowski M, Rochtchina E, Wang JJ, Mitchell P. Five-year cumulative incidence and progression of epiretinal membranes: the Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology*. 2003;110(1):34-40.

12. Al-Kharsan H, Shaheen AR, Flynn HW, Jr, Smiddy WE. Natural History and Surgical Timing for Idiopathic Epiretinal Membrane. *Ophthalmol Retina*. 2022;6(11):978-84.
13. OPHTHALMOLOGY AAO. Idiopathic Epiretinal Membrane and Vitreomacular Traction Preferred Practice Pattern®. 2024.
14. De Novelli FJ, Goldbaum M, Monteiro MLR, Bom Aggio F, Takahashi WY. SURGICAL REMOVAL OF EPIRETINAL MEMBRANE WITH AND WITHOUT REMOVAL OF INTERNAL LIMITING MEMBRANE: Comparative Study of Visual Acuity, Features of Optical Coherence Tomography, and Recurrence Rate. *Retina*. 2019;39(3):601-7.
15. Dawson SR, Shunmugam M, Williamson TH. Visual acuity outcomes following surgery for idiopathic epiretinal membrane: an analysis of data from 2001 to 2011. *Eye (Lond)*. 2014;28(2):219-24.
16. Elhusseiny AM, Flynn HW, Jr, Smiddy WE. Long-Term Outcomes After Idiopathic Epiretinal Membrane Surgery. *Clin Ophthalmol*. 2020;14:995-1002.
17. Hartmann KI, Schuster AK, Bartsch DU, Kim JS, Chhablani J, Freeman WR. Restoration of retinal layers after epiretinal membrane peeling. *Retina*. 2014;34(4):647-54.
18. Kim JH, Kim YM, Chung EJ, Lee SY, Koh HJ. Structural and functional predictors of visual outcome of epiretinal membrane surgery. *Am J Ophthalmol*. 2012;153(1):103-10.e1.
19. Govetto A, Virgili G, Rodriguez FJ, Figueroa MS, Sarraf D, Hubschman JP. FUNCTIONAL AND ANATOMICAL SIGNIFICANCE OF THE ECTOPIC INNER FOVEAL LAYERS IN EYES WITH IDIOPATHIC EPIRETINAL MEMBRANES: Surgical Results at 12 Months. *Retina*. 2019;39(2):347-57.
20. Itoh Y, Inoue M, Rii T, Hirota K, Hirakata A. Correlation between foveal cone outer segment tips line and visual recovery after epiretinal membrane surgery. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2013;54(12):7302-8.
21. Kunikata H, Abe T, Kinukawa J, Nishida K. Preoperative factors predictive of postoperative decimal visual acuity  $\geq 1.0$  following surgical treatment for idiopathic epiretinal membrane. *Clin Ophthalmol*. 2011;5:147-54.
22. Scheerlinck LM, van der Valk R, van Leeuwen R. Predictive factors for postoperative visual acuity in idiopathic epiretinal membrane: a systematic review. *Acta Ophthalmol*. 2015;93(3):203-12.
23. Chu X, Lima JP, Zeraatkar D, Ma J, Prasad F, Srinivasan S, et al. OphthoEvidence report: Baseline structural optical coherence tomography biomarkers predictive of visual acuity following epiretinal membrane surgery-A systematic review and meta-analysis protocol. *PLoS One*. 2025;20(12):e0338330.
24. Sato T, Mori R, Takahashi S, Yoshimura K, Hirata A, Manabe SI, et al. Retrospective Comparison of Visual Prognosis After Vitrectomy for Idiopathic Epiretinal Membranes With and Without an Ectopic Inner Foveal Layer. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2018;49(11):838-45.
25. González-Saldívar G, Berger A, Wong D, Juncal V, Chow DR. ECTOPIC INNER FOVEAL LAYER CLASSIFICATION SCHEME PREDICTS VISUAL OUTCOMES AFTER EPIRETINAL MEMBRANE SURGERY. *Retina*. 2020;40(4):710-7.
26. Zur D, Iglicki M, Feldinger L, Schwartz S, Goldstein M, Loewenstein A, et al. Disorganization of Retinal Inner Layers as a Biomarker for Idiopathic Epiretinal Membrane After Macular Surgery-The DREAM Study. *Am J Ophthalmol*. 2018;196:129-35.

27. Fang IM, Hsu CC, Chen LL. Correlation between visual acuity changes and optical coherence tomography morphological findings in idiopathic epiretinal membranes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2016;254(3):437-44.
28. Govetto A, Bhavsar KV, Virgili G, Gerber MJ, Freund KB, Curcio CA, et al. Tractional Abnormalities of the Central Foveal Bouquet in Epiretinal Membranes: Clinical Spectrum and Pathophysiological Perspectives. *Am J Ophthalmol.* 2017;184:167-80.
29. Shimozono M, Oishi A, Hata M, Matsuki T, Ito S, Ishida K, et al. The significance of cone outer segment tips as a prognostic factor in epiretinal membrane surgery. *Am J Ophthalmol.* 2012;153(4):698-704, .e1.
30. Iuliano L, Fogliato G, Gorgoni F, Corbelli E, Bandello F, Codenotti M. Idiopathic epiretinal membrane surgery: safety, efficacy and patient related outcomes. *Clin Ophthalmol.* 2019;13:1253-65.
31. Miguel AI, Legris A. Prognostic factors of epiretinal membranes: A systematic review. *J Fr Ophthalmol.* 2017;40(1):61-79.

## IZBIRA NADSTANDARDNIH ZNOTRAJOČESNIH LEČ PRI BOLNIKI S SPREMEMBAMI STEKLOVINSKO- MAKULARNEGA STIKA

---

*Špela Štunf Pukl*

*Očesna klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana*

*Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani*

### IZVLEČEK

Paradigma o možnosti vstavitve nadstandardnih znotrajočesnih leč, ki omogočajo gledanje na različne razdalje brez očal samo pri očeh s popolno odsotnostjo sprememb steklovinsko-makularnega stika, je preteklost. Ob dobrem poznavanju nabora tehnologij tovrstnih leč z njihovimi prednostmi in omejitvami, natančnih preiskavah in diagnozi sprememb makule ter realnih pričakovanjih lahko bolnikom, ki si želijo zmanjšane odvisnosti od očal, ponudimo nekatere ustrezne rešitve. Izbira nadstandardnih znotrajočesnih leč temelji na zblžanju želja bolnika in omejitvah zaradi stopnje sprememb steklovinsko-makularnega stika ter morebitnih potrebnih posegov na makuli.

### UVOD

Napredek na področju tehnologij znotrajočesnih leč (*angl.* intraocular lenses, IOL), ki omogočajo pooperativno večžariščno gledanje, izboljšana diagnostika in obravnava sprememb steklovinsko-makularnega stika in ne nazadnje večja ozaveščenost bolnikov o možnostih odprave dioptrije in presbiopije pri operaciji leče (katarakte) so privedli do novega izziva: kako optimalno, uspešno in varno zadovoljiti željo po zmanjšani odvisnosti od očal pri bolnikih s spremembami steklovinsko-makularnega stika.

V diagnostiki potencialne patologije makule je optična koherentna tomografija (OCT) del rutinske obravnave bolnikov pred operacijo leče oziroma katarakte. Po eni strani omogoča prikaz sprememb steklovinsko-makularnega stika, po drugi strani pa odpira vprašanje kliničnega pomena teh najdb. Prav tako je izziv predvideti dinamiko steklovinsko-makularnega stika v naravnem poteku ali po operaciji leče.

Med različnimi možnostmi IOL za zmanjšanje odvisnosti od očal za bližino je v povezavi s spremembami steklovinsko-makularnega stika pomemben predvsem njihov vpliv na kontrastno občutljivost.

Z bolnikom v predoperativnem pogovoru in svetovanju uskladimo realnost pričakovanj s stanjem makule ter izberemo varno rešitev, ki po možnosti še vedno zadovolji njegove želje po zmanjšani odvisnosti od očal za bližino.

## **STEKLOVINSKO-MAKULARNI STIK – OSNOVE ZA KIRURGE SPREDNJEGA SEGMENTA**

Meja med mrežnico in steklovino je kompleksna struktura, ki jo sestavljajo skorja steklovine, notranja mejna membrana mrežnice (*angl.* internal limiting membrane, ILM), to je bazalna membrana Müllerjevih celic, in vmesni zunajcelični matriks (1,2). Zunajcelični matriks sestavljajo fibronektin, laminin in druge sestavine z adhezivnimi lastnostmi (3).

### **Normalno spreminjanje stuktur blizu steklovinsko-makularnega stika s staranjem**

S staranjem prihaja do utekočinjanja steklovine in agregacije kolagenskih fibril – t. i. sinereza (4). S hkratnim zrahljanjem adhezijskih mehanizmov med steklovino in mrežnico utekočinjena steklovina vstopi v retrokortikalni prostor in povzroči odstop zadajšnjega dela steklovine (*angl.* posterior vitreous detachment, PVD) (5).

### **Sindrom steklovinsko-makularne trakcije**

Če pri PVD ostanejo adhezijske vezi, vlek na mrežnico vodi v boleznijo steklovinsko-makularnega stika (SMS). Vztrajajoč vlek lahko povzroči

strukturne spremembe mrežnice, govorimo o steklovinsko-makularnem vleku (SMV), ob pridruženih simptomih pa o sindromu SMV (6). SMV se v eni tretjini primerov spontano razreši brez posledic; pri ostalih pa povzroči patološke spremembe, kot so cistoidni makularni edem, epiretinalna membrana ali makularna luknja (7,8,9). Standardno zdravljenje za razrešitev traksije je vitrektomija, po kateri velika večina bolnikov izgubi metamorfopsijo, vid se izboljša za povprečno 2 vrstici po Snellenu pri polovici do dveh tretjinah operiranih (10,11,12).

### ***Makularna luknja***

Neppravilna oblika foveae s prekinitvijo posameznih ali vseh slojev mrežnice je makularna luknja, ki jo v grobem delimo v popolno makularno luknjo in lamelarno makularno luknjo. Prva je nujno kirurško stanje (13), medtem ko se pri drugi operativno zdravljenje indicira individualno (14).

### ***Epiretinalna membrana***

Pri nepravilnem odstopu zadajšnjega dela steklovine zaradi aktivnosti miofibroblastov, ki proizvajajo kolagen in imajo kontraktilne sposobnosti, pride do zadebelitve bazalne membrane in distorzije mrežnice (15). Ločimo štiri stopnje epiretinalne membrane (16,17). Višji stadij pomeni slabšo vidno ostrino, večjo zadebelitev makule ter večje tveganje za makularni edem in slab izhod vidne ostrina po operaciji. Za to se odločimo ob poslabšanju vida, metamorfopsiji, anatomskih spremembah in pojavu edema (18,19).

Pooperativno se pri večini stanje izboljša, okrevanje je dolgo (15 mesecev), na končno vidno ostrino vpliva preoperativna vidna ostrina in stopnja epiretinalne membrane; odličen izhod (> 90 % doseže 0,8, Snellen) lahko pričakujemo pri stopnjah 1 in 2, medtem ko je izhod za vid pri stopnjah 3 in 4 slabši in je povezan z dodatnimi zapleti, kot je edem v makuli (20).

### **Prognoza za vid**

Pri simptomatski ali asimptomatski patologiji SMS je pred konzultacijami glede vstavitve IOL za večžariščno gledanje potrebna natančna diagnoza spremembe SMS in določitev stopnje sprememb, opredelitev potrebe po

vitreoretinalnem zdravljenju ter potrebe po operaciji katarakte in časovni okvir zanjo (21).

Osnovni OCT pregled makule nas usmeri k morebitnim dodatnim posvetom z vitreoretinalnim kirurgom.

Na tej stopnji je primerno uskladiti pričakovanja bolnika.

## **ZNOTRAJOČESNE LEČE ZA VEČŽARIŠČNO GLEDANJE**

Izbira IOL pri posameznikih s spremembami v makuli z željo po večžariščnem gledanju po operaciji je izziv, saj je na tržišču več različnih izvedb IOL, ki ponujajo gledanje na različne razdalje brez dodatnih očal in ki so bolj odpuščajoče do različnih sprememb v rumeni pegi.

Historično je veljalo, da manipulacija optike IOL, ki omogoča več žarišč, vpliva na kvaliteto slike, zlasti na kontrast in pojav neželenih učinkov. Pri bolnikih z dodatno patologijo se tako lahko učinki IOL in patologije sumirajo in povzročijo slabši izid in nezadovoljstvo. IOL s posebno, predvsem večžariščno refraktivno ali difraktivno optiko lahko tudi zmanjšajo kvaliteto preglednosti očnega ozadja pri vitreoretinalnem posegu, vendar novejši dizajni IOL manj (22).

### **Kontrastna občutljivost**

Kontrastna občutljivost (KS) je sposobnost ločevanja predmeta oz. slike od ozadja in je za razliko od vidne ostrine, ki da informacijo o razločevanju podrobnosti pri visokem kontrastu, bolj celostna in v realnem svetu bolj aplikabilna ocena vidne funkcije (23). V vsakdnjem kliničnem okolju preiskavo redko izvajamo, zelo primerna pa je za posebne primere in klinične študije, ker da boljšo oceno vidne funkcije.

V preteklosti je veljalo prepričanje, da je KS neodvisna od starosti (23), kar so v nedavni metaanalizi ovrgli; s staranjem se KS znižuje, ker je najbolj opazno pri višjih frekvencah, nekoliko bolj izraženo pri ženskah in pospešeno, če pride do nastajanja katarakte. Kratkovidnost je dodaten

neodvisni faktor znižanja KS (24,25). Hkrati pa že začetne spremembe steklovinsko-makularnega stika povzročijo spremembe kontrastne senzitivnosti (26).

Po vitrektomiji in pilingu membrane se lahko kontrastna senzitivnost izboljša, tudi če ne pride do izboljšanja vidne ostrine (27).

### **Enožariščne plus IOL**

Enožariščne plus IOL so se razvile iz asferičnih enožariščnih IOL, ki so izdelane tako, da ohranijo ali izničijo sferično aberacijo roženice in s tem bolniki lahko pooperativno dosežejo boljše izide v kontrastni senzitivnosti in vidni ostrini (28).

Enožariščne plus IOL pa prav na podlagi spreminjanja celokupne sferične aberacije očesa in kontroliranega dodatka aberacij višjega reda omogočijo dodatno globinsko ostrino. Ne gre za pravo večžariščnost, vendar izboljšajo globino daljinskega žarišča. Oblikovanje optike je nedifraktivno. Delovanje je odvisno od velikosti zenice. Dodatnih vidnih fenomenov ali neželenih učinkov v primerjavi z enožariščnimi IOL nimajo. Ne vplivajo na poslabšanje kontrastne senzitivnosti (29–33).

Pri bolnikih s hkratno operacijo epiretinalne membrane so po vstavitni enožariščne plus IOL v primerjavi z enožariščno IOL v več študijah ugotovili primerljive izide pooperativne vidne ostrine na daljavo z večjim zadovoljstvom in pomembno boljšim nekorigiranim vidom na srednje razdalje in brez vpliva na kontrast ali metamofropsije (34–37). Tako jo priporočajo kot izbiro (38,39).

Podobno so v prospektivni primerjalni študiji 45 očes s hkratnim posegom zaradi makularne luknje prikazali enožariščni IOL primerljiv izhod vidne ostrine brez vpliva na kontrast ali pojava neželenih učinkov in so zato enožariščne plus IOL predlagali kot primerno opcijo pri bolnikih z željo po odpravi pooperativne presbiopije (40).

### **Znotrajočesne leče s podaljšanim žariščem**

Najnovejše IOL z obetavnimi rezultati za gledanje na različne razdalje brez očal so IOL s podaljšanim žariščem (*angl.* Extended depth of focus, EDOF). Optika IOL s podaljšanim žariščem svetlobo razporedi v podaljšano področje žarišč preko različnih tehnologij: a) optike z majhno odprtino, b) bioanalogne optike, c) manipulacije nedifraktivne optike ali č) manipulacije difraktivne optike; in omogoča boljši nekorigiran vid na vseh pokritih razdaljah (41–43).

Ker se svetloba ne razdeli na več žarišč, omogočajo boljši vid na srednje in do določene mere tudi na bližnje (bralne) razdalje brez negativnega učinka na jasen vid na daljavo ter povzročajo manj optičnih fenomenov ter manj sprememb kontrastne senzitivnosti kot večžariščne IOL (44).

Pri skupini bolnikov z različnimi patologijami mrežnice, vključno s spremembami steklovinsko-makularnega stika, so v retrospektivni primerjalni raziskavi potrdili nizko stopnjo vdinih fenomenov (bleščanje, haloji), ki je bila povsem primerljiva skupini oči brez patologije mrežnice, operiranih z enako IOL. Potrdili so tudi visoko stopnjo zadovoljstva z izbiro (na podlagi podatka, da bi se ponovno odločil za isto IOL), čeprav je le 38 % bolnikov z IOL s podaljšanim žariščem zanikalo uporabo kakršnih koli očal za opravila na blizu ali srednje razdalje (45).

Pri kombiniranem posegu zaradi epiretinalne membrane stadija 1 ali 2 (16) je bil izhod posega odličen z izboljšano nekorigirano ostrino na daljavo in srednje razdalje (46).

Prospektivna raziskava, v katero so vključili bolnike z napredovalim stadijem epiretinalne membrane (stadija 2 in 3) in v kateri so jim vstavili IOL s podaljšanim žariščem v obe očesi – v oko z epiretinalno membrano, v katerem sta bili opravljena tudi vitrektomija in piling epiretinalne membrane, in v drugo oko brez epiretinalne membrane –, je potrdila enako dober vid na obeh očesih na daljavo in srednje razdalje, medtem ko je bil vid na blizu boljši na očesih brez epiretinalne membrane. Razlika je

bila signifikantna, vendar relativno majhna za 1 vrstico. Ni bilo razlik med očesoma v kontrastni senzitivnosti, pojavu neželenih vidnih fenomenov (47).

Primerjava s podobno raziskavo z enožariščno plus IOL je pokazala boljši izid na srednje razdalje in bližino pri IOL s podaljšanim žariščem (48).

Kljub relativno maloštevilnim raziskavam obstajajo klinični prikazi o tem, da je vstavitve IOL s podaljšanim žariščem pri bolnikih z začetnimi stadiji epiretinalne membrane uspešna, pri napredovali epiretinalni membrani pa delovanje take IOL ni enako kot v zdravem očesu, vendar so bolniki z njo zadovoljni in ne poslabša kvalitete slike.

### **Večžariščne znotrajočesne leče**

Večžariščne IOL (*angl.* multifocal IOLs, mfiOL) s pomočjo difraktivne ali refraktivne optike ustvarijo dve ali tri žarišča. To so edine leče, ki na podlagi mehanizma delovanja omogočajo dober bližinski vid. Hkrati pa veljajo za najbolj zahtevne za uporabo, ne dopuščajo refraktivnih presenečenj, preostalega roženičnega astigmatizma in se priporočajo pri motiviranih posameznikih z zdravimi očmi.

Pri difraktivni optiki, ki ima izgled koncentričnih utorov na sprednji ali zadnji površini leče, se dodatno(i) žarišče(i) ustvari(ta) na podlagi interference. Pri refraktivni optiki se svetloba lomi na multifokalni površini po Snellenovem zakonu. IOL deluje v odvisnosti od velikosti zenice in centracije IOL. Z vstavitvijo večžariščne IOL se lahko pomembno zniža kontrastna senzitivnost, nekatere izvedbe IOL pogosto povzročijo vidne fenomene, kot so bleščanje in haloji (49).

Obe neželeni posledici vstavitve večžariščnih IOL sta vzrok, da velja vstavitve take IOL pri različnih patologijah očesa za tvegano. Omembe vredno pa epiretinalna membrana predstavlja le relativno kontraindikacijo za večžariščno IOL (50).

Vendar so tudi večžariščne leče na trgu zelo raznolike po dizajnu in kliničnem delovanju. Manj tvegana je uporaba novih generacij večžariščnih IOL, ki so jih razvili zaradi zahtev po izboljšnem vidu na srednjih razdaljah in v kliničnih študijah izkazujejo manj neželenih učinkov (51,52).

Pri manjši skupini bolnikov z epiretinalno membrano (stopnja 1–3) in enem bolniku z lamerano makularno luknjo so pri kombiniranem posegu vstavili večžariščno apodizirano difraktivno IOL in poročali o zadovoljivem večžariščnem vidu, vendar opozarjajo na zakasnjeno doseganje rezultatov (12 mesecev) ter potrebo po dodatni refraktivni laserski korekciji na nivoju roženice v enem primeru refraktivnega presenečenja (53). Oboje v konzultacijah z bolniki s spremembami steklovinsko-makularnega stika poudarimo.

## DISKUSIJA

Pri bolnikih, ki jih obravnavamo zaradi želje po večžariščnem gledanju in zmanjšani odvisnosti od očal za srednje razdalje (aktivni življenjski slog) in bližino in pri katerih ugotovimo asimptomatske spremembe steklovinsko-makularnega stika, vedno lahko uporabimo monofokalno plus IOL, pri začetnih stopnjah epiretinalne membrane pa lahko predlagamo tudi IOL s podaljšanim žariščem (edofIOL). Ne glede na to, ali bolnike obravnavamo s hkratno ali sledečo vitrektomijo z luščenjem epiretinalne membrane ali opravimo samo operacijo katarakte/leče, se moramo pred dokončno izbiro IOL in odločitvi o posegih na leči in makuli pogovoriti o možnosti disfotopsij zaradi sprememb v rumeni pegi, ki jih IOL ne bo odpravila, ter tudi o podaljšanem trajanju rehabilitacije vida po prvem, kombiniranem ali obeh posegih (53).

Pri bolnikih s simptomatsko epiretinalno membrano z metamorfopsijo, za katero na OCT posnetkih ugotovimo, da spada med zgodnje stopnje, pri operaciji katarakte/leče pred vitrektomijo ali kot kombinirani poseg za izboljšanje nekorigirane ostrine na srednje razdalje lahko uporabimo IOL s podaljšanim žariščem (54). Za napredovale stopnje epiretinalne membrane

in druge patologije steklovinsko-makularnega stika je v literaturi premalo podatkov, da bi lahko opredelili uporabo takih IOL.

Prave večžariščne IOL lahko pri bolnikih s spremembami v makuli povzročijo težave pri vsakdanjih opravilih, saj se svetloba razdeli na več žarišč, s tem se zmanjša kontrastna senzitivnost in ustvarijo koncentrični haloji, bleščanje ipd. To pripelje do slabše kvalitete življenja in vida in nezadovoljstva po posegu (55). Uporaba takšnih IOL je v literaturi opisana pri zelo majhnem številu bolnikov in so po smernicah različnih združenj odsvetovane.

Bolj zanesljiv izid z večžariščno IOL lahko zaradi boljšega izida vitreoretinalnega posega dosežemo pri bolnikih z dobrim predoperativnim vidom (57,58). Ločeni poseg, ki je enako učinkovit od kombiniranega, omogoča boljše predvidevanje izhoda (59).

Pri vstavljanju katere koli IOL za večžariščno gledanje je zelo pomemben tudi brezhiben refraktivni izid. V nekaterih kliničnih raziskavah so potrdili pogostejši miopični izid pri kombiniranem posegu ne glede na tip biometrije (60), druge so pri kombiniranem posegu brez tamponade ovrge razlike v položaju IOL in refraktivnemu premiku v primerjavi s samo operacijo katarakte (61) in potrdile odličen refraktivni izid z uporabo optične biometrije (61,62). Najboljši rezultat dosežemo z novejšimi formulami za izračun IOL, in sicer Barret (63). Metaanaliza je pokazala, da je miopično refraktivno presenečenje omejeno le na ultrazvočno biometrijo (64). Klinično pa je več presenečenj pri kratkovidnih očeh (65).

## ZAKLJUČKI

Izbira bolnikov je zelo pomembna pri odločanju za večžariščne IOL za kombinirano (hkratno ali sekvenčno) operacijo makule in katarakte/leče ali pri nekirurški skupini bolnikov s spremembami na nivoju SMS. Pričakovanja bolnikov je treba uskladiti z realnim stanjem, napovedati podaljšano rehabilitacijo pri doseganju maksimalne ostrine vida v primeru kombiniranega posega ter morebitno dinamiko strememb SMS po operaciji katarakte/leče brez vitrektomije (nekirurška skupina). V konzultacijah je

nujno obravnavati tudi možnost nepopolne odprave sprememb makule s slabšim končnim vidom po operaciji.

#### LITERATURA

- 1 Van Hoe W, Van Calster J, Jansen J, Vander Mijnsbrugge J, Delbecq AL, Fils JF, Stalmans P. Patient satisfaction after EDOF intraocular lens implantation in vitrectomized eyes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2023 Dec;261(12):3465–3474.
- 2 Globočnik Petrovič M., Jaki Mekjavič P. Bolezni steklovinsko-makularnega stika, Izbrana poglavja iz oftalmologije, Ljubljana, april 2018.
- 3 Guarro M, Sararols L, López E, Vázquez M, Ruiz S, Biarnés M. Comparison of Aqueous Depth Changes Following Cataract Surgery in Vitrectomized and Non-Vitrectomized Fellow Eyes. *Diagnostics (Basel)*. 2025 Jun 4;15(11):1429.
- 4 Katz G, El Zhalka F, Veksler R, Ayalon A, Moisseiev E. "Anterior Chamber Depth After Phacovitrectomy" - Response to Letter to the Editor [Response to Letter]. *Clin Ophthalmol*. 2021 Jun 28;15:2813–2814.
- 5 Vander Mijnsbrugge J, Fils JF, Jansen J, Hua MT, Stalmans P. The role of the vitreous body in effective IOL positioning. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2018 Aug;256(8):1517–1520.
- 6 Wang J, Luo J, Yang W, Ren R, Xie Y, Li J, Guan H, Ji M. Efficacy and comfort following the implantation of extended depth of focus, multifocal, and monofocal intraocular lenses in cataract patients. *BMC Ophthalmol*. 2024 Sep 27;24(1):423.
- 7 Tavassoli S, Ziaei H, Yadegarfar ME, Gokul A, Kernohan A, Evans JR, Ziaei M. Trifocal versus extended depth of focus (EDOF) intraocular lenses after cataract extraction. *Cochrane Database Syst Rev*. 2024 Jul 10;7(7):CD014891.
- 8 Liu J, Dong Y, Wang Y. Efficacy and safety of extended depth of focus intraocular lenses in cataract surgery: a systematic review and meta-analysis. *BMC Ophthalmol*. 2019 Sep 2;19(1):198.
- 9 Hong ASY, Ang BCH, Dorairaj E, Dorairaj S. Premium Intraocular Lenses in Glaucoma-A Systematic Review. *Bioengineering (Basel)*. 2023 Aug 22;10(9):993.
- 10 Kessel L, Andresen J, Tendal B, Erngaard D, Flesner P, Hjortdal J. Toric Intraocular Lenses in the Correction of Astigmatism During Cataract Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ophthalmology*. 2016 Feb;123(2):275–286.
- 11 Park CY. Factors Affecting Postoperative Satisfaction After Presbyopia-Correcting Intraocular Lens. *J Clin Med*. 2026 Jan 2;15(1):336.
- 12 Jeon W, Yoon CH, Oh JY, Choi HJ, Kim MK. Risk factors in self-reported dissatisfied patients implanted with various presbyopia-correcting intraocular lenses after cataract surgery. *BMC Ophthalmol*. 2025 Feb 19;25(1):82.
- 13 Wu L, Bradshaw R. Primary Lamellar Macular Holes: To Vit or Not to Vit. *J Clin Med*. 2022 Aug 28;11(17):5046.

- 14 Chehaibou I, Philippakis E, Mané V, Lavia C, Couturier A, Gaudric A, Tadayoni R. Surgical outcomes in patients with lamellar macular holes selected based on the optical coherence tomography consensus definition. *Int J Retina Vitreous*. 2021 Apr 13;7(1):31.
- 15 da Silva RA, Roda VMP, Matsuda M, Siqueira PV, Lustoza-Costa GJ, Wu DC, Hamassaki DE. Cellular components of the idiopathic epiretinal membrane. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2022 May;260(5):1435–1444.
- 16 Govetto A, Lalane RA 3rd, Sarraf D, Figueroa MS, Hubschman JP. Insights Into Epiretinal Membranes: Presence of Ectopic Inner Foveal Layers and a New Optical Coherence Tomography Staging Scheme. *Am J Ophthalmol*. 2017 Mar;175:99–113.
- 17 De Clerck I, Zeyen A, Sierens L, Cornelis S, Van Calster J, Jansen J, Stalmans P. SURGICAL OUTCOMES, VALIDATION OF GOVETTO STAGING, AND POSTSURGICAL MACULAR EDEMA IN IDIOPATHIC EPIRETINAL MEMBRANES: A Large Retrospective Study. *Retina*. 2025 Oct 1;45(10):1878–1885.
- 18 Tang J, Liu J, Qu J, Shi X, Qi H, Qian T, Yu W, Yin H, Hou J, Cheng Y, Liang J, Zhao M, Li X, Miao H, Sun Y. Ectopic inner foveal layer as post pars plana vitrectomy prognostic predictor in eyes with idiopathic epiretinal membrane. *Sci Rep*. 2025 Jul 11;15(1):25066.
- 19 Coppola M, Brambati M, Cicinelli MV, Marchese A, Zanzottera EC, Peroglio Deiro A, Post M, Bandello F. The visual outcomes of idiopathic epiretinal membrane removal in eyes with ectopic inner foveal layers and preserved macular segmentation. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2021 Aug;259(8):2193–2201.
- 20 Patheja RS. Preoperative ocular coherence tomographic prognosticators of visual acuity after idiopathic epiretinal membrane surgery. *Int Ophthalmol*. 2022 Oct;42(10):3243–3252.
- 21 Kubota N, Miyata K, Mori Y, Nakano Y, Goto H, Okamoto F. Comparisons of Clinical and Functional Characteristics of Patients with Epiretinal Membrane, Macular Pseudohole, Epiretinal Membrane Foveoschisis, and Lamellar Macular Hole. *J Clin Med*. 2025 Nov 11;14(22):7991.
- 22 Patel SB, Snyder ME, Riemann CD, Foster RE, Sisk RA. Short-term outcomes of combined pars plana vitrectomy for epiretinal membrane and phacoemulsification surgery with multifocal intraocular lens implantation. *Clin Ophthalmol*. 2019 Apr 23;13:723–730.
- 23 Arden GB, Jacobson JJ. A simple grating test for contrast sensitivity: preliminary results indicate value in screening for glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1978 Jan;17(1):23–32. PMID: 621124.
- 24 Oen FT, Lim TH, Chung MP. Contrast sensitivity in a large adult population. *Ann Acad Med Singap*. 1994 May;23(3):322–6. PMID: 7944242.
- 25 Grzybowski A, Kanclerz P, Tuuminen R. Multifocal intraocular lenses and retinal diseases. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2020 Apr;258(4):805–813.
- 26 Nishi Y, Shinoda H, Uchida A, Koto T, Mochimaru H, Nagai N, Tsubota K, Ozawa Y. Detection of early visual impairment in patients with epiretinal membrane. *Acta Ophthalmol*. 2013 Aug;91(5):e353–7.
- 27 Sugiura Y, Okamoto F, Okamoto Y, Hiraoka T, Oshika T. Contrast sensitivity and foveal microstructure following vitrectomy for epiretinal membrane. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2014 Nov 4;55(11):7594–600.

- 28 Stern B, Gatinel D. Impact of pupil size and corneal spherical aberrations on the performance of monofocal intraocular lenses: an experimental model. *Biomed Opt Express*. 2024 Oct 21;15(11):6433–6448.
- 29 Alarcon A, Cánovas C, Koopman B, Weeber H, Auffarth GU, Piers PA. Enhancing the Intermediate Vision of Monofocal Intraocular Lenses Using a Higher Order Aspheric Optic. *J Refract Surg*. 2020 Aug 1;36(8):520–527.
- 30 Goslings O, Veraart H, van de Laar-Muskens J, Piñero DP. Clinical outcomes with an aspheric monofocal and a new enhanced monofocal intraocular lens with modified optical profile. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2023 Aug;261(8):2315–2326.
- 31 Fernández J, Rocha-de-Lossada C, Zamorano-Martín F, Rodríguez-Calvo-de-Mora M, Rodríguez-Vallejo M. Positioning of enhanced monofocal intraocular lenses between conventional monofocal and extended depth of focus lenses: a scoping review. *BMC Ophthalmol*. 2023 Mar 14;23(1):101.
- 32 Srinivasan S, Nyankerh C, Hull J, Suryakumar R. Meta-analysis of defocus curves of monofocal, enhanced monofocal and extended depth of focus IOLs. *BMJ Open Ophthalmol*. 2025 Sep 3;10(1):e002025.
- 33 Stern B, Gatinel D. Impact of pupil size and corneal spherical aberrations on the performance of monofocal intraocular lenses: an experimental model. *Biomed Opt Express*. 2024 Oct 21;15(11):6433–6448.
- 34 Ota J, Matsunaga M, Haga F, Suzumura A, Yamada K, Shimizu H, Kachi S, Ota I, Miyake G, Mokuno K, Inooka D, Iwata E, Akahori T, Nishiguchi KM, Kaneko H. Enhanced Monofocal IOLs Improve Patient Satisfaction in Phaco-Vitrectomy for ERM. *Clin Ophthalmol*. 2025 Sep 6;19:3283–3293.
- 35 Giansanti F, Dragotto F, Nicolosi C, Alonzo L, Cifarelli L, Franco FGS, Vannozi L, Abbruzzese G, Bacherini D, Virgili G. Enhancing Intermediate Vision in Patients Affected by Epiretinal Membrane Treated by Phaco-Vitrectomy. *J Clin Med*. 2023 Jul 30;12(15):5016.
- 36 Choi SH, Cho IH, Jeon GS, Chang IB, Ma DJ, Hong IH. Comparative Evaluation of Visual Outcomes in Combined Cataract and Vitrectomy for Idiopathic Epiretinal Membrane with an Advanced or Conventional Intraocular Lens. *Ophthalmic Res*. 2024;67(1):221–231.
- 37 Choi JY, Won YK, Lee SJ, Kang SW, Lim DH. Visual Outcomes and Patient Satisfaction of Enhanced Monofocal Intraocular Lens in Phacovitrectomy for Idiopathic Epiretinal Membrane. *Bioengineering (Basel)*. 2024 Sep 19;11(9):939.
- 38 Jeong S, Son S, Sagong M. Efficacy of enhanced monofocal intraocular lens in combined phacovitrectomy for patients with photoreceptor-preserving epiretinal membrane. *Sci Rep*. 2024 Oct 17;14(1):24377.
- 39 Jukić T, Bajraktari G, Vukojević N, Oroz M, Radolović A, Mandić K, Kalauz M. Clinical Outcomes of a New Monofocal Intraocular Lens in Patients Undergoing Phacovitrectomy for Idiopathic Epiretinal Membrane. *Ophthalmologica*. 2024;247(4):251–260.
- 40 Choi SH, Lee HS, Chang IB, Ma DJ, Cho IH, Lee SJ, Hong IH. Evaluation of a New Monofocal Intraocular Lens in Patients Undergoing Cataract and Vitrectomy Surgery for Idiopathic Macular Hole. *Curr Eye Res*. 2023 Oct;48(10):904–910.

- 41 Akella SS, Juthani VV. Extended depth of focus intraocular lenses for presbyopia. *Curr Opin Ophthalmol*. 2018 Jul;29(4):318–322.
- 42 Kohnen T, Suryakumar R. Extended depth-of-focus technology in intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg*. 2020 Feb;46(2):298–304.
- 43 Kanclerz P, Toto F, Grzybowski A, Alio JL. Extended Depth-of-Field Intraocular Lenses: An Update. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2020 May-Jun;9(3):194–202.
- 44 Pedrotti E, Bruni E, Bonacci E, Badalamenti R, Mastropasqua R, Marchini G. Comparative Analysis of the Clinical Outcomes With a Monofocal and an Extended Range of Vision Intraocular Lens. *J Refract Surg*. 2016 Jul 1;32(7):436–42.
- 45 Reitblat O, Velleman DA, Levy A, Assia EI, Kleinmann G. Performance of Extended Depth of Focus Intraocular Lens in Eyes with Preexisting Retinal Disease. *Ophthalmologica*. 2024;247(4):241–250.
- 46 Chung HS, Lee D, Park JH. Clinical Outcomes of Combined Phacoemulsification, Extended Depth-of-Focus Intraocular Lens Implantation, and Epiretinal Membrane Peeling Surgery. *J Clin Med*. 2025 Apr 2;14(7):2423.
- 47 Sararols L, Guarro M, Vázquez M, Ruiz S, López E, Biarnés M. Visual Outcomes Following Non-Diffractive Extended-Depth-of-Focus Intraocular Lens Implantation in Patients with Epiretinal Membrane in One Eye and Bilateral Cataracts. *Biomedicines*. 2024 Oct 24;12(11):2443.
- 48 Chung HS, Nam S, Jang JH, Lee KE, Kim JY, Tchah H, Lee H. Short-term clinical outcomes after implantation of monofocal intraocular lens with enhanced intermediate function in eyes with epiretinal membrane. *Sci Rep*. 2023 Oct 21;13(1):18018.
- 49 de Silva SR, Evans JR, Kirthi V, Ziaei M, Leyland M. Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016 Dec 12;12(12):CD003169.
- 50 Alio JL, Plaza-Puche AB, Fernández-Buenaga R, Pikkell J, Maldonado M. Multifocal intraocular lenses: An overview. *Surv Ophthalmol*. 2017 Sep-Oct;62(5):611–634.
- 51 Shen Z, Lin Y, Zhu Y, Liu X, Yan J, Yao K. Clinical comparison of patient outcomes following implantation of trifocal or bifocal intraocular lenses: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*. 2017 Mar 28;7:45337.
- 52 Cao K, Friedman DS, Jin S, Yusufu M, Zhang J, Wang J, Hou S, Zhu G, Wang B, Xiong Y, Li J, Li X, He H, Chai L, Wan XH. Multifocal versus monofocal intraocular lenses for age-related cataract patients: a system review and meta-analysis based on randomized controlled trials. *Surv Ophthalmol*. 2019 Sep-Oct;64(5):647–658.
- 53 Chung HS, Lee D, Park JH. Clinical Outcomes of Combined Phacoemulsification, Extended Depth-of-Focus Intraocular Lens Implantation, and Epiretinal Membrane Peeling Surgery. *J Clin Med*. 2025 Apr 2;14(7):2423.
- 54 Chung HS, Lee D, Park JH. Clinical Outcomes of Combined Phacoemulsification, Extended Depth-of-Focus Intraocular Lens Implantation, and Epiretinal Membrane Peeling Surgery. *J Clin Med*. 2025 Apr 2;14(7):2423.
- 55 Braga-Mele R, Chang D, Dewey S, Foster G, Henderson BA, Hill W, Hoffman R, Little B, Mamalis N, Oetting T, Serafano D, Talley-Rostov A, Vasavada A, Yoo S; ASCRS Cataract Clinical Committee. Multifocal intraocular lenses: relative indications and contraindications for implantation. *J Cataract Refract Surg*. 2014 Feb;40(2):313–22.

- 56 Attia MSA, Auffarth GU, Kretz FTA, Tandogan T, Rabsilber TM, Holzer MP, Khoramnia R. *Clinical Evaluation of an Extended Depth of Focus Intraocular Lens With the Salzburg Reading Desk. J Refract Surg.* 2017 Oct 1;33(10):664–669.
- 57 Chinsky ND, Shah GK. *Epiretinal membrane peeling in patients with good preoperative vision. J Vitreoretin Dis.* 2017;1:52–56.
- 58 Reilly G, Melamud A, Lipscomb P, Toussaint BW. *Surgical outcomes in patients with macular pucker and good preoperative visual acuity after vitrectomy with membrane peeling. Retina.* 2015;35(9):1817–1821.
- 59 Chung TY, Chung H, Lee JH. *Combined surgery and sequential surgery comprising phacoemulsification, pars plana vitrectomy, and intraocular lens implantation: comparison of clinical outcomes. J Cataract Refract Surg.* 2002 Nov;28(11):2001–5.
- 60 Kim M, Kim HE, Lee DH, Koh HJ, Lee SC, Kim SS. *Intraocular lens power estimation in combined phacoemulsification and pars plana vitrectomy in eyes with epiretinal membranes: a case-control study. Yonsei Med J.* 2015 May;56(3):805–11.
- 61 Mayer-Xanthaki CF, Hirnschall N, Gabriel M, Großpötl M, Wallisch F, Findl O, Haas A. *Influence of combined phacovitrectomy without tamponade on intraocular lens displacement and postoperative refraction. Acta Ophthalmol.* 2022 Nov;100(7):e1518–e1521.
- 62 Kokame GT, Tanji TT, Yanagihara RT, Shantha JG, Nirwan RS, Tanji TM. *Refractive Outcomes of Combined Cataract Surgery and Vitrectomy Compared to Cataract Surgery Alone. Ophthalmologica.* 2023;246(1):39–47.
- 63 Chatzimichail E, Cooke DL, Wertheimer C, Koenig S, Gatziofous Z, Wolf A, Vounotrypidis E. *Comparison of 10 biometric formulas in combined phacovitrectomy for different underlying retinal pathology. Sci Rep.* 2025 Apr 17;15(1):13313.
- 64 Miele A, Fumagalli C, Abbruzzese G, Savastano A, Rizzo S, Giansanti F, Virgili G. *Biometric refractive error after cataract and retina surgery: a systematic review and a benchmark proposal. Eye (Lond).* 2021 Nov;35(11):3049–3055.
- 65 Choi YJ, Jee D. *Postoperative Refractive Outcomes of Biometric Formulas in Phacovitrectomy with Gas Tamponade. Korean J Ophthalmol.* 2023 Aug;37(4):322–327.
- 66 Van Hoe W, Van Calster J, Jansen J, Vander Mijnsbrugge J, Delbecq AL, Fils JF, Stalmans P. *Patient satisfaction after EDOF intraocular lens implantation in vitrectomized eyes. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2023 Dec;261(12):3465–3474.
- 67 Guarro M, Sararols L, López E, Vázquez M, Ruiz S, Biarnés M. *Comparison of Aqueous Depth Changes Following Cataract Surgery in Vitrectomized and Non-Vitrectomized Fellow Eyes. Diagnostics (Basel).* 2025 Jun 4;15(11):1429.
- 68 Katz G, El Zhalka F, Veksler R, Ayalon A, Moisseiev E. *"Anterior Chamber Depth After Phacovitrectomy" - Response to Letter to the Editor [Response to Letter]. Clin Ophthalmol.* 2021 Jun 28;15:2813–2814.
- 69 Vander Mijnsbrugge J, Fils JF, Jansen J, Hua MT, Stalmans P. *The role of the vitreous body in effective IOL positioning. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2018 Aug;256(8):1517–1520.
- 70 Wang J, Luo J, Yang W, Ren R, Xie Y, Li J, Guan H, Ji M. *Efficacy and comfort following the implantation of extended depth of focus, multifocal, and monofocal intraocular lenses in cataract patients. BMC Ophthalmol.* 2024 Sep 27;24(1):423.

- 71 Tavassoli S, Ziaei H, Yadegarfar ME, Gokul A, Kernohan A, Evans JR, Ziaei M. *Trifocal versus extended depth of focus (EDOF) intraocular lenses after cataract extraction. Cochrane Database Syst Rev.* 2024 Jul 10;7(7):CD014891.
- 72 Liu J, Dong Y, Wang Y. *Efficacy and safety of extended depth of focus intraocular lenses in cataract surgery: a systematic review and meta-analysis. BMC Ophthalmol.* 2019 Sep 2;19(1):198.
- 73 Hong ASY, Ang BCH, Dorairaj E, Dorairaj S. *Premium Intraocular Lenses in Glaucoma-A Systematic Review. Bioengineering (Basel).* 2023 Aug 22;10(9):993.
- 74 Kessel L, Andresen J, Tendal B, Erngaard D, Flesner P, Hjortdal J. *Toric Intraocular Lenses in the Correction of Astigmatism During Cataract Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. Ophthalmology.* 2016 Feb;123(2):275–286.
- 75 Park CY. *Factors Affecting Postoperative Satisfaction After Presbyopia-Correcting Intraocular Lens. J Clin Med.* 2026 Jan 2;15(1):336.
- 76 Jeon W, Yoon CH, Oh JY, Choi HJ, Kim MK. *Risk factors in self-reported dissatisfied patients implanted with various presbyopia-correcting intraocular lenses after cataract surgery. BMC Ophthalmol.* 2025 Feb 19;25(1):82.
- 77 Wu L, Bradshaw R. *Primary Lamellar Macular Holes: To Vit or Not to Vit. J Clin Med.* 2022 Aug 28;11(17):5046.
- 78 Chehaibou I, Philippakis E, Mané V, Lavia C, Couturier A, Gaudric A, Tadayoni R. *Surgical outcomes in patients with lamellar macular holes selected based on the optical coherence tomography consensus definition. Int J Retina Vitreous.* 2021 Apr 13;7(1):31.
- 79 da Silva RA, Roda VMP, Matsuda M, Siqueira PV, Lustoza-Costa GJ, Wu DC, Hamassaki DE. *Cellular components of the idiopathic epiretinal membrane. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2022 May;260(5):1435–1444.
- 80 Govetto A, Lalane RA 3rd, Sarraf D, Figueroa MS, Hubschman JP. *Insights Into Epiretinal Membranes: Presence of Ectopic Inner Foveal Layers and a New Optical Coherence Tomography Staging Scheme. Am J Ophthalmol.* 2017 Mar;175:99–113.
- 81 De Clerck I, Zeyen A, Sierens L, Cornelis S, Van Calster J, Jansen J, Stalmans P. *SURGICAL OUTCOMES, VALIDATION OF GOVETTO STAGING, AND POSTSURGICAL MACULAR EDEMA IN IDIOPATHIC EPIRETINAL MEMBRANES: A Large Retrospective Study. Retina.* 2025 Oct 1;45(10):1878–1885.
- 82 Tang J, Liu J, Qu J, Shi X, Qi H, Qian T, Yu W, Yin H, Hou J, Cheng Y, Liang J, Zhao M, Li X, Miao H, Sun Y. *Ectopic inner foveal layer as post pars plana vitrectomy prognostic predictor in eyes with idiopathic epiretinal membrane. Sci Rep.* 2025 Jul 11;15(1):25066.
- 83 Coppola M, Brambati M, Cicinelli MV, Marchese A, Zanzottera EC, Peroglio Deiro A, Post M, Bandello F. *The visual outcomes of idiopathic epiretinal membrane removal in eyes with ectopic inner foveal layers and preserved macular segmentation. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2021 Aug;259(8):2193–2201.
- 84 Patheja RS. *Preoperative ocular coherence tomographic prognosticators of visual acuity after idiopathic epiretinal membrane surgery. Int Ophthalmol.* 2022 Oct;42(10):3243–3252.

- 85 Kubota N, Miyata K, Mori Y, Nakano Y, Goto H, Okamoto F. Comparisons of Clinical and Functional Characteristics of Patients with Epiretinal Membrane, Macular Pseudohole, Epiretinal Membrane Foveoschisis, and Lamellar Macular Hole. *J Clin Med.* 2025 Nov 11;14(22):7991.

## INTRAVENSKA SEDACIJA ZA VITREORETINALNE POSEGE: DA ALI NE, KDAJ IN ZAKAJ?

---

*Rok Košiček<sup>1</sup>, Darja Krevh Golubič<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Oddelek za anesteziologijo, intenzivno medicino operativnih strok in terapijo bolečin, Splošna bolnišnica Celje*

*<sup>2</sup>KO za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok, Univerzitetni klinični center Ljubljana*

### IZVLEČEK

Vitreoretinalne operacije se lahko izvajajo v splošni anesteziji, regionalni anesteziji z intravensko sedacijo ali regionalni anesteziji brez intravenske sedacije. V svetu je regionalna anestezija najpogostejša oblika anestezije za vitreoretinalne posege, saj ima številne prednosti pred splošno anestezijo. Vendar pa vsi bolniki niso primerni za izvedbo vitreoretinalne operacije le v regionalni anesteziji, zato je ustrezna izbira bolnikov ključna. Za intravensko sedacijo lahko uporabljamo različne učinkovine, bodisi samostojno bodisi v kombinacijah. Največ se za intravensko sedacijo med vitreoretinalnimi operacijami uporabljata remifentanil in deksmedetomidin. Med izvajanjem intravenske sedacije je treba ves čas skrbeti za ustrezen nadzor bolnika. V izbranih primerih je možno vitreoretinalno operacijo izvesti tudi brez intravenske sedacije z uporabo peroralnih sedativov ali tudi brez njih. Regionalna anestezija z intravensko sedacijo je ob ustrezni izbiri bolnikov in ustreznem nadzoru varna ter povezana z večjim udobjem bolnika in večjim zadovoljstvom kirurga.

**Ključne besede:** sedacija, remifentanil, deksmedetomidin, regionalna anestezija.

## UVOD

Vitreoretinalne operacije se izvajajo za številne indikacije, kot so odstop mrežnice, epiretinalna membrana, foramen makule, diabetična retinopatija, endoftalmitis in druge (1). Z anesteziološkega vidika gre za operacije z manjšim tveganjem za perioperativne zaplete, vendar lahko kljub temu perioperativni potek zakomplicirajo bolnikove pridružene bolezni (2). Vitreoretinalne operacije se lahko izvedejo v splošni anesteziji, regionalni anesteziji z intravensko sedacijo ali regionalni anesteziji brez intravenske sedacije (2,3). V prispevku se bomo osredotočili na slednji dve obliki anestezije za vitreoretinalne operacije.

## REGIONALNA ANESTEZIJA Z INTRAVENSKO SEDACIJO

V svetu in tudi pri nas je regionalna anestezija z intravensko sedacijo najpogostejša oblika anestezije za vitreoretinalne operacije. V primerjavi s splošno anestezijo ima številne prednosti: zmanjšana pooperativna morbiditeta in mortaliteta, zmanjšana incidenca perioperativnih pljučnih in kardialnih zapletov, boljši nadzor nad pooperativno bolečino, manjša incidenca intraoperativne hipotenzije, hitrejše okrevanje po operaciji in zmanjšana incidenca pooperativne slabosti in bruhanja ter nižji stroški. Cilj sedacije je bolniku zagotoviti zadostno analgezijo in anksiolizo, da preстане okularni blok in operacijo, ter hkrati ohraniti spontano dihanje in zaščitne reflekse dihalnih poti (2).

### Izbira bolnikov

Vsi bolniki niso primerni kandidati za izvedbo vitreoretinalne operacije v regionalni anesteziji z intravensko sedacijo. Splošna anestezija je lahko primernejša za pediatrične bolnike, daljše ali kompleksnejše operacije (poškodbe očesa, ponovne vitrektomije, operacije s skleralno plombo, kombinirana vitrektomija + skleralna plomba), bolnike s kognitivno okvaro, bolnike s klavstrofobijo, bolnike s kontraindikacijami za okularni blok (npr. alergija na lokalne anestetike), bolnike z nekaterimi nevrološkim okvarami (npr. tremor, motnje gibanja) in bolnike, ki niso zmožni ležanja za daljši čas (npr. hud ankilozirajoči spondilitis) (2,4).

Obsežna multicentrična raziskava o anestezioloških tehnikah za vitreoretinalne operacije v ZDA je ugotovila tendenco za izvedbo operacij v regionalni anesteziji z intravensko sedacijo pri starejših bolnikih, bolnikih z višjo oceno ASA, enostavnejših vitrektomijah pars plana, alkoholikih. Po drugi strani so ugotovili tendenco za izvedbo operacij v splošni anesteziji pri mlajših bolnikih, bolnikih s pomembnimi kroničnimi pljučnimi in srčnimi boleznimi in bolnikih z jetrno okvaro. Splošna anestezija je bila metoda izbora tudi za kompleksnejše vitrektomije pars plana in še posebej za operacije odstopa mrežnice s skleralno plombo (4).

Dejavniki, ki pomembno vplivajo na odločitev glede izbire anestezijske tehnike za vitreoretinalne operacije, so torej lahko na strani bolnika, na strani kirurga oftalmologa in na strani operativnega posega: starost in spol bolnika, etična in verska pripadnost, ocena ASA, indeks telesne mase BMI, komorbidnosti bolnika, vrsta operacije, predvideni čas trajanja operacije, želja kirurga glede na pričakovano tehnično izvedbo samega operativnega posega.

### **Zdravila za sedacijo**

Za intravensko sedacijo ob regionalni anesteziji imamo na razpolago številne učinkovine. Uporabljamo lahko sedative (propofol, benzodiazepini, deksmedetomidin) in opioide (fentanil, alfentanil, sufentanil, remifentanil). Učinkovino lahko uporabimo samostojno ali jih kombiniramo, s čimer dosežemo sinergistične učinke (2). Pomanjkljivost propofola in benzodiazepinov je, da so potrebni odmerki nepredvidljivi, kar lahko vodi v prekomerno sedacijo, nezmožnost sodelovanja bolnika med operacijo in tudi zastoj dihanja (5). Pomanjkljivosti opioidov pa sta manjša anksioliza in, razen remifentanila, relativno dolgo trajanje učinka, kar omejuje njihovo titrabilnost (6). Na Očesni kliniki UKC Ljubljana se za intravensko sedacijo uporablja infuzija remifentanila.

Remifentanil je kratkodelujoči  $\mu$ -opioidni agonist. Zanj je značilen hiter nastop in kratko trajanje učinka, ki ni odvisno od funkcije jeter ali ledvic, saj se remifentanil razgrajuje preko nespecifičnih esteraz v plazmi. Njegov učinek je tako precej predvidljiv tudi pri daljšem času infuzije. Ima blag

anksiolitični učinek in močnejši analgetični učinek. Pomemben neželeni učinek remifentanila je depresija dihanja, ki se kaže kot počasno in globoko dihanje (5–7).

Za periproceduralno sedacijo, tudi pri posegih na očesu, je pogosto uporabljen deksmedetomidin. Deksmetomidin je potenten in zelo selektiven  $\alpha_2$ -adrenergični agonist, ki ima sedativne in analgetične lastnosti. Povzroča minimalno depresijo dihanja. Poleg intravenske infuzije se ga lahko aplicira tudi intranazalno. V primerjavi z remifentaniolom je njegov nastop učinka počasnejši in trajanje učinka podaljšano (5,7). Deksmetomidin v primerjavi s placebom dokazano poveča zadovoljstvo operaterja in bolnika ter zmanjša perioperativno bolečino (8).

Remifentanil in deksmedetomidin so Potočnik in sodelavci kombinirali v svoji raziskavi in ugotovili, da kombinirana sedacija za vitreoretinalne operacije z intranazalnim deksmedetomidinom in intravenskim remifentaniolom zmanjša porabo remifentanila, poveča zadovoljstvo bolnikov in ima nizko stopnjo zapletov (5). V raziskavi Yoldas in sodelavcev pa so primerjali sedacijo s samo remifentaniolom s sedacijo s samo deksmedetomidinom. Spremembe krvnega tlaka in saturacije krvi s kisikom so bile v obeh skupinah primerljive, so pa v skupini bolnikov, ki so prejeli deksmedetomidin, ugotavljali v povprečju nižji srčni utrip vse do bradikardije, ki je zahtevala ukrepanje. Pri bolnikih, ki so prejeli remifentanil, neželenih učinkov niso ugotovili. Deksmetomidin je torej povezan z večjo incidenco bradikardije, hipotenzije in nasploh večje hemodinamske nestabilnosti v primerjavi z remifentaniolom (7).

Na Očesni kliniki UKC Ljubljana se, kot že omenjeno, za sedacijo pri vitreoretinalnih posegih uporablja intravenska infuzija remifentanila. Izkušnje z uporabo remifentanila so dobre, zapletov ob uporabi remifentanila za intravensko sedacijo v zadnjih treh letih nismo beležili.

### **Varna izvedba intravenske sedacije**

Priporočeno je, da se intravensko sedacijo izvaja v zato ustrezno nadzorovanih prostorih, največkrat so to operacijske dvorane, kjer je na

voljo oprema za vodenje in nadzor splošne anestezije. Bolnika je treba spremljati primerljivo s splošno anestezijo; standardni monitoring vključuje kontinuirani EKG, neinvazivno merjenje krvnega tlaka, pulzno oksimetrijo (SpO<sub>2</sub>) in spremljanje CO<sub>2</sub> v izdihanem zraku (etCO<sub>2</sub>). Na slednjega ne smemo pozabiti, saj je spremljanje etCO<sub>2</sub> tisto, s čimer najprej zaznamo spremembe v normalnem vzorcu dihanja, depresijo ali zastoj dihanja (9). Na Očesni kliniki UKC Ljubljana bolnikom med operacijo dovajamo kisik po binazalnem katetru.

Bolnika je treba pred izvedbo sedacije ustrezno pripraviti. Predoperativna ocena anesteziologa naj bo podobna kot za operacije v splošni anesteziji (2). Z bolnikom se je treba pogovoriti in mu predstaviti potek sedacije oziroma operacije. Zagotoviti je treba sodelovanje bolnika med operacijo (9).

Cilj sedacije je bolniku zagotoviti zadostno anksiolizo in analgezijo za izvedbo posega ter se hkrati izogniti depresiji dihanja in izgubi zaščitnih refleksov dihalnih poti. Zato izguba zavesti ne sme biti cilj sedacije za očesne posege, saj lahko vodi v zastoj dihanja, nehoteno gibanje bolnika in hemodinamsko nestabilnost. Stopnjo sedacije je treba redno spremljati z uporabo ene izmed lestvic za oceno sedacije, da se lahko pravočasno izognemo pregloboki sedaciji (2). Pri oceni stopnje intravenske sedacije si na Očesni kliniki UKC Ljubljana pomagamo z rutinsko uporabo nevromonitoringa (bispektralni indeks, BIS) in s kontinuirano intraoperativno klinično oceno stopnje sedacije po lestvici USB.

Tudi pri uporabi intravenske sedacije so možni zapleti. Lokalni zapleti vključujejo: težaven intravenski dostop, hematoma na mestu vboda, flebitis, ekstravazacijo učinkovine, bolečino na mestu vboda. Prekomerna sedacija lahko vodi v izgubo sodelovanja bolnika in nehoteno premikanje bolnika. Nezadostna sedacija in analgezija pa lahko vodita v nevroendokrini odziv, ki se kaže kot hipertenzija, tahikardija, potenje, lahko tudi z aritmijami in ishemijo miokarda. Neželeni učinki zdravila vključujejo hipoventilacijo s sledečo hipoksijo in hiperkapnijo, hemodinamsko nestabilnost in delirij (9). Zato je izkušnost anestezioloških ekip ključna.

## REGIONALNA ANESTEZIJA BREZ INTRAVENSKSE SEDACIJE

Vitreoretinalne posege je možno izvesti tudi samo v regionalni anesteziji brez intravenske sedacije. Varnost in klinične izide izvedbe vitreoretinalnih posegov brez intravenske sedacije so preučevali oftalmologi Tien in sodelavci. V raziskavi so izvedli 357 vitreoretinalnih posegov, od tega so jih 334 izvedli v regionalni anesteziji z oralno sedacijo s triazolamom, 23 pa so jih izvedli v regionalni anesteziji brez sedacije. Najpogostejša indikacija za izvedbo posega brez intravenske sedacije je bila osebna želja bolnika, druge indikacije so vključevale status zdravstvenega zavarovanja bolnika, tveganja za anestezijo, pomanjkanje intravenskega dostopa, nedavno hranjenje in nedoseganje kriterija predoperativne teščosti, anksioznost in nosečnost. Intraoperativno je operacijska medicinska sestra spremljala krvni tlak, srčni utrip, SpO2 in frekvenco dihanja. V raziskavi niso ugotovili nobenih intraoperativnih komplikacij, sistemskih zapletov ali potreb po prehodu v intravensko sedacijo (3). Pomembno je poudariti, da so v raziskavo vključili bolnike, pri katerih je bilo predvideno trajanje vitrektomije 60 minut ali manj. Iz raziskave so izključili bolnike, ki so imeli pomembno klavstrofobijo ali anksioznost, dve ali več predhodnih vitrektomij in kronične uporabnike benzodiazepinov, alkohola ali prepovedanih drog (3).

Avtorji omenjene raziskave so ugotovili, da je prednost vitreoretinalne operacije brez intravenske sedacije manj tveganj, povezanih z intravenskimi sedativi, in potencialno možno večje zadovoljstvo bolnikov, ki se izognejo predoperativni teščosti in vstavitvi intravenskega pristopa, kar pa ni vedno v skladu z najbolj varno obravnavo. Poudarjajo pomen pravilne izbire bolnikov in dobre komunikacije z bolnikom. Ocenjujejo, da je regionalna anestezija brez intravenske sedacije slaba izbira za bolnike z nizkim bolečinskim pragom, hudo anksioznostjo ali klavstrofobijo in demenco. Bolniki s pomembnimi srčno-žilnimi ali pljučnimi komorbidnostmi pa potrebujejo prisotnost anesteziologa med vitreoretinalno operacijo. Primerni kandidati za izvedbo vitreoretinalne operacije v regionalni anesteziji brez intravenske sedacije so bolniki brez pomembnejših komorbidnosti, z nižjo stopnjo predoperativne anksioznosti in brez težav s sodelovanjem med operacijo (3).

## ZAKLJUČEK

Vitreoretinalni posegi so izvedljivi v splošni anesteziji, regionalni anesteziji z intravensko sedacijo ali regionalni anesteziji brez intravenske sedacije. Ob pravilni izbiri bolnikov in ustrezni predoperativni pripravi so lahko vse tri možnosti za bolnika varne. Je pa za uspešno in najbolj varno izvedbo vitreoretinalnega posega v regionalni anesteziji z intravensko sedacijo ključen ustrezen nadzor bolnika, ki naj bo podoben nadzoru za splošno anestezijo in vključuje tudi redno spremljanje globine sedacije. Na Očesni kliniki UKC Ljubljana smo brez pomembnih zapletov v letu 2024 izvedli 472 posegov z intravensko sedacijo, v letu 2025 pa kar 688 takšnih posegov. Narasčajoče število posegov, izvedenih v regionalni anesteziji z intravensko sedacijo, je trend, ki ga opisujejo tudi v tuji literaturi, saj je takšen način izvedbe povezan z maksimalno varnostjo in udobjem bolnika ter večjim zadovoljstvom tako bolnika kot tudi operaterja. Po našem mnenju je regionalna anestezija z intravensko sedacijo optimalna izbira anestezijske tehnike za vitreoretinalne posege.

## LITERATURA

- 1 *Globočnik-Petrovič M. Vitreoretinalni poseg in njegove indikacije v očesni kirurgiji. Zdrav Vestn. 2002;71(11).*
- 2 *Fang ZT, Liew EC, Keyes M, Tran T. Anesthesia for Ophthalmic Surgery. V: Gropper MA, Eriksson LI, Fleisher LA, Cohen NH, Leslie K, Johnson-Akeju O, uredniki. Miller's Anesthesia. 10th izd. Elsevier; 2024. str. 2085–101.*
- 3 *Tien KX, Romo E, Adam MK. Pars Plana Vitrectomy Without Intravenous Anesthesia: Technique, Safety, and Outcomes. J Vitreoretin Dis. 1. september 2024;8(5):554–7. doi:10.1177/24741264241260093*
- 4 *Chauhan MZ, Soliman MK, Pace NL, Mathis MR, Schonberger RB, Sallam AB. Anesthesia Techniques for Vitreoretinal Surgery in the United States: A Report from the Multicenter Perioperative Outcomes Group Research Consortium. Am J Ophthalmol. 1. november 2024;267:30–40. doi:10.1016/j.ajo.2024.06.010 PubMed PMID: 38871268.*
- 5 *Potočnik I, Andjelković-Juvan L, Hostnik A, Markovič-Božič J. Remifentanyl target-controlled infusion with intranasal dexmedetomidine for vitreoretinal procedures: a randomized controlled trial. Croat Med J. 1. junij 2021;62(3):233. doi:10.3325/cmj.2021.62.233*
- 6 *Fukuda K. Opioids. Gropper MA, Eriksson LI, Fleisher LA, Cohen NH, Leslie K, Johnson-Akeju O, uredniki. Miller's Anesthesia. 10th izd. Elsevier; 2024. str. 2085–101.*

- 7 Yoldaş TK, Gümüş NE, Yoldaş TK, Gümüş NE. Comparison of the Sedative Effects of Dexmedetomidine and Remifentanyl in Vitrectomy Surgery: A Retrospective Study. *Cureus*. 29. september 2023;15(9). doi:10.7759/cureus.46204
- 8 Yoo JH, Kim SI, Cho A, Lee SJ, Sun HJ, Cho HB, idr. The effect of dexmedetomidine sedation on patient and surgeon satisfaction during retinal surgery under sub-tenon's anesthesia: a randomized controlled trial. *Korean J Anesthesiol*. 1. oktober 2015;68(5):442. doi:10.4097/kjae.2015.68.5.442
- 9 Woo JH, Au Eong KG, Kumar CM. Conscious sedation during ophthalmic surgery under local anesthesia. *Minerva Anesthesiol*. april 2009;75(4):211–9.

## ENDOFTALMITIS

---

*Luka Lapajne*

*Očesna klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana*

### IZVLEČEK

Endoftalmitis je resna, vid ogrožajoča okužba očesa, ki ga povzročajo bakterije ali glive. Delimo ga na eksogene, h katerim prištevamo akutni in kronični postoperativni endoftalmitis, postravmatski endoftalmitis, endoftalmitis, povezan s filtracijsko blazinico, in endogene, ki so posledica hematogenega širjenja med bakteriemijo ali fungiemijo. Povzročitelji, pri katerih prevladujejo grampozitivne bakterije, se razlikujejo glede na etiologijo, incidenco pa ocenjujemo na okoli 0,06 % po intraokularnih posegih in 0,9 % po odprtih očesnih poškodbah. Klinično se kaže z bolečino v očesu, zmernim do hudim poslabšanjem vidne ostrine in vnetno reakcijo v sprednjem prekatu in steklovini. Ključna za dober izhod sta pravočasna prepoznavna in takojšnje zdravljenje z vitrektomijo pars plana, odvzemom kužnin in intravitrealno aplikacijo antibiotične terapije. Na končno vidno ostrino pomembno vpliva virulenca povzročitelja, v splošnem pa velja, da očesa z boljšo začetno vidno ostrino in hitrejšim začetkom zdravljenja dosejajo boljšo končno vidno ostrino.

***Ključne besede:*** endoftalmitis, vitrektomija par plana, zdravljenje, endogeni endoftalmitis, postoperativni endoftalmitis, postravmatski endoftalmitis.

### UVOD

Endoftalmitis je vid ogrožajoča znotraj očesna okužba, ki primarno prizadene steklovino, lahko pa se razširi na praktično vse očesne strukture. Predstavlja enega najresnejših zapletov v oftalmologiji. Skoraj vse primere povzročajo bakterije ali glive, pri čemer se huda izguba vida (končna vidna ostrina manj kot 0,1 po Snellenu) pojavi pri vsaj 20 % prizadetih oči (1). Glede na

etiologijo ga delimo na eksogene, h katerim prištevamo akutni in kronični postoperativni endoftalmitis, posttravmatski endoftalmitis, endoftalmitis, povezan s filtracijsko blazinico, in endogene, ki so posledica hematogenega širjenja med bakteriemijo ali fungiemijo. Značilnosti posamezne etiologije bomo obravnavali v nadaljevanju, vsem pa je skupen vitritis z znaki vnetne reakcije v sprednjem prekatu. Pri zdravljenju je ključna čimprejšnja aplikacija intravitrealnih antibiotikov oz. antimikotikov v povezavi z vitrektomijo, izhod za vid pa je odvisen od vrste in virulence povzročitelja ter pravočasne prepoznave in začetka zdravljenja (1).

### ETIOLOGIJA, EPIDEMIOLOGIJA IN POVZROČITELJI

Incidenca in najpogostejši povzročitelji se pomembno razlikujejo glede na etiologijo endoftalmitisa.

Pojavnost akutnega pooperativnega endoftalmitisa se giblje okoli 0,08 % po operaciji katarakte in okoli 0,06 % po intravitrealnih injekcijah, pri katerih imajo steroidi največje tveganje (0,25 %), sledijo jim zaviralci VEGF (vaskularni endotelni rastni faktor, *angl.* vascular endothelial growth factor) (0,04–0,07 %) (2). Med povzročitelji prevladujejo grampozitivni koki, ki predstavljajo več kot 90 % primerov. Med temi prednjačijo koagulaza negativni stafilokoki (39,4 %), sledita jim *Streptococcus viridans* (12,1 %) in *Staphylococcus aureus* (11,1 %) (1,3). Streptokokni endoftalmitis je pogostejši po intravitrealni injekciji kot po operaciji sive mrežnice in ima običajno slabše izhode (1).

Kronični pooperativni endoftalmitis večinoma povzroča bakterija *Propionibacterium acnes*, znana povzročitelja sta tudi *Staphylococcus epidermidis* in *Candida parapsilosi* (1).

Pri endoftalmitisu povezanem s filtracijsko blazinico prevladujeta povzročitelja *Streptococcus spp.* (57 %) in *Haemophilus influenzae* (23 %) (4), lahko se pojavi mesece ali leta po filtracijskem posegu, incidenco pa ocenjujejo na 0,2 – 1,8 % filtracijskih posegov (5).

Postravmatski endoftalmitis nastane pri 0,9–10 % očes z odprto očesno poškodbo (1). Med najpogostejše povzročitelje prištevamo bakterije, ki so del normalne kožne flore, predvsem koagulaza negativnih stafilokokov, *Streptococcus spp.* in *Staphylococcus aureus* ter bakterije, ki so prisotne v okolju, kot so *Pseudomonas aeruginosa*, *Nocardia spp.* in *Bacillus spp.* (6). Posebno hud, fulminanten potek endoftalmitisa povzroča okužba z bakterijo *Bacillus cereus*, ki vodi do hitre izgube vida in pogosto tudi do evisceracije oz. enukleacije. Odprte očesne poškodbe, ki jih povzroči rastlinski material, imajo povečano verjetnost okužbe s plesnijo in razvoja glivičnega endoftalmitisa (6).

Endogeni endoftalmitis nastane zaradi hematogene okužbe, pri čemer so povzročitelji podobni običajnim povzročiteljem sepse. Mednje spadajo *Candida albicans* in sorodne kvasovke, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* in enterobakterije, zlasti *Klebsiella pneumoniae* (6).

## ANAMNEZA IN KLINIČNA SLIKA

Za obravnavo bolnika s sumom na endoftalmitis je ključna dobra anamneza. Nedavni znotrajočesni posegi, poškodbe ali predhodne filtracijske operacije nakazujejo na eksogeni vzrok endoftalmitisa, medtem ko moramo pri odsotnosti le-teh in prisotnosti dejavnikov tveganja pomisliti na endogeno okužbo.

Glavna simptoma endoftalmitisa sta zmerno do hudo poslabšanje vidne ostrine in bolečina v očesu. V kliničnem statusu lahko glede na izraženosti klinične slike opazimo vse od izrazite hemoze in otekline vek ter hiperemije veznice, dvojno draženega zrkla, izrazite eksudacije v sprednjem prekatu s fibrinsko reakcijo, hipopiona in vitritisa, lahko pa so vnetne spremembe vidne tudi na roženici, mrežnici ali žilnici (Slika 1). Hipopion in prisotnost bolečine močno nakazujeta na endoftalmitis, vendar ga njuna odsotnost ne izključujeta, saj sta odsotna pri kar 25 % bolnikov s potrjeno okužbo (7).

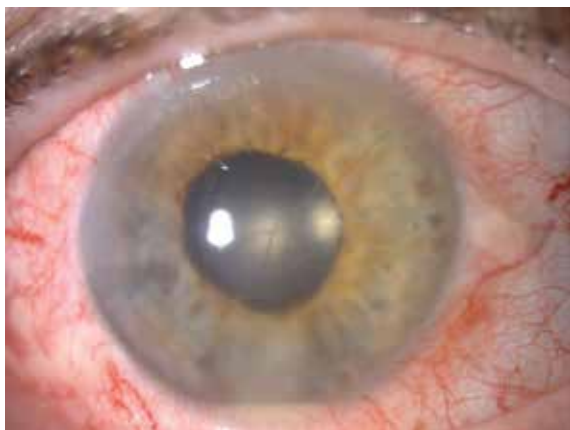
Akutni bakterijski pooperativni endoftalmitis se navadno pojavi 3. do 5. dan po znotrajočesnem posegu, lahko tudi v 24 urah po posegu ali šele po 1–2 tednih (8). Glivični primeri imajo navadno počasnejši potek in bolj organizirano vnetje (1).

Kronični pooperativni endoftalmitis poteka počasneje z blažjo klinično sliko, pojavi se več tednov ali mesecev po operativnem posegu in je v večini primerov povzročen s *Propionibacterium acnes*, ki se kaže z značilnim belim plakom v lečni ovojnici (1).

Za endoftalmitis, vezan na filtracijsko blazinico, je značilno, da se pojavi tedne ali leta po filtracijskem posegu, vnetje se razširi iz okužene filtracijske blazinice in ima pogosto slabo prognozo zaradi večje virulentnosti povzročiteljev (9).

Posttravmatski endoftalmitis se pojavi v nekaj dneh ali tednih po poškodbi, dejavniki tveganja za nastanek vključujejo poškodbo s kovinskim predmetom, porušeno integriteto očesne leče, zaostale intraokularne tujke in zakasnjeno primarno oskrbo penetrantne rane za več kot 24 ur (1). V primeru okužbe z bakterijo *Bacillus cereus* poteka fulminantno in lahko vodi v izgubo vida in zrkla v urah ali dneh.

Za razliko od eksogenih endoftalmitisov so pri endogenem endoftalmitisu pogosto pridruženi sistemski simptomi in znaki, nanj pa pomislimo ob prisotnosti dejavnikov tveganja (imunokompromitiranost, bakteriemija, fungiemija, intravenozni uživalci drog). Nastane kot zasevek bakterij ali gliv iz različnih žarišč okužb (1).



**Slika 1: Akutni pooperativni endoftalmitis (Vir: lasten arhiv)**

## DIAGNOSTIKA IN ZDRAVLJENJE

Ne glede na to, da je endoftalmitis klinična diagnoza, želimo iz kužnin izolirati povzročitelja, saj lahko tako natančneje opredelimo vzrok nastanka in v primeru nezadovoljivega odziva bolje usmerimo antibiotično ali antimikotično terapijo. Odvzem vzorcev prekatne vodke in steklovine je pri tem ključen, v nobenem primeru pa ob kliničnem sumu na endoftalmitis ne sme biti vzrok zakasnitve antibiotičnega zdravljenja. Poslužujemo se direktnega razmaza kužnin po Gramu, dokaza povzročitelja s kultivacijo in v zadnjih letih tudi dokaza baterijskega genoma s PCR.

Temelj zdravljenja predstavlja intravitrealna aplikacija antibiotične terapije. Standardni empirični režim vključuje vankomicin 1 mg za kritje grampozitivnih in ceftazidim 2 mg za kritje gramnegativnih povzročiteljev (10). Testiranje občutljivosti na protimikrobna zdravila kaže, da so tako rekoč vsi grampozitivni organizmi še vedno občutljivi na vankomicin (99,8 %), medtem ko je 96,9 % gramnegativnih izolatov občutljivih na ceftazidim (10). Večkratno odporne gramnegativne bakterije so redke in se pojavljajo le v približno 2 % primerov (10).

Vloga vitrektomije ostaja pomembno področje raziskav. Prelomna študija The Endophthalmitis Vitrectomy Study (EVS), objavljena leta 1995, ni pokazala pomembnejših razlik za končno vidno ostrino med vitrektomijo in intravitrealno aplikacijo antibiotikov brez vitrektomije pri bolnikih z akutnim pooperativnim endoftalmitisom in začetno vidno ostrino, boljše od giba pred očesom. Avtorji so takrat predlagali, da primarna vitrektomija ostane rezervirana le za primere endoftalmitisa z začetno vidno ostrino, omejeno na zaznavo svetlobe in slabšo (11), vendar pa novejši dokazi kažejo, da je lahko zgodnja vitrektomija (v 24 urah) povezana z boljšo končno vidno ostrino (12–14). Na Očesni kliniki UKC Ljubljana zasledujemo novejše dokaze in pri diagnozi endoftalmitisa opravimo vitrektomijo z odvzemom kužnin ter intravitrealno aplikacijo antibiotikov.

Vloga sistemskih antibiotikov pri zdravljenju eksogenih bakterijskih endoftalmitisov ostaja stvar razprav. Ne glede na to, da po študiji EVS ni dokazov, da sistemska antibiotična terapija izboljša izhod za vid (11), se številni avtorji strinjajo, da je v primeru endoftalmitisa treba narediti čim več, vključno z uporabno sistemskih antibiotikov. Pri tem je možna izbira antibiotikov moksifloksacin, saj zelo dobro prodira v steklovino in ima širši spekter delovanja, ga zato predpisujemo tudi na Očesni kliniki (15). Sistemska antibiotična terapija je vsekakor indicirana v primerih endogenih bakterijskih endoftalmitisov. Pri glivičnih tako endogenih kot eksogenih endoftalmitisih predpisujemo antimikotično terapijo z dobro penetranco v steklovino (16).

## **PROGNOZA ZA VID IN PREPREČEVANJE**

Končna vidna ostrina je pri endoftalmitisu zelo variabilna in odvisna od več dejavnikov, med katere prištevamo virulenco povzročitelja, začetno vidno ostrino in trajanje bolezni do uvedbe zdravljenja. Endoftalmitis, povzročen s koagulaza negativnimi stafilokoki, je pri 80 % bolnikov povezan z dobrimi vidnimi izidi (0,2 ali boljši), medtem ko ima streptokokni endoftalmitis pri večini okuženih oči slabe izhode (0,05 ali slabši) (1,17). Slabša začetna vidna ostrina je pomemben dejavnik tveganja za slabšo končno vidno ostrino (18),

mediana vidna ostrina 9 mesecev po okužbi pa po eni izmed večjih študij znaša 0,2 (13).

Temelj preprečevanja pooperativnega endoftalmitisa so ustrezni antiseptični postopki, vključno z uporabo povidon-joda. Profilaktična intrakameralna aplikacija antibiotikov ob zaključku operacij je zelo razširjena, čeprav v nekaterih centrih dosegajo primerljive rezultate zgolj z natančnimi postopki dezinfekcije (19). Profilaktična intravenozna aplikacija vankomicina in ceftazidima pri odprtih očesnih poškodbah zmanjšuje pojavnost posttravmatskega endoftalmitisa na 0,9 % (1). Natančnih smernic za sistemsko antibiotično profilakso odprtih očesnih poškodb ni, posamezna poročila pa kažejo, da so uspešni tako cefalosporini, florokinoloni in vankomicin (1,20). Pri nas pri odprtih očesnih poškodbah profilaktično predpisujemo ceftazidim intravenozno v kombinaciji z znotrajočesno aplikacijo vankomicina pri primarni oskrbi poškodbe.

### **LOČEVANJE ENDOFTALMITISA OD STERILNEGA VNETJA PO ZNOTRAJOČESNIH OPERACIJAH**

V vsakdanji klinični praksi se pogosto srečujemo z diagnostično dilemo ločevanja mikrobnega endoftalmitisa od sterilnega vnetja po znotrajočesnih operacijah (*angl.* toxic anterior segment syndrome, TASS), ki je imunski odgovor na nečistoče uporabljenih materialov. Za razliko od endoftalmitisa se pojavi hiperakutno v 12–48 urah po operaciji, navadno poteka brez prisotnosti bolečin in draženosti zrkla, in se pogosto pojavlja v valovih pri več bolnikih. Pogosto sta pri izraženem vnetju prisotna tako fibrinska reakcija kot hipopion, slabša preglednost in obsežen edem roženice pa včasih otežuje oceno vitritisa. Ločevanje je ključno, saj se zdravljenje sterilnega vnetja po znotrajočesnih operacijah, ki navadno zelo dobro odreagira na topične steroide, pomembno razlikuje od obravnave endoftalmitisa (21).

## LOČEVANJE ENDOFTALMITISA OD STERILNEGA INTRAOKULARNEGA VNETJA, POVZROČENEGA Z ZAVIRALCI VEGF

Ob porastu intravitrealnega zdravljenja z zaviralci VEGF in uporabi vedno kompleksnejših molekul se pogosteje srečujemo tudi s sterilnim intraokularnim vnetjem po aplikaciji zaviralcev VEGF, ki ga včasih klinično težko ločimo od endoftalmitisa. Za razliko od endoftalmitisa se sterilno intraokularno vnetje pojavi navadno nekoliko kasneje (1–20 dni po aplikaciji) in se kaže kot neboleče poslabšanje vidne ostrine z blago eksudacijo v sprednjem prekatu in blagim vitritisom, ob tem je zrklo navadno le minimalno draženo. Na mrežnici so lahko prisotni znaki vaskulitisa. Sterilno intraokularno vnetje navadno dobro odreagira na topične steroide in ima v primerjavi z endoftalmitisom bistveno boljšo prognozo za vid (22–24).

### ZAKLJUČEK

Endoftalmitis je vid in v nekaterih primerih zrklo ogrožajoča znotraj očesna okužba, ki zahteva takojšnjo prepoznavo in agresivno zdravljenje. V nekaterih primerih je diagnoza preprosta, pri drugih je odločitev o zdravljenju lahko težja. Ključno je, da ob sumu na endoftalmitis z ustreznim zdravljenjem ne odlašamo, saj lahko v nekaterih primerih okužba zelo hitro napreduje do nepopravljivih posledic za vid. Na Očesni kliniki UKC Ljubljana sledimo protokolu zdravljenja z vitrektomijo pars plana, odvzemom vzorcev prekatne vodke in steklovine in intravitrealno aplikacijo antibiotikov, bolnike pa empirično zdravimo tudi s peroralno sistemsko terapijo.

### LITERATURA

1. Durand ML, Barshak MB, Sobrin L. *Eye Infections*. *N Engl J Med*. 2023;389:2363–75.
2. VanderBeek BL, Chen Y, Tomaiuolo M, Deaner JD, Syed ZA, Acharya B, et al. *Endophthalmitis Rates and Types of Treatments After Intraocular Procedures*. *JAMA Ophthalmol*. 2024;142:827–34.
3. Gentile RC, Shukla S, Shah M, Ritterband DC, Engelbert M, Davis A, et al. *Microbiological spectrum and antibiotic sensitivity in endophthalmitis: a 25-year review*. *Ophthalmology*. 2014;121:1634–42.

4. Mandelbaum S, Forster RK, Gelender H, Culbertson W. Late onset endophthalmitis associated with filtering blebs. *Ophthalmology* 1985;92:964–72.
5. Katz LJ, Cantor LB, Spaeth GL. Complications in surgery in glaucoma. *Ophthalmology* 1985;92:959–63
6. Miller JM, Binnicker MJ, Campbell S, Carroll KC, Chapin KC, Gonzalez MD, et al. Guide to Utilization of the Microbiology Laboratory for Diagnosis of Infectious Diseases: 2024 Update by the Infectious Diseases Society of America (IDSA) and the American Society for Microbiology (ASM). *Clin Infect Dis*. 2024:ciae104.
7. Wisniewski SR, Capone A, Kelsey SF, Groer-Fitzgerald S, Lambert HM, Doft BH. Characteristics after cataract extraction or secondary lens implantation among patients screened for the Endophthalmitis Vitrectomy Study. *Ophthalmology*. 2000;107:1274–82.
8. Das T, Sharma S, Hyderabad Endophthalmitis Research Group. Current management strategies of acute post-operative endophthalmitis. *Semin Ophthalmol*. 2003;18:109–15.
9. Jacobs DJ, Leng T, Flynn HW, Shi W, Miller D, Gedde SJ. Delayed-onset bleb-associated endophthalmitis: presentation and outcome by culture result. *Clin Ophthalmol*. 2011;5:739–44
10. Chen KJ, Sun MH, Hou CH, Chen HC, Chen YP, Wang NK, et al. Susceptibility of bacterial endophthalmitis isolates to vancomycin, ceftazidime, and amikacin. *Sci Rep*. 2021;11:15878.
11. Forster RK. The endophthalmitis vitrectomy study. *Arch Ophthalmol*. 1995;113:1555–7.
12. Muqit MM, Mehat M, Bunce C, Bainbridge JW. Early vitrectomy for exogenous endophthalmitis following surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2022;11:CD013760.
13. Welch S, Bhikoo R, Wang N, Siemerink MJ, Shew W, Polkinghorne PJ, et al. Better visual outcome associated with early vitrectomy in the management of endophthalmitis. *Br J Ophthalmol*. 2022;106:1145–49.
14. Choi EY, Han JY, Lee H, Lee SC, Koh HJ, Kim SS, et al. Impact of antibiotic resistance of pathogens and early vitrectomy on the prognosis of infectious endophthalmitis: a 10-year retrospective study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2019;257:805–13.
15. Brockhaus L, Goldblum D, Eggenschwiler L, Zimmerli S, Marzolini C. Revisiting systemic treatment of bacterial endophthalmitis: a review of intravitreal penetration of systemic antibiotics. *Clin Microbiol Infect*. 2019;25:1364–9.
16. Durand ML. Endophthalmitis. *Clin Microbiol Infect*. 2013;19:227–34.
17. Durand ML. Bacterial and Fungal Endophthalmitis. *Clin Microbiol Rev*. 2017;30:597–613.
18. Lee JJ, Jo YJ, Lee JS. Clinical characteristics and risk factors for visual prognosis according to the types of infectious endophthalmitis. *PLoS One*. 2022;17:e0278625.
19. van Rooij J, Nolte K, van de Vondervoort F, Lekkerkerk S, Bourgonje V, Wubbels R. Prophylactic Intracameral Antibiotics and Endophthalmitis After Cataract Surgery. *JAMA Ophthalmol*. 2024;142:699–706.
20. Du Toit N, Mustak S, Cook C. Randomised controlled trial of prophylactic antibiotic treatment for the prevention of endophthalmitis after open globe injury at Groote Schuur Hospital. *Br J Ophthalmol*. 2017;101:862–7.
21. Verma L, Malik A, Maharana PK, Dada T, Sharma N. Toxic anterior segment syndrome (TASS): A review and update. *Indian J Ophthalmol*. 2024;72:11–8.

22. Ferreira AM, Mendes AF, Beato JN, Pedrosa AC, Penas S, Torres-Costa S, et al. Intraocular inflammation following intravitreal injections of anti-vascular endothelial growth factor drugs. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2025;263:2885–92.
23. Fine HF, Despotidis GD, Prenner JL. Ocular inflammation associated with antivascular endothelial growth factor treatment. *Curr Opin Ophthalmol.* 2015;26:184–7
24. Daien V, Nguyen V, Essex RW, Morlet N, Barthelmes D, Gillies MC, et al. Incidence and Outcomes of Infectious and Noninfectious Endophthalmitis after Intravitreal Injections for Age-Related Macular Degeneration. *Ophthalmology.* 2018;125:66–74.

## HEMATOVITREUS

---

*Igor Šivec Trampuž*

*Očesna klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana*

### IZVLEČEK

Krvavitev v steklovino je pogost vzrok nenadnega poslabšanja vida in je povezana s številnimi očesnimi boleznimi, kot so raztrganina mrežnice, odstop mrežnice, posteriorni odstop steklovine, retinopatija zaradi zapore žilja, diabetična retinopatija, makroanevrizma mrežnice ter očesne poškodbe. Med redkejšje vzroke sodijo retinopatija nedonošenčka, srpastocelična anemija, Tersonov sindrom, Valsalva retinopatija, družinska eksudativna vitreoretinopatija in krvne diskrazije.

Klinična slika je odvisna od obsega krvavitve. Blage krvavitve se lahko kažejo z motnjavami, fotopsijami in zamegljenim vidom, medtem ko hude, obsežne krvavitve, ki onemogočajo pregled očesnega ozadja, povzročijo nenadno izgubo vida. Najpogostejša vzroka obsežne krvavitve v steklovino sta raztrganina mrežnice in proliferativna diabetična retinopatija.

Pri odločanju o nadaljnjem vodenju bolnika ima pomembno vlogo B-sken ultrazvočne preiskave. Določitev optimalnega časovnega okvira za kirurško intervencijo ostaja izziv, saj se mnenja o prednostih konservativnega ali kirurškega zdravljenja razlikujejo. Vendar so študije pokazale, da dolgotrajno odlašanje s posegom poveča tveganje za zaplete, kot so nastanek epimakularne membrane, ponovna krvavitev, razvoj sive mreže ter sekundarni glavkom. V zadnjih letih se zato uveljavlja trend zgodnje vitrektomije pars plana kot metode prvega izbora.

Na podlagi pregleda literature smo oblikovali algoritem, ki olajša odločanje o ustreznem časovnem okviru zdravljenja bolnikov s krvavitvijo v steklovino.

**Ključne besede:** hematovitreus, krvavitev, vitrektomija, steklovina, mrežnica, retinopatija, izguba vida, raztrganina, odstop.

## UVOD

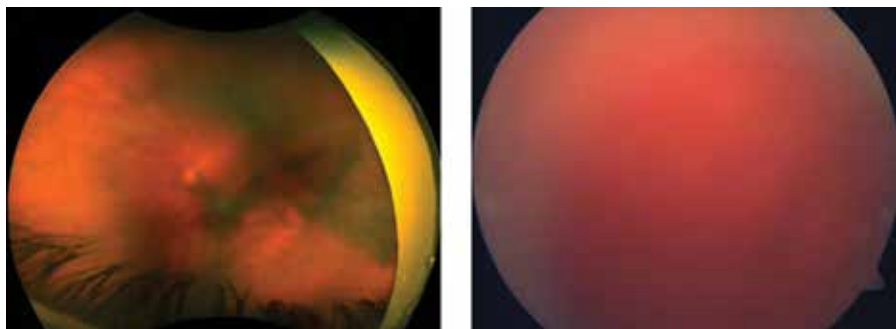
Krvavitev v steklovino (hematovitreus) je pogost vzrok nenadne, neboleče izgube vida in predstavlja pomemben diagnostični ter terapijski izziv v oftalmološki praksi. Zaradi zakritja očesnega ozadja lahko onemogoči pravočasno prepoznavo potencialno ogrožajočih stanj, kot sta raztrganina ali odstop mrežnice. Pojavnost spontane krvavitve v steklovino znaša približno 7 primerov na 100.000 prebivalcev letno (1,2).

Etiologija hematovitreusa je raznolika, najpogosteje pa vključuje proliferativno diabetično retinopatijo, proliferativno retinopatijo po zapori mrežničnih ven, posteriorni odstop steklovine z raztrganino ali brez raztrganine mrežnice, očesne poškodbe ter retinalne makroanevrizme. Krvavitev lahko nastane zaradi ruptуре patoloških ali normalnih žil ali zaradi prodora krvi iz sosednjih očesnih struktur (2–5).

Klinična slika je odvisna od obsega krvavitve, kaže se od blagih motnjav do popolne izgube vida. B-sken ultrazvočne preiskave ima ključno vlogo pri diagnostiki in nadaljnjem vodenju bolnika, zlasti ob nepreglednem očesnem ozadju (Slika 1) (2–5).

Zdravljenje je usmerjeno v osnovno etiologijo in vključuje opazovanje, lasersko fotokoagulacijo, intravitrealne injekcije zaviralcev žilnih endotelnih rastnih faktorjev (*angl.* vascular endothelial growth factor, VEGF) ter vitrektomijo pars plana (VPP). Kljub jasnim indikacijam za urgentno kirurško zdravljenje v določenih primerih ostaja optimalen časovni okvir VPP pri številnih bolnikih predmet razprav. Vse več dokazov kaže, da zgodnja VPP zmanjša tveganje za zaplete in izboljša končni izid (2–10).

Namen prispevka je predstaviti klinično obravnavo bolnika s hematovitreusom ter na podlagi pregleda literature predlagati algoritem za odločanje o ustreznem časovnem okviru zdravljenja.

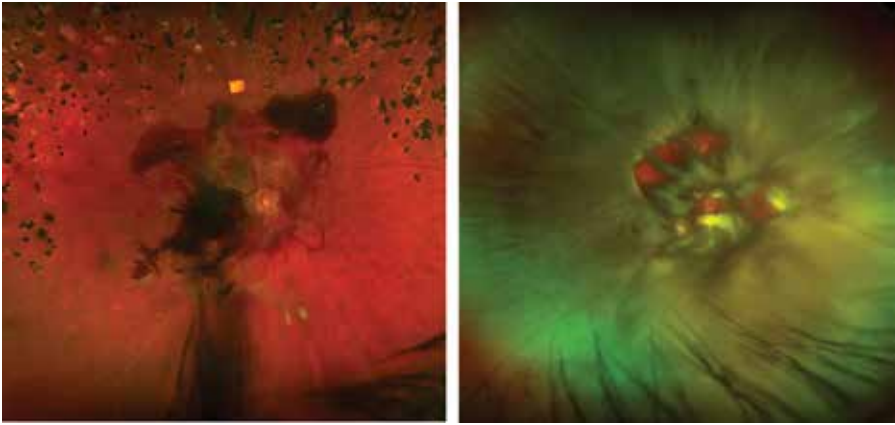


**Slika 1:** Krvavitev v steklovino s slabo preglednim očesnim ozadjem (Vir: lasten arhiv)

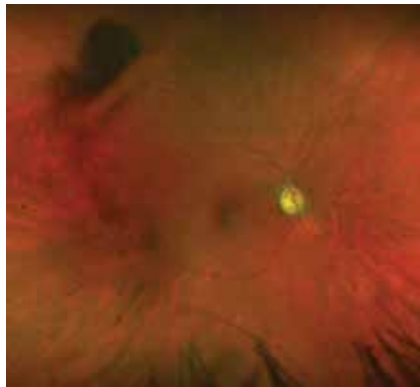
## MEHANIZMI NASTANKA HEMATOVITREUSA

Hematovitreus nastane preko treh glavnih mehanizmov: krvavitev iz patoloških žil, krvavitev iz normalnih žil ali prodor krvavitve iz sosednjih struktur (1–4).

**Krvavitev iz patoloških žil.** Patološke žile mrežnice so značilno posledica neovaskularizacije zaradi ishemije pri boleznih, kot so diabetična retinopatija (Slika 2), retinopatija srpastih celic, zapora mrežničnih ven (Slika 3), retinopatija nedonošenčkov ali očesni ishemični sindrom. Ko mrežnica nima zadostne oskrbe s kisikom, VEGF in drugi kemotaktični dejavniki inducirajo neovaskularizacijo mrežnice. Te novonastale žile histološko niso prave žile, nimajo endotelijskih tesnih stikov, kar jih predisponira za spontano krvavitev. Tudi že normalna vitreoretinalna trakcija ob gibanju očesa lahko povzroči razpok teh žil (1,2).



**Slika 2: Krvavitev v sklopu proliferativne diabetične retinopatije (Vir: lasten arhiv)**



**Slika 3: Krvavitev po zapori centralne mrežnične vene (Vir: lasten arhiv)**

Mrežnična makroanevrizma predstavlja pomemben vzrok krvavitve v steklovino in je opredeljena kot pridobljena dilatacija arteriole mrežnice (Slika 4). Krvavitev se lahko razširi v steklovino, pod notranjo mejno membrano (*angl.* internal limiting membrane, ILM) ali v subretinalni prostor, pogosto pa v več prostorov hkrati (3,4).



**Slika 4: Mrežnična makroanevrizma zgornje temporalne veje centralne retinalne arterije (Vir: lasten arhiv)**

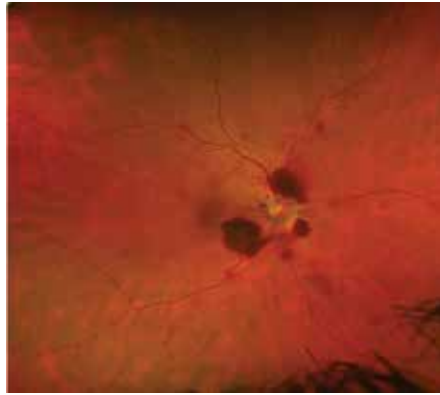


**Slika 5: Regmatogeni odstop mrežnice (Vir: lasten arhiv)**

**Krvavitev iz normalnih žil.** Normalne žile lahko rupturirajo, ko zadostna mehanska sila preseže strukturno integriteto žile. Med posteriornim odstopom steklovine vitreoretinalna trakcija lahko ogrozi krvno žilo, zlasti na mestih močnejših stikov steklovine in mrežnice. To se lahko zgodi z raztrganino, brez raztrganine ali odstopom mrežnice (Slika 5). Tveganje za pojav raztrganine v kontekstu akutnega posteriornega odstopa steklovine s pridruženim hematovitreusom je med 61,5 in 67 %. Še posebej je tveganje za odstop mrežnice veliko pri bolnikih z lastno lečo (75 %) (1,5,10).

Poškodba očesa lahko neposredno poškoduje intaktne žile in je vodilni vzrok krvavitve v steklovino pri osebah, mlajših od 40 let (1,2).

Redek vzrok hematovitreusa je Tersonov sindrom, ki se nanaša na ekstravazacijo krvi v steklovino zaradi subarahnoidne krvavitve (Slika 6). Hematovitreus ni podaljšek subarahnoidne krvavitve, vzrok je nenaden porast intrakranialnega tlaka in posledična ruptura mrežničnih ven (1).



**Slika 6: Tersonov sindrom (Vir: lasten arhiv)**

*Prodor krvi iz sosednjih struktur.* Patologija v subretinalnem področju, npr. neovaskularizacija v sklopu starostne okvare rumene pege ali periferne hipertrofične horioretinopatije (*angl.* peripheral hypertrophic chorioretinopathy, PEHCR), se lahko razširi skozi ILM v steklovino (1–4).

Najpogostejši vzroki hematovitreusa so sicer proliferativna diabetična retinopatija (32 %), raztrganine mrežnice (30 %), proliferativna retinopatija po okluziji mrežničnih ven (11 %), posteriorni odstop steklovine brez raztrganine mrežnice (8 %), mrežnične makroanevrizme, poškodbe očesa in redkeje znotrajočesni tumorji (1,2,5).

### **SIMPTOMI, ZNAKI IN OČESNI PREGLED**

Simptomi hematovitreusa običajno vključujejo neboleče enostranske motnje (*angl.* floaters) in/ali izgubo vida. Bolniki pogosto poročajo, da je vid slabši zjutraj, saj se kri usede na zadnji pol očesa in prekrije makulo (1,2).

Bolnike je treba povprašati o preteklih očesnih operacijah, poškodbi, sladkorni bolezni, anemiji srpastih celic, levkemiji, boleznih žilja in visoki kratkovidnosti (2–4).

Pregled obsega celosten očesni pregled, ki vključuje sprednjo in zadnjo biomikroskopijo ter meritve očesnega pritiska; če je pregled ozadja zaradi krvavitve neizvedljiv, pa tudi ultrazvočno preiskavo. Pregled drugega očesa lahko pomaga pri ugotavljanju etiologije krvavitve v steklovino, na primer proliferativne diabetične retinopatije (2–5).

Kri se značilno čisti iz steklovine s hitrostjo približno 1 % na dan (1). Krvavitev v steklovinskem prostoru se hitreje čisti v očeh že predhodno po VPP ter počasneje v mlajših očeh z dobro formirano steklovino. Naravni potek krvavitve v steklovini je odvisen od osnovne etiologije, pri čemer imajo najslabšo prognozo bolniki s sladkorno boleznijo in bolniki s starostno degeneracijo rumene pege (1,5).

Spremljanje vključuje serijo pregledov, zlasti v zgodnji fazi. Pri hematovitreusu zaradi posteriornega odstopa steklovine spontana resorpcija nastopi v približno 62 % primerov. Tveganje za odstop mrežnice je največje v prvih treh tednih (povprečni čas za nastanek odstopa mrežnice je 15 dni). Moški spol, mlajša starost in prisotnost naravne očesne leče so dejavniki tveganja za odstop mrežnice (5,10).

## ZAPLETI

Hematovitreus sam po sebi sicer izjemno redko povzroča zaplete. Pogosteje so zapleti prisotni zaradi vzrokov, ki so povzročili samo krvavitev. To so npr. epimakularna membrana, katarakta in sekundarni glavkom. Zaplete se lahko tudi s ponovno krvavitvijo po že opravljenem vitreoretinalnem posegu.

*Sekundarni glavkom* se pojavi, ko eritrociti ali makrofagi, napolnjeni s hemoglobinom in ostanki eritrocitov, blokirajo trabekulum. To povzroči zmanjšano odvajanje prekatne vodice in sekundarno povišanje očesnega pritiska (1,2).

*Epiretinalna membrana* se razvije, ko celice glije in retinalnega pigmentnega epitela preidejo na površino mrežnice skozi površino notranje mejne membrane (*angl.* internal limiting membrane, ILM). Tam se transformirajo

v miofibroblastne preretinalne celice, ki tvorijo epiretinalno membrano. Pogosti razlogi za ta pojav so posteriorni odstop steklovine, boleznj žilja mrežnice (npr. diabetična retinopatija, srpastocelična anemija, okluzivna bolezen), raztrganine in odstop mrežnice ter iatrogeni razlogi (operacija sive mreže) (12).

*Katarakta* se pogosteje in bolj zgodaj pojavi pri bolnikih s sladkorno boleznijo. Tveganje se dodatno poveča z daljšim trajanjem boleznj in slabim nadzorom glikemije (13,14). Katarakta se tudi sicer pogosteje pojavi zaradi znotrajočesnega vnetja, pri bolnikih z visoko kratkovidnostjo in pri bolnikih, ki prejemanjo injekcije zaviralce VEGF (16,17).

## ZDRAVLJENJE

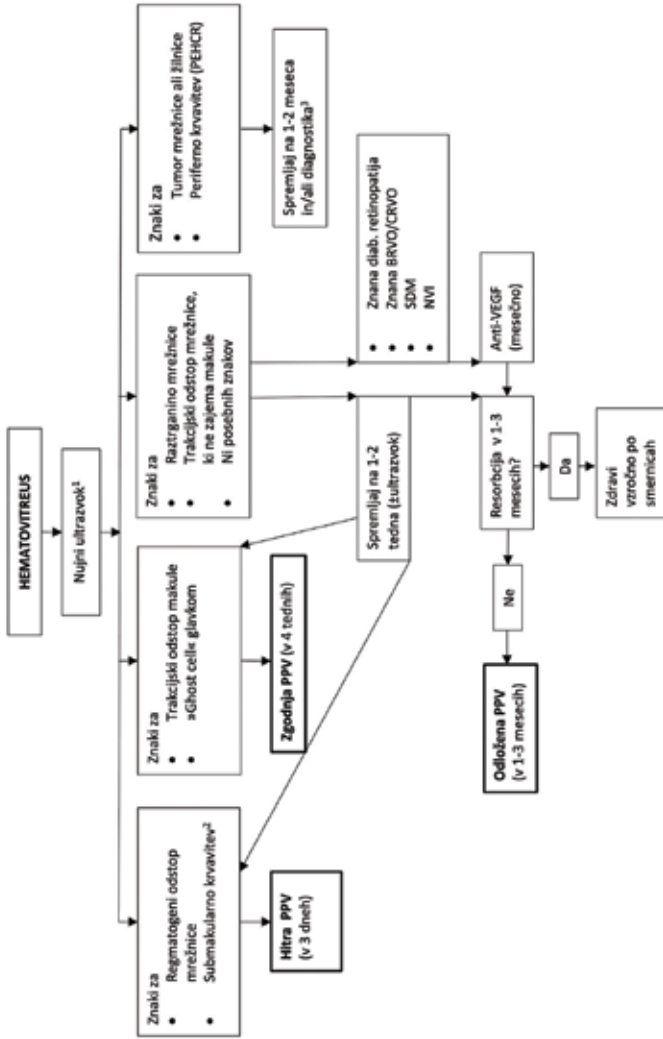
Pri nepreglednem očesnem ozadju zaradi hematovitreusa je pomembna ultrazvočna preiskava. Če ni prisotnega odstopa mrežnice, opazujemo ambulantno. Bolnika z raztrganino mrežnice brez odstopa, s trakcijskim odstopom, ki ne ogroža makule, ali v primerih, ko je ultrazvočna preiskava brez posebnosti, sledimo na 1 do 2 tedna. Po presoji ponavljamo tudi ultrazvočno preiskavo. Ob znakih zapletov, kot so odstop mrežnice, submakularna krvavitev, trakcijski odstop makule, glavkom »ghost-cell«, bolnika napotimo za operativni poseg VPP (glej algoritem). Pri bolniku z znano diabetično retinopatijo, neovaskularizacijo šarenice ali anamnezo zapore mrežničnega žilja zdravimo z zaviralci VEGF (2–10).

Pri bolnikih, pri katerih smo izključili razloge za urgentno ali zgodnjo VPP, lahko omejitev aktivnosti in dvig vzglavja med spanjem omogočita, da se kri usede in omogoči pregled zgornjih delov mrežnice. Tam se raztrganine mrežnice pojavljajo najpogosteje (15). Ko je mrežnica pregledna, čim prej zdravimo osnovno etiologijo. Raztrganine mrežnice zapečatimo z lasersko fotokoagulacijo. Če je vzrok neovaskularizacija zaradi proliferativne retinopatije, izvedemo lasersko panretinalno fotokoagulacijo, da povzroči regresijo neovaskularizacije. Intravitrealna aplikacija zaviralcev VEGF inducira regresijo neovaskularizacije, dokler laserska fotokoagulacija ni izvedljiva (2,4,6,7).

**Vitrektomija pars plana.** Indicirana je čim prej pri odstopu mrežnice in submakularni krvavitvi (hitra vitrektomija). Pri trakcijskem odstopu, ki ogroža ali vključuje makulo ter glavkom »ghost-cell«, opravimo VPP čim prej, najkasneje v štirih tednih (zgodnja VPP). VPP opravimo tudi za nerazrešujoč se hematovitreus v 1 do 3 mesecih (odložena vitrektomija) (6, 7, 9).

**Zdravljenje z zaviralci VEGF.** Injekcije z zaviralci VEGF (aflibercept, ranibizumab, bevacizumab) so indicirane predvsem pri hematovitreusu pri proliferativni diabetični retinopatiji. Zdravljenje začnemo pri bolnikih z znano sladkorno boleznijo, zgodovino zapore mrežnične žile, neovaskularizacijo šarenice in znano starostno okvaro rumene pege. Bolniki prejemaajo injekcije mesečno vsaj dvakrat, preden jih napotimo na vitreoretinalni poseg. To seveda velja ob predpostavki, da bolnik ne izpolnjuje pogojev za hitro ali zgodnjo vitrektomijo. Približno dve tretjini očeš z diabetično retinopatijo, zdravljenih z afliberceptom, se izogne vitrektomiji (6–8).

## Obravnavna bolnika z nepreglednim očesnim ozadjem zaradi krvavitve v steklovinu



<sup>1</sup> Pri bolnikih s PDR ali predhodno PRLFK v 1-2 tednih.

<sup>2</sup> HV s submakularno krvavitvijo, ki traja manj kot 2-4 tedne nujna PPV; po 4 tednih zdravljenje z anti-VEGF in odložena PPV.

<sup>3</sup> Spremembe sumljive za tumor potrebujejo diagnostiko. Če je PEHCR bolj verjeten spremljaj na 1-3 months in če ni običajna napoti na odloženo PPV.

## ZAKLJUČEK

Hematovitreus je klinično pomembno stanje z raznoliko etiologijo, ki zahteva hitro in sistematično obravnavo. Ključno vlogo pri diagnostiki in nadaljnjem vodenju bolnikov ima ultrazvočna B-sken preiskava, zlasti ob nepreglednem očesnem ozadju. Čeprav je pri izbranih bolnikih možno konservativno zdravljenje, vse več dokazov podpira zgodnjo VPP pri ustreznih indikacijah, saj odlašanje s posegom poveča tveganje za zaplete in slabši vidni izid. Predlagani algoritem omogoča strukturiran pristop k odločanju o časovnem okviru zdravljenja in lahko prispeva k boljši in varnejši obravnavi bolnikov s krvavitvijo v steklovino.

## LITERATURA

- 1 Spraul CW, Grossniklaus HE. Vitreous hemorrhage. *Surv Ophthalmol.* 1997;42(1):3–39.
- 2 Shaikh N, Srishti R, Khanum A, et al. Vitreous hemorrhage: causes, diagnosis, and management. *Indian J Ophthalmol.* 2023;71(6):2301–2310.
- 3 Van Overdam KA, Bettink-Remeijer MW, Klaver CC, Mulder PG, van Meurs JC. Causes and prognosis of spontaneous vitreous hemorrhage. *Am J Ophthalmol.* 2001;131(5):593–9.
- 4 Manuchehri K, Kirkby G. Vitreous haemorrhage in elderly patients: management and prevention. *Drugs Aging.* 2003;20(9):655–661.
- 5 Hasbolat H, Christensen UC, Lund-Andersen C. Vitreous hemorrhage due to posterior vitreous detachment: incidence of retinal detachment and spontaneous clearance during observation. *Ophthalmology.* 2025;132(2):234–242.
- 6 Antoszyk AN, Glassman AR, Beaulieu WT, et al. Effect of intravitreal aflibercept vs vitrectomy with panretinal photocoagulation on visual acuity in patients with vitreous hemorrhage from proliferative diabetic retinopathy: a randomized clinical trial. *JAMA.* 2020;324(23):2383–2395.
- 7 Glassman AR, Beaulieu WT, Maguire MG, et al. Visual acuity, vitreous hemorrhage, and other ocular outcomes after vitrectomy vs aflibercept for vitreous hemorrhage due to diabetic retinopathy: a secondary analysis of a randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmol.* 2021;139(7):725–733.
- 8 Parikh RN, Traband A, Kolomeyer AM, et al. Intravitreal bevacizumab for the treatment of vitreous hemorrhage due to proliferative diabetic retinopathy. *Am J Ophthalmol.* 2017;176:95–101.
- 9 Confalonieri F, Barone G, Ferraro V, et al. Early versus late pars plana vitrectomy in vitreous hemorrhage: a systematic review. *J Clin Med.* 2023;12(3):987.
- 10 Connors D, Shah G, Blinder K, Dang S. Early Versus Delayed Vitrectomy for Nondiabetic Vitreous Hemorrhage. *Journal of VitreoRetinal Diseases.* 2018;2(2):87-90.

- 11 Ishida Y, Iwama Y, Nakashima H, Ikeda T, Emi K. Risk Factors, Onset, and Progression of Epiretinal Membrane after 25-Gauge Pars Plana Vitrectomy for Rhegmatogenous Retinal Detachment. *Ophthalmol Retina*. 2020 Mar;4(3):284-288.
- 12 Fung AT, Galvin J, Tran T. Epiretinal membrane: A review. *Clin Exp Ophthalmol*. 2021 Apr;49(3):289-308.
- 13 Becker C, Schneider C, Aballéa S, Bailey C, Bourne R, Jick S, Meier C. Cataract in patients with diabetes mellitus-incidence rates in the UK and risk factors. *Eye (Lond)*. 2018 Jun;32(6):1028-1035.
- 14 Mrugacz M, Pony-Uram M, Bryl A, Zorena K. Current Approach to the Pathogenesis of Diabetic Cataracts. *Int J Mol Sci*. 2023 Mar 28;24(7):6317.
- 15 Shunmugam M, Shah AN, Hysi PG, Williamson TH. The pattern and distribution of retinal breaks in eyes with rhegmatogenous retinal detachment. *Am J Ophthalmol*. 2014 Jan;157(1):221-226.e1.
- 16 Cicinelli MV, Buchan JC, Nicholson M, Varadaraj V, Khanna RC. Cataracts. *Lancet*. 2023 Feb 4;401(10374):377-389.
- 17 Martinez-Guasch F, Allison K, Thompson JT; Exploring the influence of anti-VEGF injections on cataract progression and advancement: A retrospective review. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci*. 2025;66(8):1269.

## ZDRAVLJENJE ODPRTIH POŠKODB ZRKLA - NOVOSTI, TRENDI

---

*Neža Čokl Jenko*

*Očesna klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana*

### IZVLEČEK

**Namen:** Predstavitev novosti na področju zdravljenja odprtih poškodb očesa.

**Metode:** Pregled literature.

**Rezultati:** Primarna oskrba znotraj 24 ur pomembno zmanjša verjetnost endoftalmitisa. Ni jasnih dokazov, da profilaktično sistemsko antibiotično zdravljenje zmanjša verjetnost endoftalmitisa pri poškodbah brez intrabularnega tujka ali hujše kontaminacije rane. Vitrektomija pars plana v prvih 7 dneh pomembno zmanjša verjetnost odstopa mrežnice in proliferativne vitreoretinopatije in izboljša funkcionalni izid. Zaenkrat ni dokazov, da bi primarna odstranitev očesa zmanjšala verjetnost pojava simpatične oftalmije.

**Sklepi:** Odprta poškodba zrkla ostaja pomemben vzrok preprečljive enostranske slepote. Pravilno časovno planiranje primarne in sekundarne oskrbe pomembno vpliva na končni anatomski in funkcionalni izid.

**Ključne besede:** odprta poškodba zrkla, primarna oskrba, vitrektomija, endoftalmitis, simpatična oftalmija.

### UVOD

Odprta poškodba zrkla je definirana kot poškodba, pri kateri je prekinjena celotna debelina stene zrkla. Gre za urgentno stanje v oftalmologiji in je pogost vzrok preprečljive enostranske slepote, predvsem med mladimi. Med odprte poškodbe zrkla spadajo raztrganine zrkla in laceracije – penetrantna, perforativna in poškodba z intrabulbarnim tujkom (*lat. corpus*

alienum intrabulbare, CAIB). Najpogostejše so penetrantne poškodbe in poškodbe s CAIB (1).

## **KIRURŠKA OSKRBA ODPRTIH POŠKODB ZRKLA**

Zdravljenje odprtih poškodb zrkla je kirurško, cilj je ponovna vzpostavitev integritete stene zrkla, ohranitev vida in optimizacija zunanega izgleda. Planiranje časa kirurške oskrbe je ključno pri zmanjševanju tveganja za pojav hudih, vid ogrožujočih zapletov, kot sta endoftalmitis in proliferativna vitreoretinopatija (*angl.* proliferative vitreoretinopathy, PVR).

### **Primarna oskrba**

#### *Uvod*

Primarno zašitje rane je ključno za ponovno vzpostavitev integritete stene zrkla in s tem preprečitev nadaljnega vdora mikrobov iz rane, očesne površine in okolice. Endoftalmitis je eden glavnih in potencialno vid ogrožajočih zapletov odprte poškodbe zrkla. Gre za hudo infekcijsko znotrajočesno vnetje, ki se pri odprti poškodbi zrkla glede na starejše objavljene študije pojavlja v do 16,5 % (2), glede na novejšo metaanalizo iz leta 2023 pa v do 5 % (3). Večja verjetnost endoftalmitisa je povezana s poškodbami s CAIB, poškodbami, nastalimi v ruralnem okolju, s predmeti, na katerih se zadržuje organski material, pri poškodbah s prekinjeno lečno ovojnico in pri poškodbah z zakasnjeno primarno oskrbo (4).

#### *Časovno planiranje primarne oskrbe*

Od nekdaj je veljalo, da je treba rano zrkla primarno oskrbeti čim prej. Rezultati pregledne študije iz leta 2025 (1), ki je vključila 15 prospektivnih in retrospektivnih študij s skupno čez 8000 pregledovanimi očmi, so potrdili, da je verjetnost endoftalmitisa pri oskrbah, opravljenih znotraj 24 ur po poškodbi, pomembno manjša kot pri tistih, pri katerih je oskrba opravljena več kot 24 ur po poškodbi (OR = 0,3). Ob tem niso ugotavljali statistično pomembne razlike za izhod za vid med obema skupinama.

### *Profilaktično antibiotično zdravljenje*

Sistemske antibiotike so široko uporabljali v profilaksi endoftalmitisa pri odprtih poškodbah zrkla, čeprav ni jasnih dokazov o učinkovitosti uporabe. Največkrat se uporablja ciprofloksacin (fluorokinolon 2. generacije) ali moksifloksacin (fluorokinolon 4. generacije), ki naj bi že z enim sistemskim odmerkom v steklovini dosegla 90 % inhibitorno koncentracijo proti povzročiteljem, ki so značilni za endoftalmitis (5,6). Vankomicin (glikopeptid) in ceftazidim (cefalosporin 3. generacije) slabše prehajata v steklovino (7,8), zato je aplikacija pogosteje intravitrealna. Glede na rezultate metaanalize iz leta 2023 (3), ki je analizirala tri večje študije, ni statistično pomembne razlike v incidenci endoftalmitisa po poškodbi pri tistih, ki so prejeli profilaktični sistemski antibiotik, in tistih, ki ga niso. Prav tako ni jasnih dokazov, ali je sistemska profilaksa inferiorna glede na intravitrealno. Izvzeta so bila sicer zrkla s poškodbo s CAIB in zrkla, pri katerih je bila poškodba povzročena z organskim materialom, pri teh je smiselna aplikacija antibiotikov intravitrealno.

## **Sekundarna oskrba**

### *Uvod*

Glavni vzrok neuspešnega zdravljenja odprte poškodbe zrkla je brazgotinjenje, tako nastanek makule roženice kot proliferativne vitreoretinopatije (PVR). Vitrektomijo pars plana (VPP) opravimo pri poškodbah s CAIB, odstopu mrežnice ali povečani verjetnosti nastanka PVR.

### *Časovno planiranje vitrektomije*

Znano je, da zgodnja VPP (opravljena v prvih dneh po poškodbi) zmanjša verjetnost endoftalmitisa, vnetja, odstopa mrežnice in nastanka PVR (9–2), vendar je lahko tehnično zahtevna zaradi slabe preglednosti ob edemu roženice, slabšega tesnjenja primarne rane in povečane verjetnosti krvavitve. Prednosti odložene VPP (do 14 dni) so boljša preglednost in stabilnost med operacijo ter velika verjetnost spontanega posteriornega odstopa steklovine, kar povečuje varnost operacije, hkrati pa se ob tem poveča verjetnost odstopa mrežnice in napredovale PVR (13–17). Metaanaliza iz leta 2024, ki je vključila enajst študij, je pokazala, da je

bilo pri očeh, ki so imela VPP po enem tednu (8. do 14. dan), statistično pomembno manj nalegih mrežnic, več PVR, več operacij in slabše končne vidne ostrine kot pri tistih, ki so imela VPP znotraj prvega tedna (1. do 7. dan) (18). Kljub temu še vedno ni jasnega soglasja glede optimalnega časovnega planiranja VPP; presečna raziskava odkriva, da 21,2 % vprašanih strokovnjakov ocenjuje kot optimalen čas za VPP znotraj prvih 4 dni, 18,2 % 4. do 7. dan, 45,5 % pa po 7. dnevu. Zato je potrebna širša sistematična ocena optimalnega časovnega okna, kar obravnava trenutno potekajoča študija (20). V njej so se avtorji odločili za delitev na zgodnjo VPP (v prvih 4 dneh), odloženo VPP (4. do 7. dan) in pozno VPP (po 7. dnevu). Primerjali bodo končno vidno ostrino, deleže endoftalmitisa, PVR in evisceriranih oziroma enukleiranih oči.

K zmanjšanju PVR bi lahko pripomoglo tudi dodatno zdravljenje teh oči z intravitrealno aplikacijo metotreksata; študije za določitev optimalnega režima aplikacije še potekajo (21–23).

### *Simpatična oftalmija*

Simpatična oftalmija (SO) je redko, resno, granulomatozno vnetje obeh oči (bilateralni uveitis), ki lahko nastane po odprti poškodbi zrkla, pri čemer poškodovano oko sproži avtoimunski odziv proti drugemu, zdravemu očesu (simpatizirajoče oko). Gre za nujno oftalmološko stanje, ki brez agresivnega zdravljenja s kortikosteroidi ali imunosupresivi vodi v slepoto. Pri hudih poškodbah s slabim vidnim potencialom se zato pojavlja vprašanje o smiselnosti primarne evisceracije oziroma enukleacije za preprečitev simpatične oftalmije. Nedavna metaanaliza, ki je vključila več kot 7500 očes z odprto poškodbo zrkla, je ocenila incidenco SO na 0,12 % (24). Avtorji ugotavljajo, da glede na dostopne podatke ni dokazov, da bi primarna evisceracija/enukleacija zmanjšala tveganje za sekundarno simpatično oftalmijo.

## ZAKLJUČEK

Odprta poškodba zrkla je pomemben vzrok preprečljive enostranske slepote. Primarna kirurška oskrba mora biti opravljena čim prej, operacija znotraj 24 ur po poškodbi pomembno zmanjša verjetnost endoftalmitisa. Ni jasnih dokazov, da profilaktično sistemsko antibiotično zdravljenje zmanjša verjetnost endoftalmitisa pri poškodbah brez CAIB ali z organskim materialom kontaminirane rane, je pa vseeno široko razširjeno. V primeru CAIB ali pri kontaminaciji z organskim materialom je smiselna intravitrealna aplikacija antibiotikov. Optimalni čas za VPP ostaja nedorečen, nakazuje pa se, da je anatomski in funkcionalni izid boljši, če je vitrektomija opravljena znotraj enega tedna. Zaenkrat ni dokazov, da bi primarna odstranitev očesa zmanjšala verjetnost pojava SO.

## LITERATURA

- 1 McMaster D, Baoty J, Bush L. Early versus Delayed Timing of Primary Repair after Open-Globe Injury, A Systematic Review and Meta-analysis. *Ophthalmol.* 2025;132(4):431–441.Š
- 2 Ahmed Y, Schimel AM, Pathengay A. Endophthalmitis following open-globe injuries. *Eye (Lond).* 2012;26:212–217.
- 3 Patterson TJ, McKinney D, Ritson J. The Use of Preoperative Prophylactic Systemic Antibiotics for the Prevention of Endophthalmitis in Open Globe Injuries, A Meta-Analysis. *Ophthalmol Retina.* 2023;7(11):972–981.
- 4 Reynolds DS, Flynn Jr HW. Endophthalmitis after penetrating ocular trauma. *Curr Opin Ophthalmol.* 1997;8:32–38.
- 5 Hariprasad SM, Shah GK, Mieler WF. Vitreous and aqueous penetration of orally administered moxifloxacin in humans. *Arch Ophthalmol.* 2006; 24:178–182.
- 6 El Baba FZ, Trousdale MD, Gauderman WJ. Intravitreal penetration of oral ciprofloxacin in humans. *Ophthalmology.* 1992;99:483–486.
- 7 Meredith TA, Aguilar HE, Shaarawy A. Vancomycin levels in the vitreous cavity after intravenous administration. *Am J Ophthalmol.* 1995;119:774–778.
- 8 Aguilar HE, Meredith TA, Shaarawy A. Vitreous cavity penetration of ceftazidime after intravenous administration. *Retina.* 1995;15:154–159.
- 9 Akincioglu D, Kucukevcilioglu M, Durukan AH. Pars plana vitrectomy timing in deadly weapon-related open-globe injuries. *Eye (Lond)* 2021;35(7):2008–2015.
- 10 Chen X, Zha Y, Du S, Yang X. Timely use of conventional vitrectomy and endoscope-assisted vitrectomy for endophthalmitis following open ocular trauma: a retrospective study of 18 patients. *Medical Science Monitor* 2019;25:8628–8636.

- 11 Mittra RA, Mieler WF. Controversies in the management of open-globe injuries involving the posterior segment. *Survey of Ophthalmology* 1999;44(3):215–25.
- 12 Zhang L, Liu Y, Chen S, Wang Y. Clinical observation of the vitreous surgery for open-globe injuries in different timing after the trauma. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi* 2014;50(2):121–5.
- 13 Dalma-Weiszhausz J, Quiroz-Mercado H, Morales-Cantón V, Oliver-Fernandez K, De Anda-Turati M. Vitrectomy for ocular trauma: a question of timing? *European Journal of Ophthalmology* 1996;6(4):460–3.
- 14 de Juan E Jr, Sternberg P Jr, Michels RG. Timing of vitrectomy after penetrating ocular injuries. *Ophthalmology* 1984;91(9):1072–4.
- 15 Mansouri MR, Tabatabaei SA, Soleimani M, Kiarudi MY, Molaei S, Rouzbahani M, et al. Ocular trauma treated with pars plana vitrectomy: early outcome report. *International Journal of Ophthalmology* 2016;9(5):738–42.
- 16 Nashed A, Saikia P, Herrmann WA, Gabel VP, Helbig H, Hillenkamp J. The outcome of early surgical repair with vitrectomy and silicone oil in open-globe injuries with retinal detachment. *American Journal of Ophthalmology* 2011;151(3):522–8.
- 17 Phillips HH, Blegen Iv HJ, Anthony C, Davies BW, Wedel ML, Reed DS. Pars plana vitrectomy following traumatic ocular injury and initial globe repair: a retrospective analysis of clinical outcomes. *Military Medicine* 2021;186(Suppl 1):491–495.
- 18 Quiroz-Reyes MA, Quiroz-Gonzalez EA, Lima-Gomez V. Early versus Delayed Vitrectomy for Open Globe Injuries: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clin Ophthalmol*. 2024;18:1889–1900.
- 19 Miller SC, Flitsos MJ, Justin GA, Yonekawa Y, Chen A, Hoskin AK, et al. Global current practice patterns for the management of open globe injuries. *American Journal of Ophthalmology* 2022;234:259–273.
- 20 McMaster D et Al. Early versus delayed timing of vitrectomy after open-globe injury. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2024, Issue 11. Art. No.: CD016086.
- 21 Aldeyra Therapeutics, Inc. The GUARD Trial – Part 1: A phase 3 clinical trial of repeated intravitreal injections of ADX-2191 versus standard-of-care for prevention of proliferative vitreoretinopathy. *Clinicaltrials.gov identifier: NCT04136366*. 31. maj 2023.
- 22 Khah ZR. Repeated intra-silicone oil injection of methotrexate for management of proliferative vitreoretinopathy grade C; a multi-center study. *Clinicaltrials.gov identifier: NCT04482543*. 18. julij 2020.
- 23 Jamil AZ. Comparison of peroperative methotrexate infusion with postoperative intra silicone oil methotrexate injections for prevention of proliferative vitreoretinopathy development after vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment repair. *Clinicaltrials.gov identifier: NCT06289205*. 1. marec 2024.
- 24 Patterson TJ, Kedziarski A, McKinney D. The Risk of Sympathetic Ophthalmia Associated with Open-Globe Injury Management Strategies, A Meta-analysis. *Ophthalmol*. 2024;131(5):557–567.

## VITREKTOMIJA IN TUMORJI

---

*Alenka Lavrič Groznik*

*Očesna klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana*

### IZVLEČEK

Vitreoretinalna kirurgija je nepogrešljiva pri celostni multidisciplinarni obravnavi bolnikov z znotrajočesnimi tumorji in pri kateri sodelujejo očesni onkologi, radioterapevti, internistični onkologi in patologi. Omogoča diagnostiko bolezni in zdravljenje vitreoretinalnih zapletov po laserski terapiji ali radioterapiji tumorjev mrežnice in žilnice z namenom ohranjanja vidne ostrine. V prispevku bomo predstavili najpogostejše indikacije za vitreoretinalni poseg v očesni onkologiji.

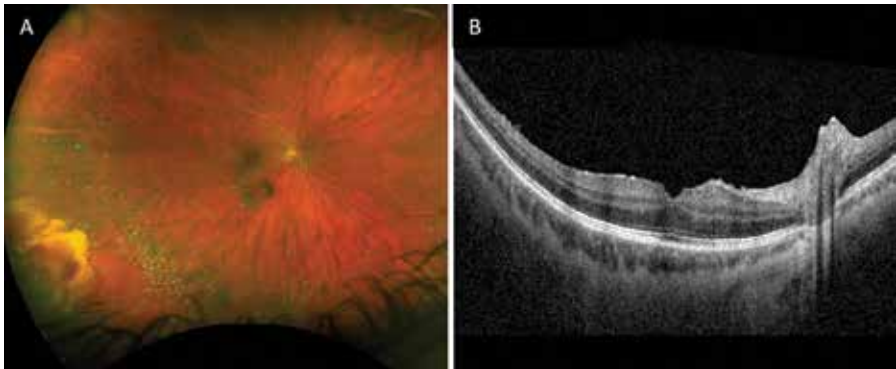
**Ključne besede:** tumorji mrežnice, tumorji žilnice, melanom uvee, brahiradioterapija, vitrektomija.

### UVOD

Pri tumorjih retinalnega pigmentnega epitela (RPE), mrežnice in žilnice se lahko med potekom bolezni pojavijo vitreoretinalni zapleti, ki potrebujejo kirurško zdravljenje. Še pogosteje se vitreoretinalni zapleti pojavijo po zdravljenju samega tumorja z laserjem, fotodinamično terapijo (PDT), transpupilarno termoterapijo (TTT) ali po obsevanju tumorja s protoni ali brahiradioterapijo (rutenij-106 ali jod-125). Najpogostejši zapleti so krvavitev v steklovino, epiretinalna membrana, nastanek makularne luknje, odstop mrežnice, postradiacijska retinopatija in nevropatija ter nastanek sindroma toksičnega tumorja. Poleg zdravljenja zapletov ima vitreoretinalna kirurgija pomembno vlogo pri diagnostičnih in prognostičnih biopsijah ter endoresekcijah določenih tumorjev.

## EPIRETINALNA MEMBRANA

Epiretinalna membrana izvaja vlek mrežnice in vodi v strukturne in funkcionalne spremembe mrežnice. Pogosto se pojavi pri retinalnih tumorjih, kot so vazoproliferativni tumorji, ki jih imenujemo tudi fokalna nodularna glijoza mrežnice (FNG), ter pri kombiniranem hamartomu retine in RPE (1). Fokalna nodularna glijoza mrežnice je sestavljena iz vaskularne komponente in reaktivnih astrocitov. Epiretinalna epiretinalna s steklovinsko-makularnegim vlekcom ali brez njega se pojavi pri 40 % bolnikov in je poleg hematovitreusa glavna indikacija za vitrektomijo pri bolnikih s fokalno nodularno glijozo mrežnice. Med vitreoretinalnim posegom se jo lahko kombinira z lasersko fotokoagulacijo ali krioterapijo tumorja (2). Slika 1 prikazuje bolnika s fokalno nodularno glijozo mrežnice.



**Slika 1: Bolnik s fokalno nodularno glijozo mrežnice v temporalnem spodnjem delu zrkla. Viden je nepigmentiran tumor z okolno eksudacijo mrežnice (slika A); začetna epiretinalna membrana v desni makuli (slika B). (Vir: lasten arhiv)**

Epiretinalna membrana je poleg hematovitreusa ena izmen najpogostejših indikacij za vitrektomijo pri bolnikih z uvealnim melanomom, zdravljenih z radioterapijo (3).

## KRVAVITEV V STEKLOVINO

Krvavitev v steklovino (hematovitreus) je lahko prvi znak znotrajočesnega tumorja, čeprav ne pogosto. Opisana je bila pri fokalni nodularni gliози mrežnice (4,5), astrocitnih hamartomih mrežnice (6) in hemangiomih mrežnice (7). Pri bolnikih s fokalno nodularno gliozo mrežnice se lahko hematovitreus pojavi pri 20 % bolnikov (8,9).

Kot prvi simptom melanoma žilnice se pojavi pri 3–10 % bolnikov predvsem pri večjih melanomih, ko tumor predre Bruhovo membrano (10,11). V primeru goste krvavitve, ko očesno ozadje ni pregledno, je treba diagnozo uvealnega melanoma poleg ultrazvoka (UZ) potrditi tudi z magnetno resonanco (12). V primeru nezdravljenjega melanoma uvee se vitrektomija pars plana (VPP) ne priporoča, saj je možen razsoj bolezni (13). Hematovitreus nastane pogosteje po radioterapiji melanoma kot posledica postradiacijske retinopatije, posteriornega odstopa steklovine, zapore mrežničnih žil ali nekroze melanoma uvee. Pojavi se pri 15 % obsevanih bolnikov v petih letih po zdravljenju (14). V primeru proliferativne postradiacijske retinopatije se vitrektomija kombinira za lasersko terapijo ishemične mrežnice. Dokazano je, da je VPP zaradi hematovitreusa pri zdravljenem melanomu uvee varna (15). Vedno pa je treba pred operacijo potrditi z UZ, da hematovitreus ni posledica ponovne rasti melanoma žilnice.

Hematovitreus se lahko pojavi v 2–6 % bolnikov po prognostični ali diagnostični biopsiji tumorja žilnice (15,16).

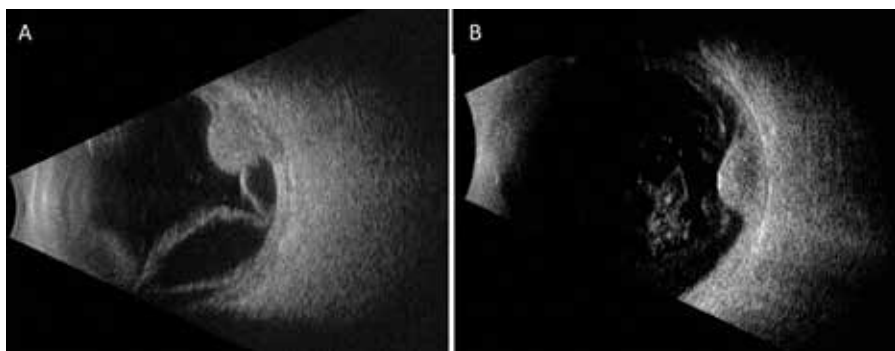
## ODSTOP MREŽNICE

Pri znotrajočesnih tumorjih je lahko odstop mrežnice eksudativen, trakcijski ali regmetogen. Pojavi se lahko pred zdravljenjem tumorja, po zdravljenju ali kot zaplet biopsije tumorja. Pomembno je, da vrste odstopov med seboj ločimo, saj to vpliva na odločitev glede zdravljenja.

### **Eksudativni odstop mrežnice**

Subretinalna tekočina se zelo pogosto pojavlja pri fokalni nodularni gliози mrežnice (17,18). V primeru večjega pridruženega eksudativnega odstopa mrežnice se svetuje radioterapija tumorja, majše tumorje pa lahko opazujemo ali jih zdravimo z lasersko fotokoagulacijo, PDT ali krioterapijo (19–22). Podobno kot pri fokalni nodularni gliози mrežnice se lahko obsežna eksudacija mrežnice z odstopom pojavi pri retinalnih hemangiomih v sklopu Hippel-Lindauovega sindroma (VHL). Serozo ali eksudativni odstop mrežnice najdemo tudi pri hemangiomih žilnice, ki jih uspešno zdravimo s PDT, in metastazah žilnice, pri katerih je opisana kar v 72 % (23,24).

Prisotnost subretinalne tekočine je eden od dejavnikov tveganja za rast melanocitnih tumorjev. Študije so pokazale, da ima 70–75 % bolnikov z uvealnim melanomom pridruženo subretinalno tekočino, ki je obsežnejša pri večjih tumorjih (25,26). V večini primerov subretinalna tekočina izzveni po zdravljenju melanoma uvee. Če je seroza ob tumorju prisotna še eno leto po zdravljenju, moramo pomisliti na neuspeh terapije, še posebej kadar ni vidnega regresa tumorja (27). Običajno se po zdravljenju uvealnih melanomov eksudativni odstop spontano resorbira, opisani pa so primeri uspešne endodrenaže tekočine z vitrektomijo, kar zmanjša tveganje za nastanek postradiacijske retinopatije (28). Slika 2 prikazuje obsežen serozni odstop mrežnice pri bolniku z melanomom žilnice.



**Slika 2:** Obsežen serozni odstop mrežnice pri bolniku z melanomom žilnice (slika A). Po brahiradioterapiji melanoma se je serozni odstop mrežnice zmanjšal (slika B). (Vir: lasten arhiv)

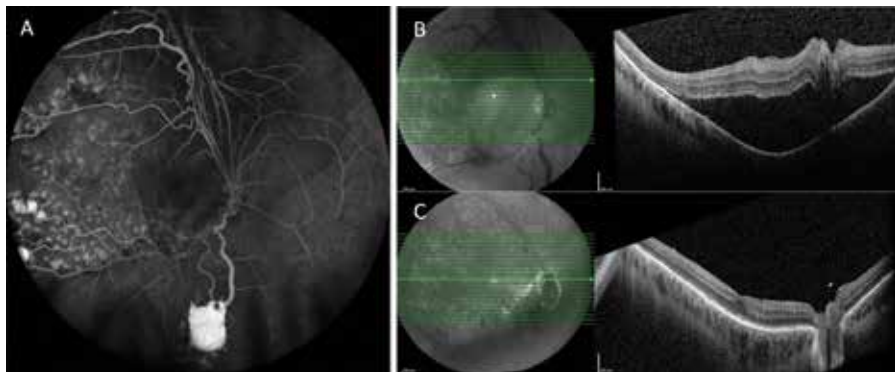
### Trakcijski odstop mrežnice

Trakcijski odstop mrežnice nastane običajno po radioterapiji tumorjev. Postradiacijska retinopatija se pojavi v enem do treh letih po obsevanju tumorja in lahko v napredovanih fazah vodi v ishemijo mrežnice z neovaskularizacijo in v trakcijski odstop mrežnice (29). Trakcijski odstop mrežnice brez regmatogenega odstopa ali v kombinaciji z regmatogenim odstopom je treba operirati. Pogosto pa je končna vidna ostrina slabša, saj so prisotne poškodbe mrežnice zaradi obsevanja. Incidenca trakcijskega odstopa mrežnice po brahiradioterapiji melanoma žilnice je okoli 1,5 % (30).

Trakcija mrežnice, retinoshiza in v napredovalem stadiju bolezni trakcijski odstop mrežnice so značilni za kombinirani hamatom mrežnice in RPE (31). Vitrektomija je indicirana pri simptomatskih in posteriorno ležečih lezijah in vodi v izboljšanje vida (32).

Mrežnični hemangiomi, ki se pogosto pojavljajo v sklopu Hippel-Lindauovega sindroma, lahko povzročajo trakcijske odstopne mrežnice zaradi vleka epiretinalne membrane ali fibroznega tkiva. Pri njih so možni tudi regmatogeni ali eksudativni odstopi mrežnice. V literaturi so opisani dobri anatomske in funkcionalni rezultati po vitrektomiji in resekciji retinalnega

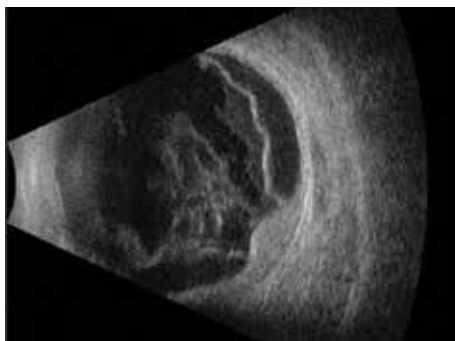
hemangioma (33–36). Bolnik s traksijskim dvigom mrežnice in številnimi mrežničnimi hemangiomi je predstavljen na sliki 3.



**Slika 3. Bolnik z retinalnimi hemangiomi in trakcijo mrežnice v sklopu Hippel-Lindauovega sindroma (slika A). Viden je odstop mrežnice v zgornjem delu makule (slika B). Stanje desne makule po vitrektomiji (slika C). (Vir: lasten arhiv)**

### Regmatogeni odstop mrežnice

Regmatogeni odstop mrežnice nastane redko po biopsiji tumorja ali pri perforaciji zrkla med vstavitvijo rutenijeve ploščice, pogosteje pa po obsevanju tumorja (37–39). Je možen zaplet adjuvantnega zdravljenja tumorja s TTT (40). Če je bil melanom žilnice že obsevan, je VPP varna, drugače pa se svetuje zdravljenje odstopa mrežnice s pnevmatsko retinopeksijo ali skleralno plombo. Pomembno je, da v primeru zdravljenja s skleralno plombo skleralni šivi ne segajo neposredno v področje tumorja. Brahiradioterapija lahko povzroči brazgotinjenje veznice in mišic, zato je vitrektomija pri obsevanih tumorjih varnejša od operacije s skleralno plombo. Slika 4 prikazuje regmatogeni odstop mrežnice, ki je nastal po dodatni TTT terapiji melanoma žilnice. Bolnik je bil zdravljjen z VPP in silikonsko tamponado.



**Slika 4: Regmatogeni odstop mrežnice pri bolniku z obsevanim melanomom žilnice, ki je nastal po dodatni TTT terapiji (Vir: lasten arhiv)**

### **Sindrom toksičnega tumorja**

Sindrom toksičnega tumorja nastane zaradi nekrotičnega tumorja po obsevanju s protoni ali brahiradioterapijo in povzroči eksudativni odstop mrežnice in neovaskularni glavkom, ki je eden glavnih vzrokov za sekundarno enukleacijo zrkla (41). Pojavi se pri velikih tumorjih žilnice, pri katerih so potrebne večje obsevalne doze (42). Študije so pokazale, da endoresekcija nekrotičnega tumorja po obsevanju zniža tveganje za nastanek neovaskularnega glavkoma (43). Ugotovili so tudi, da imajo bolniki s silikonsko tamponado boljšo vidno ostrino po obsevanju tumorja kot bolniki brez silikonske tamponade. Predvidevajo, da silikonsko olje štiti očesne strukture med obsevanjem tumorja (44).

Endoresekcijo velikega tumorja lahko opravimo preventivno v treh mesecih po obsevanju ali sekundarno v primeru pojava sindroma toksičnega tumorja (45). Operativna tehnika vključuje VPP, endoresekcijo tumorja in silikonsko tamponado in jo napogosteje uporabljamo pri zdravljenih melanomih uvee, opisana pa je tudi pri hemangiomih mrežnice in astroцитomih mrežnice (46). Kirurška tehnika je zahtevna. Možni so lokalni in sistemski zapleti, zato je za izvedbo posega potreben izkušen kirurški in anesteziološki tim (47,48).

### **Biopsija znotrajočesnih tumorjev**

Za biopsijo tumorja se odločimo, kadar z drugimi diagnostičnimi metodami ne moremo potrditi diagnoze ali zaradi prognostične ocene tveganja za pojav oddaljenih zasevkov pri bolniku z uvealnim melanomom. Odvzeti je treba dovolj vzorca za oceno citologije tumorja, histopatologijo in/ali molekularnogenetske preiskave. Tehnika biopsije, ki jo kirurg uporabi, je odvisna od lokacije tumorja (šarenica, ciliarnik, mrežnica, žilnica, steklovina ali subretinalni prostor) in velikosti tumorja, pridruženega odstopa mrežnice ali motnih optičnih medijev. Najpogostejše tehnike za biopsijo lezij irisa vključujejo aspiracijsko biopsijo tumorja s tanko iglo, incizijsko ali ekscizijsko biopsijo. Za biopsijo lezij ciliarnika uporabljamo aspiracijsko biopsijo tumorja s tanko iglo ali vitrektomijo pars plana z aspiracijsko biopsijo tumorja s tanko iglo ali vitrektomom, redkeje transskleralno incizijsko biopsijo. Po biopsiji se lahko pojavita krvavitev in povišan očesni pritisk (49,50). Za biopsijo tumorjev žilnice se lahko uporabljata VPP in aspiracijska biopsija tumorja s tanko iglo ali aspiracijska biopsija z vitrektomom. Možni zapleti so hematovitreus, redkeje raztrganina mrežnice, odstop mrežnice, endoftalmitis in nastanek katarakte (51,52). Študije so pokazale, da je biopsija melanoma varna in ne poviša tveganja za metastatsko bolezen, čeprav so opisani posamezni primeri razsoja melanoma in ekstraskleralnega širjenja po biopsiji tumorja (53,54).

### **ZAKLJUČEK**

Vitreoretinalna kirurgija ima pomembno vlogo v diagnostiki znotrajočesnih tumorjev ter zdravljenju vitreoretinalnih zapletov po laserski terapiji in radioterapiji tumorjev. Ključno je dobro sodelovanje vitreoretinalnih kirurgov z očesnimi onkologi in natančno časovno planiranje posega pri malignih tumorjih. Zaradi osnovne tumorske bolezni in stranskih učinkov obsevanja je vidna ostrina po vitreoretinalnih posegih pogosto omejena, omogoča pa vsaj delno ohranitev vida in prepreči dodatne zaplete, ki bi lahko vodile v izgubo očesa.

## LITERATURA

- 1 Arepalli S, Pellegrini M, Ferenczy S, Shields C. Combined hamartoma of the retina and retinal pigment epithelium: findings on enhanced depth imaging optical coherence tomography in eight eyes. *Retina*. 2014;34(11):2202–7. doi:10.1097/IAE.000000000000220 PubMed PMID: 25102194.
- 2 Diafas A, Derveniz N, Wassef A, Machairoudia G, DaCruz L, Sagoo MS, et al. The role of pars plana vitrectomy in managing complications related to retinal focal nodular gliosis (vasoproliferative tumours). *Eye (Lond)*. 2026;40(3):399–405. doi:10.1038/S41433-025-04179-1 PubMed PMID: 41444451.
- 3 Padley TJ, Hussain R, Eleuteri A, Chou H Da, Groenewald C, Heimann H. Vitreoretinal Surgery for Intraocular Complications Following Radiotherapy Treatment of Uveal Melanoma. *Cancers (Basel)*. 2025;18(1):95. doi:10.3390/CANCERS18010095 PubMed PMID: 41514608.
- 4 Walinjar JA, Sharma US, Rishi P, Rishi E, Gopal L, Sharma T. Clinical features and treatment outcomes of vasoproliferative tumors in Indian participants. *Indian J Ophthalmol*. 2018;66(2):246–51. doi:10.4103/IJO.IJO\_210\_17 PubMed PMID: 29380768.
- 5 Kiri H, Raval V, Ali H, Das AV, Kaliki S. Vasoproliferative retinal tumors: Clinical presentation and treatment outcome. *Eur J Ophthalmol*. 2023;33(4):1596–603. doi:10.1177/11206721221149075 PubMed PMID: 36575603.
- 6 Salazar-Quiñones L, Arcos-Villegas G, Valverde-Megías A, Flores-Moreno I, Méndez-Fernández R, Díaz-Valle D. Vitreous haemorrhage a rare manifestation of retinal astrocytic hamartoma: a paediatric case report. *Arch Soc Esp Oftalmol*. 2019;94(9):449–52. doi:10.1016/j.oftal.2019.04.012 PubMed PMID: 31202691.
- 7 Karpe A, Suganeswari G. Spontaneous vitreous hemorrhage in a case of retinal cavernous hemangioma: A rare presentation. *JAMA Ophthalmol*. 2013;131(7):897. doi:10.1001/jamaophthalmol.2013.1424 PubMed PMID: 23846203.
- 8 Shields CL, Kaliki S, Al-Dahmash S, Rojanaporn D, Shukla SY, Reilly B, et al. Retinal vasoproliferative tumors: comparative clinical features of primary vs secondary tumors in 334 cases. *JAMA Ophthalmol*. 2013;131(3):328–34. doi:10.1001/2013.JAMAOPHTHALMOL.524 PubMed PMID: 23494037.
- 9 Sánchez Ronco IM, Valverde Almohalla S, Arteaga Sánchez A, Jiménez Guerra V, Belzunce Manterola A, Benavides Yanguas R, et al. Vasoproliferative tumors of the ocular fundus. Classification and clinical manifestations in 103 patients. *Arch Ophthalmol*. 1995;113(5):153–8. doi:10.1001/ARCHOPHT.1995.01100050083035 PubMed PMID: 7748132.
- 10 Fraser DJ, Font RL. Ocular inflammation and hemorrhage as initial manifestations of uveal malignant melanoma. Incidence and prognosis. *Arch Ophthalmol*. 1979;97(7):1311–4. doi:10.1001/ARCHOPHT.1979.01020020053012 PubMed PMID: 313204.
- 11 Shields CL, Kaliki S, Furuta M, Mashayekhi A, Shields JA. Clinical spectrum and prognosis of uveal melanoma based on age at presentation in 8,033 cases. *Retina*. 2012;32(7):1363–72. doi:10.1097/IAE.0B013E31824D09A8 PubMed PMID: 22466491.
- 12 Jaarsma-Coes MG, Klaassen L, Marinkovic M, Luyten GPM, Vu THK, Ferreira TA, et al. Magnetic Resonance Imaging in the Clinical Care for Uveal Melanoma Patients-A

- Systematic Review from an Ophthalmic Perspective. Cancers (Basel). 2023;15(11):2995. doi:10.3390/CANCERS15112995 PubMed PMID: 37296958.*
- 13 Scheffler AC, Gologorsky D, Marr BP, Shields CL, Zeolite I, Abramson DH. Extraocular extension of uveal melanoma after fine-needle aspiration, vitrectomy, and open biopsy. *JAMA Ophthalmol.* 2013;131(9):1220–4. doi:10.1001/JAMAOPHTHALMOL.2013.2506 PubMed PMID: 24030334.
  - 14 Bianciotto C, Shields CL, Pirondini C, Mashayekhi A, Furuta M, Shields JA. Vitreous hemorrhage after plaque radiotherapy for uveal melanoma. *Retina.* 2012;32(6):1156–64. doi:10.1097/IAE.0B013E3182340CC1 PubMed PMID: 22366905.
  - 15 Grixti A, Angi M, Damato BE, Jmor F, Konstantinidis L, Groenewald C, et al. Vitreoretinal surgery for complications of choroidal tumor biopsy. *Ophthalmology.* 2014;121(12):2482–8. doi:10.1016/J.OPHTHA.2014.06.029 PubMed PMID: 25085629.
  - 16 Bagger MM. Intraocular biopsy of uveal melanoma Risk assessment and identification of genetic prognostic markers. *Acta Ophthalmol.* 2018;96(A112):1–28. doi:10.1111/AOS.13858 PubMed PMID: 30133961.
  - 17 Shields CL, Shields JA, Barrett J, De Potter P. Vasoproliferative tumors of the ocular fundus. Classification and clinical manifestations in 103 patients. *Archives of ophthalmology.* 1995;113:615–23. doi:10.1001/archophth.1995.01100050083035 PubMed PMID: 7748132.
  - 18 Shields CL, Kaliki S, Al-Dahmash S, Rojanaporn D, Shukla SY, Reilly B, et al. Retinal vasoproliferative tumors: comparative clinical features of primary vs secondary tumors in 334 cases. *JAMA Ophthalmol.* 2013;131:328–34. doi:10.1001/2013.jamaophthalmol.524 PubMed PMID: 23494037.
  - 19 Chan RPS, Lai TYY. Photodynamic therapy with verteporfin for vasoproliferative tumour of the retina. *Acta Ophthalmol.* 2010;88(6):711–2. doi:10.1111/j.1755-3768.2008.01447.x PubMed PMID: 21089226.
  - 20 Kiri H, Raval V, Ali H, Das AV, Kaliki S. Vasoproliferative retinal tumors: Clinical presentation and treatment outcome. *Eur J Ophthalmol.* 2023;33(4):1596–603. doi:10.1177/11206721221149075 PubMed PMID: 36575603.
  - 21 Blasi MA, Scupola A, Tiberti AC, Sasso P, Balestrazzi E. Photodynamic therapy for vasoproliferative retinal tumors. *Retina (Philadelphia, Pa.).* 2006;26(4):404–9. doi:10.1097/00006982-200604000-00004 PubMed PMID: 16603958.
  - 22 Cohen VML, Shields CL, Demirci H, Shields J a. Iodine I 125 plaque radiotherapy for vasoproliferative tumors of the retina in 30 eyes. *Archives of ophthalmology.* 2008;126(9):1245–51. doi:10.1001/archophth.126.9.1245 PubMed PMID: 18779485.
  - 23 Yang Z, Tian D, Xie Z, Cheng T, Chen Y, Zhao X. Clinical features, diagnosis, management, and prognosis of circumscribed choroidal hemangioma. *Surv Ophthalmol.* 2025;70(3):389–400. doi:10.1016/J.SURVOPHTHAL.2025.01.001 PubMed PMID: 39862992.
  - 24 Shields C, Welch R, Malik K, Acaba-Berrocal L, Selzer E, Newman J, et al. Uveal Metastasis: Clinical Features and Survival Outcome of 2214 Tumors in 1111 Patients Based on Primary Tumor Origin. *Middle East Afr J Ophthalmol.* 2018;25(2):81–90. doi:10.4103/MEAJO.MEAJO\_6\_18 PubMed PMID: 30122853.
  - 25 Kivela T, Eskelin S, Makitie T, Summanen P. Exudative retinal detachment from malignant uveal melanoma: predictors and prognostic significance. *Invest Ophthalmol Vis Sci.*

- 2001;42(9):2085–93. – PubMed [Internet]. [cited 2026 Feb 28]. Dostopno na <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11481276/>
- 26 Shields CL, Kaliki S, Furuta M, Mashayekhi A, Shields JA. Clinical spectrum and prognosis of uveal melanoma based on age at presentation in 8,033 cases. *Retina*. 2012;32(7):1363–72. doi:10.1097/IAE.0B013E31824D09A8 PubMed PMID: 22466491.
  - 27 Harbour JW, Ahmad S, El-Bash M. Rate of resolution of exudative retinal detachment after plaque radiotherapy for uveal melanoma. *Arch Ophthalmol*. 2002;120(11):1463–9. doi:10.1001/ARCHOPHT.120.11.1463 PubMed PMID: 12427058.
  - 28 Seibel I, Riechardt AI, Heufelder J, Cordini D, Jousseaume AM. Adjuvant Ab Interno Tumor Treatment After Proton Beam Irradiation. *Am J Ophthalmol*. 2017;178:94–100. doi:10.1016/j.ajo.2017.03.027 PubMed PMID: 28365241.
  - 29 Seibel I, Cordini D, Hager A, Tillner J, Riechardt AI, Heufelder J, et al. Predictive risk factors for radiation retinopathy and optic neuropathy after proton beam therapy for uveal melanoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2016;254(9):1787–92. doi:10.1007/S00417-016-3429-4 PubMed PMID: 27376824.
  - 30 Beykin G, Pe'er J, Hemo Y, Frenkel S, Chowers I. Pars plana vitrectomy to repair retinal detachment following brachytherapy for uveal melanoma. *Br J Ophthalmol*. 2013;97(12):1534–7. doi:10.1136/BJOPHTHALMOL-2013-303331 PubMed PMID: 24064939.
  - 31 Dedania VS, Ozgonul C, Zacks DN, Besirli CG. NOVEL CLASSIFICATION SYSTEM FOR COMBINED HAMARTOMA OF THE RETINA AND RETINAL PIGMENT EPITHELIUM. *Retina*. 2018;38(1):12–9. doi:10.1097/IAE.0000000000001499 PubMed PMID: 28098730.
  - 32 Ozdek S, Ucgul AY, Hartnett ME, Akdogan M, Sen P, Bhende M, et al. COMBINED HAMARTOMA OF THE RETINA AND RETINAL PIGMENT EPITHELIUM AT PEDIATRIC AGE: Surgical Versus Conservative Approach. *Retina*. 2023;43(2):338–47. doi:10.1097/IAE.0000000000003652 PubMed PMID: 36228191.
  - 33 Nicholson DH, Anderson LS, Blodi C. Rhegmatogenous retinal detachment in angiomas of the retina. *Am J Ophthalmol*. 1986;101(2):187–9. doi:10.1016/0002-9394(86)90592-1 PubMed PMID: 3946534.
  - 34 Bhende P, Kashyap H, Nadig RR. Surgical management of complicated retinal detachment in a case of retinal hemangioblastoma. *Indian J Ophthalmol*. 2022;70(8):3167. doi:10.4103/IJO.IJO\_1161\_22 PubMed PMID: 35919014.
  - 35 Avci R, Yilmaz S, Inan UU, Kaderli B, Cevik SG. VITREORETINAL SURGERY FOR PATIENTS WITH SEVERE EXUDATIVE AND PROLIFERATIVE MANIFESTATIONS OF RETINAL CAPILLARY HEMANGIOBLASTOMA BECAUSE OF VON HIPPEL-LINDAU DISEASE. *Retina*. 2017;37(4):782–8. doi:10.1097/IAE.0000000000001240 PubMed PMID: 27533771.
  - 36 Wiley HE, Krivosic V, Krivosic V, Gaudric A, Gaudric A, Gorin MB, et al. MANAGEMENT OF RETINAL HEMANGIOBLASTOMA IN VON HIPPEL-LINDAU DISEASE. *Retina*. 2019;39(12):2254–63. doi:10.1097/IAE.0000000000002572 PubMed PMID: 31259811.
  - 37 Singh AD, Medina CA, Singh N, Aronow ME, Biscotti C V, Triozzi PL. Fine-needle aspiration biopsy of uveal melanoma: Outcomes and complications. *British Journal of Ophthalmology*. 2016;100(4):456–62. doi:10.1136/bjophthalmol-2015-306921 PubMed PMID: 26231747.

- 38 Bagger M, Tebering JF, Kiilgaard JF. The ocular consequences and applicability of minimally invasive 25-gauge transvitreal retinobulbar biopsy. *Ophthalmology*. 2013;120(12):2565–72. doi:10.1016/j.ophtha.2013.07.043 PubMed PMID: 24053996.
- 39 Anguita R, Makuloluwa A, Bhalla M, Katta M, Sagoo MS, Charteris DG. Rhegmatogenous retinal detachment in choroidal melanoma: clinical features and surgical outcomes. *Eye (Lond)*. 2024;38(3):494–8. doi:10.1038/S41433-023-02709-3 PubMed PMID: 37596400.
- 40 Mashayekhi A, Shields CL, Lee SC, Marr BP, Shields JA. Retinal break and rhegmatogenous retinal detachment after transpupillary thermotherapy as primary or adjunct treatment of choroidal melanoma. *Retina*. 2008;28(2):274–81. doi:10.1097/IAE.0b013e318145abe8 PubMed PMID: 18301033.
- 41 Fabian ID, Tomkins-Netzer O, Stoker I, Arora AK, Sagoo MS, Cohen VML. Secondary Enucleations for Uveal Melanoma: A 7-Year Retrospective Analysis. *Am J Ophthalmol*. 2015;160(6):1104-1110.e1. doi:10.1016/j.ajo.2015.08.034 PubMed PMID: 26344583.
- 42 Romano MR, Catania F, Confalonieri F, Zollet P, Allegrini D, Sergenti J, et al. Vitreoretinal Surgery in the Prevention and Treatment of Toxic Tumour Syndrome in Uveal Melanoma: A Systematic Review. *Int J Mol Sci*. 2021;22(18):10066. doi:10.3390/IJMS221810066 PubMed PMID: 34576231.
- 43 Cassoux N, Cayette S, Plancher C, Lumbroso-Le Rouic L, Levy-Gabriel C, Asselain B, et al. Choroidal melanoma: does endoresection prevent neovascular glaucoma in patient treated with proton beam irradiation? *Retina*. 2013;33(7):1441–7. doi:10.1097/IAE.0B013E31827F65C8 PubMed PMID: 23514798.
- 44 McCannel TA, McCannel CA. Iodine 125 brachytherapy with vitrectomy and silicone oil in the treatment of uveal melanoma: 1-to-1 matched case-control series. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2014;89(2):347–52. doi:10.1016/j.ijrobp.2014.02.021 PubMed PMID: 24721588.
- 45 Garcia-Arumi J, Leila M, Zapata MA, Velázquez D, Dinares-Fernandez MC, Tresserra F, et al. Endoresection technique with/without brachytherapy for management of high posterior choroidal melanoma: extended follow-up results. *Retina*. 2015;35(4):628–37. doi:10.1097/IAE.0000000000000379 PubMed PMID: 25462434.
- 46 Reichstein D, Karan K. Endoresection utilizing pars plana vitrectomy for benign and malignant intraocular tumors. *Curr Opin Ophthalmol*. 2019;30(3):151–8. doi:10.1097/ICU.0000000000000561 PubMed PMID: 30883440.
- 47 Ruschen H, Romano MR, Ferrara M, Loh GK, Wickham L, Damato BE, et al. Perfluorocarbon syndrome—a possible, overlooked source of fatal gas embolism following uveal-melanoma endoresection. *Eye (Lond)*. 2022;36(12):2348–9. doi:10.1038/S41433-022-02021-6 PubMed PMID: 35352011.
- 48 Fiorentzis M, Bechrakis NE. Vortex vein cauterization and truncation to avoid perfluorocarbon syndrome during endoresection of uveal melanomas: a retrospective study. *Eye (Basingstoke)*. 2023;37(1):189–90. doi:10.1038/s41433-022-02119-x PubMed PMID: 35637346.
- 49 Shields JA, Shields CL, Ehya H, Eagle RC, Potter P De. Fine-needle aspiration biopsy of suspected intraocular tumors. The 1992 Urwick Lecture. *Ophthalmology*. 1993;100(11):1677–84. doi:10.1016/S0161-6420(93)31418-1 PubMed PMID: 8233394.

- 50 Milman T, Petousis V, McCormick SA, Finger PT. Anterior segment tumor aspiration cutter-assisted biopsy: experience with pathology. *Am J Ophthalmol.* 2011;152(5):776–83. doi:10.1016/j.ajo.2011.04.031 PubMed PMID: 21794848.
- 51 Eide N, Walaas L. Fine-needle aspiration biopsy and other biopsies in suspected intraocular malignant disease: a review. *Acta Ophthalmol.* 2009;87(6):588–601. doi:10.1111/j.1755-3768.2009.01637.x PubMed PMID: 19719804.
- 52 Rishi P, Dhami A, Biswas J. Biopsy techniques for intraocular tumors. *Indian J Ophthalmol.* 2016;64(6):415–21. doi:10.4103/0301-4738.187652 PubMed PMID: 27488148.
- 53 Bagger M, Smidt-Nielsen I, Andersen MK, Jensen PK, Heegaard S, Andersen KK, et al. Long-Term Metastatic Risk after Biopsy of Posterior Uveal Melanoma. *Ophthalmology.* 2018;125(12):1969–76. doi:10.1016/j.ophtha.2018.03.047 PubMed PMID: 29705056.
- 54 Chou H Da, Anguita R, Thaung C, Alharby L, Negretti GS, Da Cruz L, et al. Dissemination of Uveal Melanoma After Diagnostic Biopsy With 23-Gauge Vitrector. *Retina.* 2025;45(9):1817–21. doi:10.1097/IAE.0000000000004573 PubMed PMID: 40668668.

## CITOPATOLOGIJA IN DRUGE PREISKAVE BIOPTIČNEGA MATERIALA TUMORJEV

---

*Veronika Kloboves Prevodnik*

*Oddelek za citopatologijo, Onkološki inštitut Ljubljana*

### IZVLEČEK

Citopatološka preiskava steklovine in vzorcev tumorjev, ki jih pridobimo s silikonsko aspiracijsko biopsijo s tanko iglo (s-ABTI), je standardna preiskava pri sumu na znotrajočesni limfom. Histološka preiskava tkivnih vzorcev se uporablja le za primere, ko s citopatološko preiskavo procesa ni možno opredeliti.

### UVOD

Znotrajočesni limfomi so lahko primarni ali sekundarni. Primarni limfomi vzniknejo v očesu, sekundarni limfomi pa vzniknejo izven centralnega živčnega sistema in zasevajo v oko, zato jih imenujemo tudi sekundarni metastatski limfomi (1,2).

Najpogostejši primarni znotrajočesni limfom je difuzni velikocelični limfom B, ki prizadene steklovino in mrežnico. Redkeje v očesu vzniknejo tudi drugi primarni limfomi, predvsem gre za limfome celic B, med katerimi sta najpogostejša Burkittov limfom in ekstranodalni marginalnocelični limfom tipa MALT (*angl.* Mucosa Associated Lymphoid Tissue). Primarni znotrajočesni limfomi T se v očesu pojavijo izjemno redko, v literaturi so opisani le posamezni primeri (2).

Sekundarni metastatski limfomi prizadenejo predvsem steklovino in žilnico. V oko zasevajo predvsem limfomi B, najpogosteje difuzni velikocelični limfom B, lahko pa tudi drobnocelični limfomi B, vendar redkeje. Limfomi T v oko zasevajo izjemno redko (1,2).

Citopatološka diagnostika znotrajočesnih limfomov je zahtevna, ker citološki vzorci vsebujejo malo celic. Poleg tega v vzorcih lahko najdemo le posamezne limfomske celice, ki so slabo ohranjene in pomešane z reaktivnimi imunskimi celicami, kot so limfociti, monociti in makrofagi. Zaradi majhnega števila celic, ki so na voljo za citopatološko diagnostiko, je včasih zelo težko izvesti dodatne imunofenotipske analize (imunocitokemija, pretočna citometrija) ali molekularne analize (določanje klonalnosti ali mutacij gena MYD88), ki so nujne za postavitve diagnoze in klasifikacijo limfoma. Dodatni izziv v diagnostiki predstavlja tudi dejstvo, da ima večina bolnikov s sumom na znotrajočesni limfom maškaradni sindrom, ki ga zdravimo s kortikosteroidi. Kortikosteroidi povzročijo tumorsko lizo, zato so limfomske celice v vzorcih posamezne ali pa jih sploh ni (2).

### **VZORCI ZA CITOPATOLOŠKO PREISKAVO**

Vzorci za citopatološko preiskavo pri sumu na znotrajočesni limfom so steklovina (nerazredčena in razredčena) in vzorci tumorjev, ki jih pridobimo s silikonsko aspiracijsko biopsijo s tanko iglo (s-ABTI).

Vzorec nerazredčene steklovine speremo v 1 ml hišnega celičnega medija (4,5-% goveji serumski albumin, 0,45-% EDTA v fosfatnem pufru s 90000 IE/ml penicilina in 4 g/ml garamicina), da ohranimo celice. 5 do 7 ml nerazredčene steklovine (celice v fiziološki raztopini) shranimo v brizgalki za transport v citopatološki laboratorij. Tudi vzorec, ki ga pridobimo s s-ABTI očesnega tumorja, speremo v 1 ml hišnega celičnega medija. Vzorce takoj po odvzemu pošljemo v citopatološki laboratorij, da preprečimo razpad in izgubo limfomskih celic (3,4).

### **PRIPRAVA VZORCEV ZA CITOPATOLOŠKO PREISKAVO**

Vzorce steklovine in s-ABTI znotrajočesnih tumorjev je treba obdelati takoj po sprejemu v laboratorij. Iz vzorcev najprej pripravimo citospine za pregled s svetlobnim mikroskopom, ki jih pobarvamo po metodi Giemsa in Papanicolaoua. Ko so vzorci pobarvani, jih takoj pregleda citopatolog pod svetlobnim mikroskopom, da odredi dodatne pretočnicitometrične

in molekularne preiskave (4). Pretočnocitometrične preiskave odredi za vse vzorce bolnikov, pri katerih sumimo na limfom, molekularne metode pa odredi na podlagi kliničnih podatkov in rezultatov pretočnocitometričnih meritev. Če klonalnosti celic B ni bilo možno opredeliti s pretočnim citometrom ali če sumimo na limfom T, pošljemo vzorce na analizo klonalnosti limfocitnih populacij z metodo BIOMED 2, ki temelji na principu verižne reakcije s polimerazo (*angl.* Polymerase Chain Reaction, PCR). V primeru suma na primarni znotraj očesni velikocelični limfom B pošljemo vzorec na sekvenciranje napredne generacije (*angl.* Next-Generation Sequencing, NGS) za določitev mutacije gena MYD88, ki je značilna in diagnostična za postavitev diagnoze tega limfoma (1). Citopatološka diagnoza znotraj očesnega limfoma je tako rezultat sinteze rezultatov mikroskopskega pregleda vzorcev steklovine in s-ABTI tumorjev ter rezultatov pretočnocitometričnih in molekularnih analiz (2,4).

## DISKUSIJA

V skladu z zadnjo klasifikacijo limfoidnih neoplazem, ki jo je izdala Svetovna zdravstvena organizacija, diagnozo limfoma postavimo na podlagi kliničnih podatkov ter morfoloških, imunofenotipskih in molekularnih lastnosti limfomskih celic (1). Morfološke lastnosti limfomskih celic opredelimo s pregledom vzorcev pod svetlobnim mikroskopom, imunofenotipske lastnosti z metodo imunocitokemije ali pretočne citometrije, molekularne lastnosti pa z metodo PCR in/ali NGS. Z mikroskopsko analizo vzorcev odkrijemo le 45–60 % primarnih znotraj očesnih limfomov. Zato pregled vzorcev steklovine in s-ABTI očesnih tumorjev pod svetlobnim mikroskopom ne zadošča za postavitev zanesljive diagnoze, čeprav je metoda zelo specifična in poročil o lažno pozitivnih diagnozah v literaturi praktično ni (2). Poleg tega z mikroskopsko analizo ni možno opredeliti celične linije limfomskih celic (celice B, T, NK) in zanesljivo razlikovati med reaktivnimi limfociti in limfomskimi celicami. Zato so za postavitev diagnoze in klasifikacijo limfoma nujne dodatne imunofenotipske in molekularne analize.

Z imunofenotipskimi analizami opredelimo predvsem celično linijo limfomskih celic ter klonalnost in antigenske lastnosti limfomskih celic pri

limfomih B. Največ uporabljamo imunocitokemične in pretočnocitometrične metode. V nekaterih centrih uporabljajo imunocitokemične metode, vendar je po naših izkušnjah metoda za vzorce steklovine in s-ABTI očesnih tumorjev tehnično zahtevna in primerna le za vzorce s številnimi limfomskimi celicami. Rezultate metode je pogosto težko interpretirati, ker so posamezne limfomske celice pomešane z reaktivnimi imunskimi celicami. Zato za imunofenotipske analize na Onkološkem inštitutu Ljubljana uporabljamo 10-barvno pretočno citometrično metodo, ki nam omogoča, da v eno epruveto z vzorcem dodamo 14 različnih protiteles (CD45, CD19, CD20, CD3, CD56, CD38, kapa, lambda, CD10, CD5, CD3, CD4, CD8, TCR gama/delta). Tak pristop omogoča natančno opredelitev imunofenotipskih lastnosti limfomskih celic, ki so odločilne za postavitve diagnoze in klasifikacijo limfoma. V obdobju od leta 2013 do 2024 smo na podlagi rezultatov pretočnocitometrične metode pravilno diagnosticirali 11/12 (83,3 %) primerov primarnih znotraj očesnih velikoceličnih limfomov B. V enem primeru je bilo treba napraviti biopsijo in histološki pregled, ker v citoloških vzorcih ni bilo limfomskih celic (4). Po podatkih v literaturi sta občutljivost in specifičnost pretočnocitometričnih meritev za postavitve diagnoze znotraj očesnega limfoma 82,4- in 100-% (2), kar je skladno z našimi rezultati. Čeprav s pretočnocitometrično metodo pridobimo pomembne podatke za opredelitev celične linije ter klonalnosti in antigenskih lastnosti limfomskih celic B, metodo uporabljajo le v maloštevilnih centrih zaradi drage opreme in potrebe po visoko usposobljenih laboratorijskih delavcih, ki so usposobljeni za meritve in analizo rezultatov v vzorcih, ki vsebujejo le maloštevilne limfomske celice.

Žal pa s pretočnocitometrično metodo ni možno razlikovati med primarnimi in sekundarnimi znotraj očesnimi limfomi B (1). Prav tako pretočnocitometrična metoda za razlikovanje med reaktivnimi in neoplastičnimi celicami T ni ustrezna, ker je v vzorcih steklovine in s-ABTI očesnih tumorjev premalo celic za obsežne pretočnocitometrične analize, ki so potrebne za postavitve diagnoze limfoma T. Zato so v teh primerih nujne dodatne molekularne analize.

Za primarni znotrajočesni velikocelični limfom B je značilna mutacija gena MDY88 (1). Določanje mutacije je ključno za razlikovanje med primarnimi in sekundarnimi znotrajočesnimi velikoceličnimi limfomi B, zato je treba mutacijo določiti pri vseh bolnikih, pri katerih sumimo na primarni znotrajočesni velikocelični limfom B. Mutacijo določimo z metodo NGS. Po podatkih v literaturi sta občutljivost in specifičnost metode 75- in 100-% (5). Naši rezultati so skladni s podatki v literaturi, saj smo mutacijo gena MDY88 dokazali v 3/4 primerov (4).

Diagnozo znotrajočesnega limfoma T lahko je treba potrditi z določanjem klonalnosti celic B in T z metodo PCR. Limfomi T v očesu so izjemno redki (2,6). V naši kohorti bolnikov s primarnimi in sekundarnimi znotrajočesnimi limfomi imamo v obdobju od leta 2001 do 2024 le en primer sekundarnega limfoma T, ki smo ga potrdili z določanjem klonalnosti limfocitnih populacij z metodo PCR. Metoda se uporablja tudi za določanje klonalnosti celic B, ko pretočnocitometrična metoda ni na voljo ali pa so rezultati metode nekonkluzivni. Po podatkih v literaturi je občutljivost metode 65- do 95-%. Specifičnost metode žal ni 100-%, ker z metodo lahko zaznamo monoklonske celice B in T pri bolnikih, ki se zdravijo zaradi infekcij ali avtoimunskih bolezni (2,6). Naši rezultati so skladni s podatki v literaturi. Z analizo klonalnosti smo potrdili diagnozo primarnega znotrajočesnega velikoceličnega limfoma v 5/7 primerov (4).

## ZAKLJUČKI

Citopatološka diagnostika znotrajočesnih limfomov je v Sloveniji zanesljiva diagnostična metoda, ki omogoča načrtovanje specifičnega onkološkega zdravljenja. Temelji na sintezi rezultatov mikroskopske, morfološke analize limfomskih celic ter rezultatov pretočnocitometričnih in molekularnih analiz. Slovenski rezultati diagnostike znotrajočesnih limfomov so primerljivi z rezultati v velikih mednarodnih centrih.

## LITERATURA

- 1 WHO Classification of Tumours Editorial Board. *Haematolymphoid Tumours*. 5th ed. Lyon, France: IARC Press; 2024.
- 2 Fend F, Ferreri AJ, Coupland SE. How we diagnose and treat vitreoretinal lymphoma. *Br J Haematol*. 2016;173(5):680–92.
- 3 Globočnik Petrovič M, Vrabič N, Prevodnik Kloboves V, Miceska S, Pajtler Rošar A, Vidovič Valentinčič N. Silicone fine-needle aspiration retinal biopsy. *Retina* 2024 16; 44 (9): 1590–1596.
- 4 Vrabič N, Boltežar L, Panjan M, Kloboves Prevodnik V, Jaki Mekjavič P, Skoblar Vidmar M, Klobučar P, Globočnik Petrovič M, Vidovič Valentinčič N. Primary vitreoretinal lymphoma: diagnostic and therapeutic insights from a Slovenian population-based study. *International Journal of Retina and Vitreous*. Sprejeto v objavo marec 2026.
- 5 Shi H, Zhou X, Chen B et al. Clinical Relevance of the High Prevalence of MYD88 L265P Mutated Vitreoretinal Lymphoma Identified by Droplet Digital Polymerase Chain Reaction. *Ocul Immunol Inflamm*. 2021;29(3):448–455.
- 6 Missotten T, Tielemans D, Bromberg JE et al. Multicolor flowcytometric immunophenotyping is a valuable tool for detection of intraocular lymphoma. *Ophthalmology*. 2013;120(5):991–6.

## VITREKTOMIJA IN GLAVKOM

---

*Barbara Cvenkel*

*Očesna klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana*

*Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani*

### IZVLEČEK

Vitrektomija poveča tveganje za nastanek očesne hipertenzije in glavkoma za 1,7- do 17-krat. V prispevku so obravnavani mehanizmi in ogroženost za zvišanje očesnega tlaka, ki se razlikujejo glede to, ali se pojavi zvišanje očesnega tlaka kmalu po vitrektomiji ali več let po posegu. Zdravljenje je odvisno od vzroka in mehanizma zvišanja očesnega tlaka, vrste in resnosti glavkoma, vidnega potenciala, stanja drugega očesa in pridruženih bolezni.

**Ključne besede:** glavkom, očesna hipertenzija, patogeneza, zdravljenje

### UVOD

Steklovina zajema največji del očesnega volumna in ima pomembno vlogo v anatomiji in fiziologiji očesa: predstavlja matriks, omogoča zaščito mrežnice pred strižnimi silami in razporeditev hranil, varuje pred oksidativnim stresom (1). Spremembe steklovine so povezane s številnimi očesnimi boleznimi in stanji, kot so raztrganine in odstopi mrežnice, raztrganine periferne mrežnice, sindromi vitreoretinalnega stika in makularne luknje, katarakta, starostna degeneracija makule, in s številnimi oblikami glavkoma (2). Vitrektomija pars plana je pogost operativni poseg, pri katerem odstranimo steklovino zaradi različnih indikacij (odstop mrežnice, epiretinalna membrana, makularna luknja, diabetična retinopatija, poškodbe) in steklovinski prostor nadomestimo z različnimi snovmi. Sam poseg lahko akutno ali kronično spremeni tlak v očesu in povzroči očesno hipertenzijo in glavkom.

Vitrektomija za 1,7- do 17-krat poveča tveganje za očesno hipertenzijo in glavkom v primerjavi z očmi, ki niso imele vitrektomije (3–5). Tako velik razpon tveganja je posledica različne zasnove raziskav, časa spremljanja po posegu, indikacij za vitrektomijo, stanja očesa pred posegom in zahtevnosti posegov (tamponade s plinom ali silikonskim oljem). Največje tveganje za zvišanje očesnega tlaka imajo oči s sumom na glavkom ali z že prisotnim glavkomom pred vitrektomijo in psevdofaki (6–9). Desetletna kumulativna verjetnost za pojav primarnega glavkoma odprtega zakotja po vitrektomiji je 10-% (95-% interval zaupanja (IZ) 3,0–17 %) in je statistično pomembno večja kot na drugem neoperiranem očesu (1,0 %, 95-% IZ 0–2,4 %) (10). V retrospektivni analizi elektronskih kartotek 42.242 bolnikov po vitrektomiji pars plana je bilo tveganje za nastanek glavkoma 5 let po posegu 5-%, tveganje za uvedbo kapljic za znižanje očesnega tlaka pa 9-% (5). V metaanalizi, ki je vključila 41 študij s povprečnim spremljanjem 26 mesecev po vitrektomiji, je bilo absolutno skupno tveganje za očesno hipertenzijo 5,6-% in za glavkom 3,9-% (11). Psevdofake oči so imele 3-krat večje tveganje za nastanek očesne hipertenzije in kar 12-krat večje tveganje za pojav glavkoma (11).

V prispevku so prikazani najpogostejši vzroki za akutno in kronično zvišanje očesnega tlaka po vitrektomiji ter zdravljenje. Še posebej pomembno je kronično zvišanje očesnega tlaka, ki lahko nastane več let po vitrektomiji in povzroči glavkomsko optično nevropatijo.

## **AKUTNO ZVIŠANJE OČESNEGA TLAKA PO POSEGU**

Akutno zvišanje očesnega tlaka po vitrektomiji pars plana se pojavi pri 18–28 % primerov, pojavnost je višja pri tamponadi s silikonskim oljem (20–56 %) (12,13). Največkrat se očesni tlak zviša prve dni do enega meseca po operaciji, nato se postopno zniža na predoperativno vrednost do tretjega meseca po operaciji (14,15). Dejavniki tveganja za akutno očesno hipertenzijo so vrsta tamponade, psevdofakija, vitrektomija pars plana, kombinirana z drugimi posegi, oči z glavkomom ali očesno hipertenzijo pred posegom (1,16). Akutno zvišanje očesnega tlaka prve dneve in teden po operaciji je posledica pooperativnega vnetja in/ali vrste tamponade ter

njenih fizikalnih in kemijskih lastnosti.

### **Zvišanje očesnega tlaka po plinski tamponadi**

**Patogeneza:** Plini imajo tamponadni učinek zaradi svoje površinske napetosti. V primerjavi s sterilnim zrakom se njihov volumen poveča in ostanejo dalj časa v očesu. Od plinov se uporabljajo žveplov heksafluorid (SF<sub>6</sub>), ki nerazredčen podvoji volumen v 24 do 48 urah in ostane v očesu 10 do 14 dni. Perfluoropropan (C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>) v čisti obliki poveča svoj volumen za 4-krat v 48 do 72 urah in ostane v očesu 55 do 65 dni. Oba plina lahko povzročita povišanje očesnega tlaka. Povečani volumen plinskega mehurčka lahko potisne iridolentalno diafragma naprej, zato se zakotje zapre. Mehanizem zaprtja zakotja je lahko s pupilnim blokom ali brez njega. Očesni tlak se najbolj zviša, kadar je volumen plina največji.

Zaradi visoke incidence zvišanja očesnega tlaka po injiciranju čistih plinov se uporabljajo z zrakom razredčeni plini: 20-% SF<sub>6</sub>, 16-% perfluoroetan (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>) in 14-% C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>. Zvišanje očesnega tlaka več kot 29 mmHg se je pojavilo pri 6,1 % po intravitrealnem injiciranju 20-% SF<sub>6</sub> in pri 18 % po injiciranju 14-% C<sub>3</sub>F<sub>8</sub> (17,18).

**Zdravljenje:** Pomembno je, da bolniki pravilno pozicionirajo glavo po operaciji z obrazom navzdol in na ta način preprečijo pomik iridolentalne diafragme naprej in zaprtje zakotja. Spremembe v atmosferskem tlaku lahko povzročijo povečanje volumna plina v očesu in akutno zvišanje očesnega tlaka. Zato bolniki z intravitrealno plinsko tamponado ne smejo potovati z letalom (19).

Pri očeh s plinsko tamponado nekontaktna pnevmonometrija izmeri lažno nižje vrednosti očesnega tlaka (20). Očesni tlak znižamo s topičnimi ali sistemskimi zaviralci encima karboanhidraza. Če je očesni tlak zelo visok in ogroža perfuzijo očesa, pride v poštev delna aspiracija plina. Laserska iridotomija je indicirana, kadar je pupilni blok vzrok za visok očesni tlak. Zvišanje očesnega tlaka je največkrat prehodno, zato je operativna terapija,

kot je vstavev dolgodrenažnih vsadkov, redko potrebna.

### **Zvišanje očesnega tlaka po vitrektomiji pars plana in tamponadi s silikonskim oljem**

**Patogeneza:** Tamponada s silikonskim oljem se uporablja pri očeh s proliferativno vitreoretinopatijo (PVR), da dosežemo dolgotrajno tamponado mrežnice in stabilizacijo očesa (zmanjšanje rubeoze, proliferacije vezivnožilnih membran). Silikonsko olje je lažje kot prekatna vodka in steklovina, težja silikonska olja pa so težja kot voda, zato omogočajo boljšo tamponado pri PVR v spodnjem delu mrežnice. V zgodnjem postoperativnem obdobju se očesni tlak zviša zaradi vnetja, prevelike napolnjenosti vitrealnega prostora, prisotnosti silikonskega olja v sprednjem prekatu, zaprtja zakotja zaradi pupilnega bloka, dekompenzacije že pred operacijo prisotnega glavkoma, pozneje lahko tudi zaradi več tednov trajajoče terapije s kortikosteroidi. Pri pupilnem bloku se prekatna vodka kopiči za irisom v spodnjem delu zadnjega prekata in potisne silikonsko olje skozi zenico v sprednji prekat. Pupilni blok preprečimo tako, da med operacijo napravimo iridektomijo pri 6. uri, ki omogoča kroženje prekatne vodke. Pri težkem silikonskem olju pa je treba med operacijo napraviti iridektomijo zgoraj. Pupilni blok nastane pogosto pri afakih, redkeje pri psevdofakih in fakih očes s šibkimi zonulami. Silikonsko olje lahko zapolni sprednji prekat in povzroči močno zvišanje očesnega tlaka. V tem primeru je prekat globok, pri gonioskopiji pa je zakotje odprto.

**Zdravljenje:** Pri pupilnem bloku z zaprtim zakotjem je treba napraviti kirurško iridektomijo, saj se laserske iridotomije zaradi silikonskega olja hitro zaprejo. Če je silikonsko olje v sprednjem prekatu, ga je treba z vitrektomijo odstraniti. Topična in sistemska antiglavkomska terapija zadovoljivo znižata očesni tlak pri do 78 % bolnikov, pri katerih se je očesni tlak zvišal po vitrektomiji pars plana s silikonsko tamponado (21,22).

### **KRONIČNO ZVIŠANJE OČESNEGA TLAKA IN NASTANEK GLAVKOMA**

**Patogeneza:** Vzroki za zvišanje očesnega tlaka ali nastanek glavkoma pozneje po operaciji so: prisotnost emulzificiranega silikonskega olja v

sprednjem prekatu, ki ovira odtekanje prekatne vodke, kronično vnetje, nastanek goniosinehij in neovaskularizacija zakotja pri ishemičnih očesnih boleznih. Pri nastanku primarnega glavkoma odprtega zakotja po vitrektomiji ima pomembno vlogo zvišanje parcialnega tlaka kisika v sprednjem prekatu, kar povzroči večji oksidativni stres in apoptozo trabekularnih celic s slabšim odtekanjem prekatne vodke skozi zakotje (23). Steklovina deluje kot pregrada med mrežnico, ki ima visok parcialni tlak kisika, in lečo ter zakotjem, v katerem je parcialni tlak kisika nizek. Steklovina ima visoko koncentracijo askorbata, ki reagira s kisikom; nastane vodikov peroksid, ki ga katalaza razgradi v vodo (24). Steklovina omogoča, da se ohranja nizek parcialni tlak kisika ob leči in v zakotju, kar zmanjša oksidativni stres (23). Incidenca povišanega očesnega tlaka po vitrektomiji pars plana s silikonsko tamponado pri očeh s PVR je 7- do 30-% (25–27). V literaturi so nasprotujoča mnenja glede povezave med dolžino trajanja tamponade, viskoznostjo silikonskega olja, migracijo silikonskega olja v sprednji prekat in razvojem glavkoma (28).

**Zdravljenje:** Medikamentozna terapija pri številnih bolnikih zadovoljivo zniža očesni tlak. Zgodnja odstranitev silikonskega olja verjetno zmanjša razvoj sekundarnega glavkoma (29). Če je v sprednjem prekatu emulzificirano silikonsko olje, odstranitev silikonskega olja pri nekaterih očeh zniža očesni tlak (27), pri drugih pa je potrebna antiglavkomska operacija (30). Vzroki za visok očesni tlak po odstranitvi silikonskega olja so strukturne in funkcijske spremembe trabekuluma zaradi dolgotrajnega kontakta s silikonskim oljem. Izbira operativnega posega za znižanje očesnega tlaka pri neurejenem sekundarnem glavkomu je odvisna od vidnega potenciala in prisotnosti silikonskega olja v očesu. Trabekulektomija je zaradi zabrazgotinjene veznice manj uspešna. Pri očeh s silikonsko tamponado lahko napravimo transskleralno ciklofotokoagulacijo, ki je manj učinkovita kot pri očeh brez tamponade (12). Vse pogosteje se uporabljajo dolgodrenažni vsadki (npr. Baerveldt, Paul), saj učinkovito znižajo očesni tlak (12,22,31).

## ZAKLJUČEK

Zvišanje očesnega tlaka se lahko pojavi kadar koli po vitreoretinalnem posegu in je lahko kratkotrajno in blago, včasih pa povzroči hudo glavkomsko optično nevropatijo. Po operaciji odstopa mrežnice je potrebno skrbno spremljanje še zlasti bolnikov z obstoječim glavkomom ali očesno hipertenzijo ter pri psevdofakih. S kliničnim pregledom in obvezno gonioskopijo ugotovimo mehanizem zvišanja očesnega tlaka, ki omogoča ustrezno terapijo. Z medikamentozno terapijo največkrat učinkovito znižamo očesni tlak, pri posameznih primerih pa je potrebna laserska ali kirurška terapija. Izboljšave kirurških tehnik in materialov so prispevale k manjši pogostnosti sekundarnega glavkoma po vitreoretinalnih posegih, vendar ni konsenza glede optimalne terapije pri bolnikih s sekundarnim glavkomom. Pri zdravljenju sekundarnega glavkoma je pomembno sodelovanje z vitreoretinalnim kirurgom. Vrsta zdravljenja je odvisna od prisotnosti drugih očesnih sprememb (npr. diabetična retinopatija) in vidne prognoze pri posameznem bolniku.

## LITERATURA

- 1 Rossi T, Ripandelli G. *Pars Plana Vitrectomy and the Risk of Ocular Hypertension and Glaucoma: Where Are We?* *J Clin Med* 2020;9(12).
- 2 Holekamp NM. *The vitreous gel: more than meets the eye.* *Am J Ophthalmol* 2010;149(1):32–6.
- 3 Lee YS, Chen YC, Huang TE, Huang CY, Hwang YS, Wu WC, et al. *Increased late-onset glaucoma risk following vitrectomy for macular pucker or hole.* *Eye (Lond)* 2024;38(13):2631–7.
- 4 Miele A, Govetto A, Fumagalli C, Donati S, Biagini I, Azzolini C, et al. *OCULAR HYPERTENSION AND GLAUCOMA FOLLOWING VITRECTOMY: A Systematic Review.* *Retina* 2018;38(5):883–90.
- 5 Lin JB, Wai KM, Mruthyunjaya P, Rahimy E. *Risk of Glaucoma after Pars Plana Vitrectomy in a Large Federated Health Record Network.* *Ophthalmol Sci* 2026;6(1):100807.
- 6 Luk FO, Kwok AK, Lai TY, Lam DS. *Presence of crystalline lens as a protective factor for the late development of open angle glaucoma after vitrectomy.* *Retina* 2009;29(2):218–24.
- 7 Chang S. *LXII Edward Jackson lecture: open angle glaucoma after vitrectomy.* *Am J Ophthalmol* 2006;141(6):1033–43.

- 8 Toyokawa N, Kimura H, Matsumura M, Kuroda S. Incidence of late-onset ocular hypertension following uncomplicated pars plana vitrectomy in pseudophakic eyes. *Am J Ophthalmol* 2015;159(4):727–32.
- 9 Wu L, Berrocal MH, Rodriguez FJ, Maia M, Morales-Canton V, Figueroa M, et al. Intraocular pressure elevation after uncomplicated pars plana vitrectomy: results of the Pan American Collaborative Retina Study Group. *Retina* 2014;34(10):1985–9.
- 10 Mansukhani SA, Barkmeier AJ, Bakri SJ, Iezzi R, Pulido JS, Khanna CL, et al. The Risk of Primary Open-Angle Glaucoma Following Vitreoretinal Surgery-A Population-based Study. *Am J Ophthalmol* 2018;193:143–55.
- 11 Gallo Afflitto G, Fabozzi L, Palmieri F, Anastasi M, Pant N, Kaymaz O, et al. Ocular Hypertension and Glaucoma After Pars Plana Vitrectomy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ophthalmology* 2026;133(3):387–98.
- 12 Kornmann HL, Gedde SJ. Glaucoma management after vitreoretinal surgeries. *Curr Opin Ophthalmol* 2016;27(2):125–31.
- 13 Han DP, Lewis H, Lambrou FH, Jr., Mieler WF, Hartz A. Mechanisms of intraocular pressure elevation after pars plana vitrectomy. *Ophthalmology* 1989;96(9):1357–62.
- 14 Bromeo AJ, FlorCruz NV. Incidence and outcomes of ocular hypertension from rhegmatogenous retinal detachment surgery in the acute postoperative setting. *Clin Ophthalmol* 2019;13:1559–66.
- 15 Antoun J, Azar G, Jabbour E, Kourie HR, Slim E, Schakal A, et al. VITREORETINAL SURGERY WITH SILICONE OIL TAMPONADE IN PRIMARY UNCOMPLICATED RHEGMATOGENOUS RETINAL DETACHMENT: Clinical Outcomes and Complications. *Retina* 2016;36(10):1906–12.
- 16 Tranos P, Bhar G, Little B. Postoperative intraocular pressure spikes: the need to treat. *Eye (Lond)* 2004;18(7):673–9.
- 17 Vitrectomy with silicone oil or sulfur hexafluoride gas in eyes with severe proliferative vitreoretinopathy: results of a randomized clinical trial. *Silicone Study Report 1. Arch Ophthalmol* 1992;110(6):770–9.
- 18 Vitrectomy with silicone oil or perfluoropropane gas in eyes with severe proliferative vitreoretinopathy: results of a randomized clinical trial. *Silicone Study Report 2. Arch Ophthalmol* 1992;110(6):780–92.
- 19 Mills MD, Devenyi RG, Lam WC, Berger AR, Beijer CD, Lam SR. An assessment of intraocular pressure rise in patients with gas-filled eyes during simulated air flight. *Ophthalmology* 2001;108(1):40–4.
- 20 Lim JJ, Blair NP, Higginbotham EJ, Farber MD, Shaw WE, Garretson BR. Assessment of intraocular pressure in vitrectomized gas-containing eyes. A clinical and manometric comparison of the Tono-Pen to the pneumotonometer. *Arch Ophthalmol* 1990;108(5):684–8.
- 21 Tranos P, Asaria R, Aylward W, Sullivan P, Franks W. Long term outcome of secondary glaucoma following vitreoretinal surgery. *Br J Ophthalmol* 2004;88(3):341–3.
- 22 Al-Jazzaf AM, Netland PA, Charles S. Incidence and management of elevated intraocular pressure after silicone oil injection. *Journal of glaucoma*. 2005;14(1):40–6.

- 23 Siegfried CJ, Shui YB, Holekamp NM, Bai F, Beebe DC. Oxygen distribution in the human eye: relevance to the etiology of open-angle glaucoma after vitrectomy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2010;51(11):5731–8.
- 24 Shui YB, Holekamp NM, Kramer BC, Crowley JR, Wilkins MA, Chu F, et al. The gel state of the vitreous and ascorbate-dependent oxygen consumption: relationship to the etiology of nuclear cataracts. *Arch Ophthalmol* 2009;127(4):475–82.
- 25 Barr CC, Lai MY, Lean JS, Linton KL, Trese M, Abrams G, et al. Postoperative intraocular pressure abnormalities in the Silicone Study. *Silicone Study Report 4. Ophthalmology* 1993;100(11):1629–35.
- 26 Henderer JD, Budenz DL, Flynn HW, Jr., Schiffman JC, Feuer WJ, Murray TG. Elevated intraocular pressure and hypotony following silicone oil retinal tamponade for complex retinal detachment: incidence and risk factors. *Arch Ophthalmol* 1999;117(2):189–95.
- 27 Jonas JB, Knorr HL, Rank RM, Budde WM. Intraocular pressure and silicone oil endotamponade. *J Glaucoma* 2001;10(2):102–8.
- 28 Mangouritsas G, Mourtzoukos S, Portaliou DM, Georgopoulos VI, Dimopoulou A, Feretis E. Glaucoma associated with the management of rhegmatogenous retinal detachment. *Clin Ophthalmol* 2013;7:727–34.
- 29 La Heij EC, Hendrikse F, Kessels AG. Results and complications of temporary silicone oil tamponade in patients with complicated retinal detachments. *Retina* 2001;21(2):107–14.
- 30 Budenz DL, Taba KE, Feuer WJ, Eliezer R, Cousins S, Henderer J, et al. Surgical management of secondary glaucoma after pars plana vitrectomy and silicone oil injection for complex retinal detachment. *Ophthalmology* 2001;108(9):1628–32.
- 31 Van Aken E, Lemij H, Vander Haeghen Y, de Waard P. Baerveldt glaucoma implants in the management of refractory glaucoma after vitreous surgery. *Acta Ophthalmologica* 2010;88(1):75–9.

## VITREKTOMIJA IN STAROSTNA DEGENERACIJA MAKULE

---

*Polona Jaki Mekjavič<sup>1,2,3</sup>, Mojca Globočnik Petrovič<sup>1,2</sup>*

*<sup>1</sup>Očesna klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana*

*<sup>2</sup>Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani*

*<sup>3</sup>Institut Jožef Stefan Ljubljana*

### IZVLEČEK

Starostna degeneracija makule je glavni vzrok nepovratne izgube vida pri starejših. Uvedba intravitrealne terapije z biološkimi zaviralci je znatno izboljšala rezultate pri bolnikih z neovaskularno starostno degeneracijo makule, vendar pa kirurški poseg ostaja pomemben v nekaterih kliničnih stanjih. Vitrektomija pars plana je indicirana pri zapletih neovaskularne starostne degeneracije makule, kot so submakularna krvavitev, krvavitev v steklovino in nepravilnosti mrežničnosteklovinskega stika, vključno s steklovinsko-makularnim vlekem. Poleg tega nove terapevtske tehnologije in pristopi za dolgotrajnejše zdravljenje neovaskularne starostne degeneracije makule zahtevajo kirurški pristop. To so zlasti sistemi za podaljšano sproščanje zdravila in gensko zdravljenje.

***Ključne besede:*** starostna degeneracija makule, vitrektomija pars plana, submakularna krvavitev, sistem za podaljšano sproščanje, biološki zaviralci, steklovinsko-makularni vlek.

### UVOD

Starostna degeneracija makule (SDM) je eden najpogostejših vzrokov za slabovidnost in slepoto pri osebah, starejših od 60 let, v razvitih državah (1). Čeprav neovaskularna SDM (nSDM) predstavlja le približno 10–15 % primerov SDM, je odgovorna za večino hudih izgub vida, povezanih s to boleznijo. Uvedba intravitrealne terapije (IVT) z zaviralci ravnega dejavnika za žilni endotel (*angl.* vascular endothelial growth factor, VEGF) je bistveno

izboljšala zdravljenje neovaskularne SDM, saj omogoča stabilizacijo ali izboljšanje vida pri večini bolnikov (2). Kljub temu pa je pri več zapletih SDM še vedno potrebno kirurško zdravljenje.

Vitrektomija ostaja pomembno orodje pri zdravljenju specifičnih zapletov, povezanih s SDM. Potrebna je v primerih obsežne submakularne krvavitve, goste krvavitve v steklovino in endoftalmitisa po zdravljenju nSDM z biološkimi zaviralci. Vlogo ima tudi pri reševanju steklovinsko-makularnega vleka.

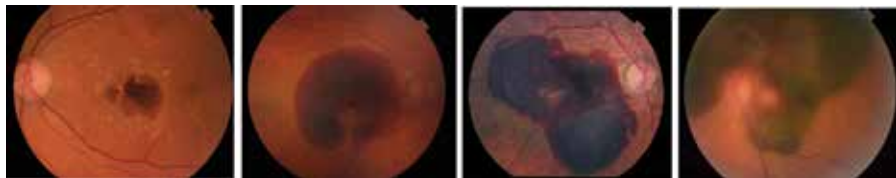
Poleg tega razvoj polnilne posodice oz. rezervoarja (*angl.* port delivery system, PDS), ki omogoča podaljšano dajanje zdravil kirurško vsajenih naprav za podaljšano dajanje zdravil in s tem zmanjšuje breme pogostih intravitrealnih vbrizganj bioloških zaviralcev, predstavlja razvijajoči se vmesnik med farmakološko terapijo in vitreoretinalno kirurgijo.

## **VITREKTOMIJA PRI ZDRAVLJENJU ZAPLETOV, POVEZANIH S STAROSTNO DEGENERACIJO MAKULE**

### **Submakularna krvavitev**

Submakularna krvavitev (*angl.* submacular haemorrhage, SMH) iz novih žil v sklopu nSDM privede do močnega poslabšanja vida, in pogosto je izboljšanje vida vprašljivo, saj v makuli nastane fibroza ali pa atrofična brazgotina (3). Najpogosteje se SMH pojavi pri polipoidalni obliki nSDM (*angl.* Polypoidal choroidal vasculopathy, PCV). Kri v subretinalnem prostoru hitro okvari fotoreceptorje preko več mehanizmov. Mehansko jih loči od sloja pigmentnega epitela in žilnice in tako naredi prepreno med mrežnico in slojem pigmentnega epitela za transport hranil in odpadnih produktov metabolizma fotoreceptorjev. Železo iz eritocitov deluje neposredno toksično, na fotoreceptorje že v 24 urah, na horiokapilaris in mrežnično žilje že v prvih sedmih dneh. Zelo velik kvarni učinek ima fibrin v strdku; v eksperimentalnem modelu na mačjem očesu so dokazali, da že po nekaj urah fibrin povzroči ločitev zunanjih in notranjih delov fotoreceptorjev od ostalih struktur mrežnice, po treh dneh propadejo zunanji deli mrežnice, po dveh tednih še notranji (4).

Poslabšanje vida pri bolnikih z nSDM in SMH korelira z obsežnostjo krvavitve, tako po površini kot po debelini (3,5).

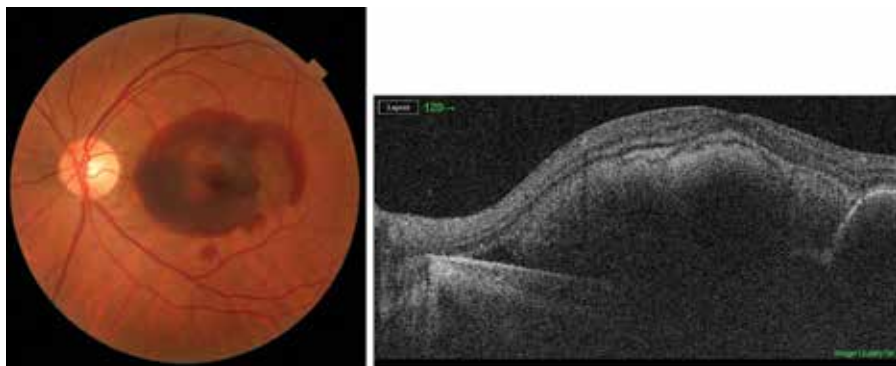


**Slika 1: Različno velike subretinalne krvavitve: majhna, srednje velika, velika, masivna**

**Majhna krvavitev zavzema 1–4 površine papile, srednje velika krvavitev je večja od 4 površin papile, vendar se ne preliva čez temporalne žilne loke, velika krvavitev sega čez žilni lok do ekvatorja, masivna krvavitev pa sega čez ekvator v vsaj dveh kvadrantih. (Vir: lasten arhiv)**

Za zdravljenje SMH se uporablja različne pristope, najpogosteje VPP skupaj z aplikacijo aktivatorja tkivnega plazminogena (*angl.* tissue plasminogen activator, tPA) in tamponado s plinom, ki pomaga premakniti krvavitev izpod fovee bolj periferno, zato je po operaciji potrebno pozicioniranje (glej prispevek Submakularna krvavitev, stran 164). Do sedaj še ni bila opravljena prospektivna randomizirana klinična raziskava, ki bi podprla odločitev o vrsti najbolj optimalnega kirurškega posega pri posamezni vrsti SMH, oblikovana so le priporočila (Vision academy) (6).

Po posegu vpliva na vid več dejavnikov, kot so trajanje, velikost in lega krvavitve ter seveda trajanje in vrsta osnovne lezije nSDM (3,7) .



**Slika 2: Debela submakularna krvavitev**  
**Srednje velika submakularna krvavitev pri neovaskularni starostni degeneraciji makule. Ker je krvavitev debela kot 500 mikronov, kar izmerimo na sliki OCT, jo opredelimo kot debelo. (Vir: lasten arhiv)**

### **Hematovitreus pri starostni degeneraciji makule**

Pri bolnikih z zelo obsežno subretinalno krvavitvijo, zlasti pri bolnikih s PCV, lahko pride do prebojne krvavitve v steklovino – hematovitreusa (8). V takem primeru je potrebna vitrektomija, da se odstrani kri iz steklovine in omogoči pregled očesnega ozadja. Prognoza za vid je v tem primeru odvisna predvsem od lezije nSDM. Pri nadaljevanju IVT z biološkimi zaviralci je pomembno upoštevati, da je razpolovni čas zdravila krajši in izpiranje zdravila iz vitrektomiziranega očesa pospešeno (9). Zato je za zdravljenje nSDM pri bolnikih, ki so imeli vitrektomijo, potrebno pogostejše vbrizgavanje zdravil (10).

### **Endoftalmitis po intravitrealni terapiji**

Endoftalmitis po intravitrealnih injekcijah predstavlja posebno klinično obliko iatrogenega endoftalmitisa, ki se od pooperativnega (npr. po operaciji katarakte), travmatskega ali endogenega endoftalmitisa razlikuje po etiologiji, mikrobiološkem spektru, kliničnem poteku in prognozi. Incidenca postinjekcijskega endoftalmitisa je relativno nizka in znaša približno 0,03–0,06 % na injekcijo, kar ustreza približno enemu primeru na 2.000–3.000

intravitrealnih injekcij (11). V primerjavi s pooperativnim endoftalmitisom so pri postinjekcijskih primerih pogosteje izolirani streptokoki, ki predstavljajo približno 30 % pozitivnih mikrobioloških izvidov (12). Endoftalmitis, povzročen s streptokokno okužbo, se običajno razvije hitreje in ima slabši končni funkcionalni izid kot endoftalmitis, povzročen s koagulaza negativnimi stafilokoki, ali endoftalmitis z negativno mikrobiološko kulturo (12). Po intravitrealnem vbrizganju zdravil se lahko pojavi tudi t. i. sterilni endoftalmitis, ki nastane kot posledica imunološke reakcije na zdravilo ali kontaminante v pripravku. Sterilni endoftalmitis predstavlja pomembno diferencialnodiagnostično možnost, saj se praviloma kaže z manj izrazito bolečino in boljšim začetnim vidom, klinični potek pa je običajno blažji. Pojavi se lahko po prvem tednu po vbrizganju zdravila, po nekaterih študijah pa tudi že prej (13).

Čeprav je endoftalmitis redek zaplet po intravitrealnem vbrizgavanju bioloških zaviralcev, predstavlja nujno stanje, ki lahko vodi v trajno izgubo vida. VPP se uporablja za mehansko odstranitev vnetnih produktov, bakterij in toksinov iz steklovinskega prostora, hkrati pa pridobimo vzorec steklovine za mikrobiološko analizo, kar omogoči ciljano antibiotično zdravljenje. S hitro odstranitvijo infektivnega materiala zmanjšamo poškodbe mrežnice in izboljšamo možnosti za ohranitev uporabnega vida (14,15).

### **Steklovinsko-makularni stik pri starostni degeneraciji makule**

S staranjem se steklovina utekočinja in odleplja od mrežnice, kar lahko včasih privede do adhezije v makuli in tudi posledičnega steklovinsko-makularnega vleka (16). Poznano je, da steklovinsko-makularni stik (SMS) prispeva k razvoju, napredovanju SDM kot tudi k zmanjšanju učinka intravitrealnega zdravljenja.

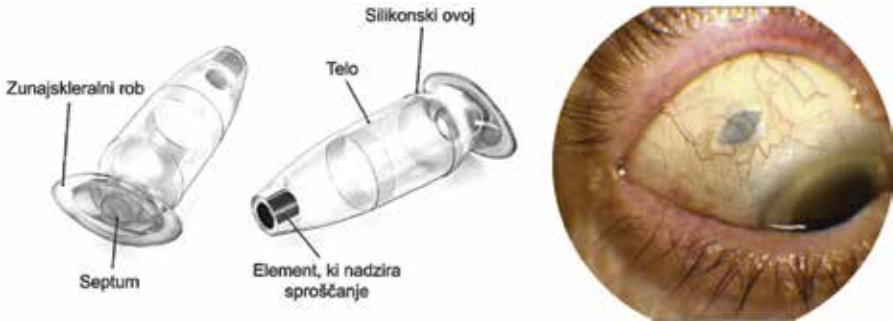
V več opazovalnih raziskavah so poročali o višji prevalenci bolezni SMS v očeh z neovaskularno SDM v primerjavi s starostno ujemajočo kontrolno skupino (17). Vztrajen SMS lahko zaradi mehanskega vleka na makuli prispeva k napredovanju bolezni preko indukcije vnetnih signalnih poti, spremembe oksigenacije mrežnice in z generiranjem vztrajnega makularnega edema. Poleg tega lahko kronični vlek steklovine zmanjša

terapevtski odziv pri zdravljenju z intravitrealnimi zdravili kljub rednemu vbrizgavanju bioloških zaviralcev. Pri teh bolnikih je smiselno razmišljati o kirurškem posegu, saj s sprostitijo vleka lahko izboljšamo odziv na nadaljnje zdravljenje in zmanjšamo pogostost potrebnih vbrizganj zdravila (18). Seveda je zelo pomembna prava izbira bolnika oz. ocena, da potencialna korist sprostitve trakcije opraviči tveganje kirurškega posega.

## **VITREKTOMIJA PRI NOVEJŠIH OBLIKAH ZDRAVLJENJA STAROSTNE DEGENERACIJE MAKULE**

### **Sistem za neprekinjeno sproščanje zdravila**

Zdravljenje nSDM z biološkimi zaviralci je učinkovito, če se začne izvajati zgodaj in če se redno izvaja. Zahteva ponavljajoče se aplikacije zdravila v oko; zdravljenje je dolgotrajno. Dolgotrajno in redno vbrizgavanje zdravil je velik izziv tako za bolnika in njegove spremljevalce kot za zdravstveni sistem in ne nazadnje za učinek zdravljenja oz. ohranjanje vida in s tem samostojnosti bolnika z nSDM. Za zmanjšanje tega bremena so razvili sistem za trajno sproščanje zdravila ranibizumab v steklovino, t. i. PDS. To je rezervoarček, ki se ga vsadi v oko in omogoča neprekinjeno intravitrealno sproščanje bioloških zaviralcev v oko. Rezervoarček se vsadi v sklero s kirurškim posegom. Ponovno se ga napolni s pomočjo posebnega sistema igel, brez kirurškega posega. V študiji faze III ARCHOWAY so dokazali, da polnjenje vsadka na 24 tednov ohranja vid primerljivo z mesečnimi vbrizganji ranibizumaba neposredno v oko (19). Ta način nedvomno pomembno zmanjša breme zdravljenja.



**Slika 3: Sistem za podaljšano sproščanje zdravila ranibizumab**  
**Desno je shematski prikaz rezervoarčka (PDS), ki se ga vgradi s kirurškim posegom. Levo je oko z vgrajenim rezervoarčkom, ki se ga z zdravilom lahko polni ambulantno.**

**(Gradivo je bilo uporabljeno z dovoljenjem podjetja Roche.)**

Novosti v zdravljenju SDM bodo verjetno razširile vlogo kirurgije v zdravljenju SDM. Razvija se genska terapija, potekajo raziskave za genetsko zdravljenje tako intermediarne kot tudi neovaskularne in atrofične oblike SDM. Proučujejo tudi učinek zdravljenja SDM s presaditvijo celic RPE in zdravljenja s pomočjo matičnih celic.

Z razvojem robotske vitrektomije pa lahko pričakujemo dodatno varnost in natančnost subretinalnih posegov.

## ZAKLJUČEK

Intravitrealna farmakoterapija sedaj ostaja temelj zdravljenja SDM, ima pa vitreoretinalna kirurgija ključno vlogo pri izbranih kliničnih primerih. Sedaj je zelo pomembna za zdravljenje zapletov, kot so submakularna krvavitev, krvavitev v steklovino, endoftalmitis po IVT in steklovinsko-makularni vlek. Razviti so že sistemi za trajno sproščanje zdravila, ki jih je treba kirurško vsaditi, lahko pa znatno zmanjšajo breme zdravljenja. Nadaljni napredek kirurških tehnik in tehnologij bo verjetno še bolj integriral vitreoretinalno kirurgijo v multidisciplinarno oskrbo bolnikov s SDM.

## LITERATURA

- 1 Wong WL, Su X, Li X, et al. Global prevalence of age-related macular degeneration. *Lancet Glob Health*. 2014;2:e106–e116.
- 2 Rosenfeld PJ, Brown DM, Heier JS, et al. Ranibizumab for neovascular age-related macular degeneration. *N Engl J Med*. 2006;355:1419–1431.
- 3 Bennett SR, Folk JC, Blodi CF, Klugman M. Factors prognostic of visual outcome in patients with subretinal hemorrhage. *Am J Ophthalmol*. 1990;109(1):33–37. doi:10.1016/s0002-9394(14)75575-8.
- 4 Toth CA, Morse LS, Hjelmeland LM, Landers MB. Fibrin directs early retinal damage after experimental subretinal hemorrhage. *Arch Ophthalmol*. 1991;109(5):723–9.
- 5 Scupola A, Coscas G, Soubrane G, Balestrazzi E. Natural history of macular subretinal hemorrhage in age-related macular degeneration. *Ophthalmologica*. 1999;213(2):97–102. doi:10.1159/000027400.
- 6 Vision Avademie Viewpoint: Management of subfoveal hemorrhage. <https://www.visionacademy.org/resource-zone/resources/all>
- 7 Gabrielle PH, Maitrias S, Nguyen V, Arnold JJ, Squirrell D, Arnould L, et al. Incidence, risk factors and outcomes of submacular haemorrhage with loss of vision in neovascular age-related macular degeneration in daily clinical practice: data from the FRB! registry. *Acta Ophthalmol*. 2022;100(8):e1569–e78.
- 8 Kim JB, Nirwan RS, Kuriyan AE. Polypoidal Choroidal Vasculopathy. *Curr Ophthalmol Rep*. 2017;5(2):176–186. doi:10.1007/s40135-017-0137-0.
- 9 Edington M, Connolly J, Chong NV. (2017). Pharmacokinetics of intravitreal anti-VEGF drugs in vitrectomized versus non-vitrectomized eyes. *Expert Opinion on Drug Metabolism & Toxicology*, 13(12), 1217–1224. <https://doi.org/10.1080/17425255.2017.1404987>.
- 10 Jung JJ, Hoang QV, Arain MZ, Chang S. Aflibercept anti-vascular endothelial growth factor therapy in vitrectomized eyes with neovascular age-related macular degeneration. *Acta Ophthalmol*. 2016;94(3):e249–e250. doi:10.1111/aos.12840.
- 11 Merani R, Johnson MW, McCannel CA, Flynn HW Jr, Scott IU, Hunyor AP. Clinical Practice Update: Management of Infectious Endophthalmitis After Intravitreal Anti-VEGF Injection. *J Vitreoretin Dis*. 2022;6(6):443–451. doi:10.1177/24741264221116487.
- 12 Fileta JB, Scott IU, Flynn HW Jr. Meta-analysis of infectious endophthalmitis after intravitreal injection of anti-vascular endothelial growth factor agents. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2014 Mar-Apr;45(2):143–9. doi: 10.3928/23258160-20140306-08. PMID: 24635156.
- 13 Ferreira AM, Mendes AF, Beato JN, et al. Intraocular inflammation following intravitreal injections of anti-vascular endothelial growth factor drugs. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2025;263:2885–2892. <https://doi.org/10.1007/s00417-025-06875-w>
- 14 Xu K, Chin EK, Bennett SR, et al. Endophthalmitis after Intravitreal Injection of Vascular Endothelial Growth Factor Inhibitors: Management and Visual Outcomes. *Ophthalmology*. 2018;125(8):1279–1286. doi:10.1016/j.ophtha.2018.01.022.
- 15 Soliman MK, Gini G, Kuhn F, et al. International Practice Patterns for the Management of Acute Postsurgical and Postintravitreal Injection Endophthalmitis: European Vitreo-

- Retinal Society Endophthalmitis Study Report 1. Ophthalmol Retina. 2019;3(6):461–467. doi:10.1016/j.oret.2019.03.009.*
- 16 *Bolezni steklovinsko-makularnega stika: Izbrana poglavja iz oftalmologije. Globočnik Petrovič M, Jaki Mekjavič P. Ljubljana: Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani in Očesna klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana. Ljubljana, april 2018.*
  - 17 *Jackson TL, Nicod E, Angelis A, Grimaccia F, Prevost AT, Simpson AR, et al. Vitreus attachment in age-related macular degeneration, diabetic macular edema and retinal vein occlusion: a systematic review and metaanalysis. Retina. 2013;33(6):1099–108.*
  - 18 *Cullia TA, Ying GS, Maguire MG, Martin DF, Jaffe GJ, Grunwald JE, et al. Influence of the vitreomacula interface on treatment outcomes in the comparison of age-related macular degeneration treatment trials. Ophthalmology. 2015;122(6):1203–11.*
  - 19 *Holekamp NM, Campochiaro PA, Chang MA, et al. Archway Randomized Phase 3 Trial of the Port Delivery System with Ranibizumab for Neovascular Age-Related Macular Degeneration. Ophthalmology. 2022;129(3):295–307. doi:10.1016/j.ophtha.2021.09.016*

## SUBMAKULARNA KRVAVITEV

---

*Tjaša Krašovec<sup>1</sup>, Eva Janc<sup>2</sup>, Polona Jaki Mekjavič<sup>1,3,4</sup>, Mojca Globočnik Petrovič<sup>1,3</sup>*

<sup>1</sup> *Očesna klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana*

<sup>2</sup> *Osnovno zdravstvo Gorenjske*

<sup>3</sup> *Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani*

<sup>4</sup> *Inštitut Jožef Stefan, Ljubljana*

### IZVLEČEK

Submakularna krvavitev je vid ogrožajoče stanje, najpogosteje povezano z neovaskularno starostno degeneracijo makule. Kopičenje krvi med nevrosenzorično mrežnico in retinalnim pigmentnim epitelom vodi v nepovratno izgubo vida zaradi razvoja atrofije in subretinalne fibroze. Ključna prognostična dejavnika sta vidna ostrina ob nastopu krvavitve in čas do zdravljenja, saj je najboljši terapevtski učinek dosežen v prvih dneh po nastopu krvavitve.

Možnosti zdravljenja vključujejo monoterapijo z zaviralci žilnega endotelnega rastnega faktorja, pnevmatski odmik s plinom ± tkivni aktivator plazminogena ter vitrektomijo pars plana s subretinalno aplikacijo tkivnega aktivatorja plazminogena, plinsko tamponado in zaviralci žilnega endotelnega rastnega faktorja. Izbira metode je odvisna od velikosti, debeline in trajanja krvavitve ter splošnega stanja bolnika. Pri manjših krvavitvah je pogosto dovolj zdravljenje z zaviralci žilnega endotelnega rastnega faktorja, medtem ko je pri večjih in debelejših krvavitvah indicirana vitrektomija s subretinalno aplikacijo tkivnega aktivatorja plazminogena. Pravočasno zdravljenje in individualizirani pristop pomembno izboljšata funkcionalni izid.

**Ključne besede:** submakularna krvavitev, neovaskularna starostna degeneracija makule, zaviralci VEGF, pnevmatski odmik, vitrektomija pars plana.

## UVOD

Submakularna krvavitev (*angl.* submacular haemorrhage, SMH) je vid ogrožajoče stanje, ki zahteva pravočasno in individualizirano zdravljenje. Izbira zdravljenja je odvisna od očesnega in splošnega kliničnega stanja bolnika. Za submakularno krvavitev je značilno kopičenje krvi med nevrosenzorično mrežnico in retinalnim pigmentnim epitelom (RPE). Posledično, predvsem zaradi toksičnega delovanja železa (Fe) na celice RPE in oksidativnega stresa, nastopi nepovratna izguba vida z razvojem atrofije makule in subretinalne fibroze (1).

Najpogostejši vzrok SMH je neovaskularna starostna degeneracija makule (nSDM) (2), zlasti polipoidalna horoidalna vaskulopatija, redkeje retinalna arterijska makroanevrizma, horoidalna neovaskularizacija (CNV) pri miopiji ter poškodbe očesa (3–6).

V desetletni opazovalni raziskavi, ki je zajela 7642 oče 6425 bolnikov, ki so bili zaradi nSDM zdravljeni z zaviralci žilnega endotelijskega rastnega dejavnika (*angl.* vascular endothelial growth factor, VEGF), je bila pojavnost submakularne krvavitve ocenjena na 0,46 % (7).

Bolniki s SMH običajno doživijo nenadno, izrazito izgubo vida, pri čemer je vidna ostrina pogosto slabša od 0,1 (Snellen) oz. 1,0 (logMAR). Z ustreznim zdravljenjem se vidna ostrina v povprečju izboljša za 0,2–0,5 logMAR (Tabela 1). Končni izid je povezan z začetno vidno ostrino ob nastopu krvavitve in s časom do intervencije (7,8).

SMH je lahko tudi prva klinična manifestacija nSDM (9). Dobra vidna ostrina na drugem očesu lahko prispeva k odlašanju obravnave, kar ima lahko neugodne posledice, saj je pravočasnost zdravljenja eden ključnih prognostičnih dejavnikov za izid zdravljenja submakularne krvavitve (10).

**Tabela 1: Izboljšanje vidne ostrine po zdravljenju submakularne krvavitve (neovaskularna starostna degeneracija makule)**

Študija	Metoda	Začetna BCVA (ETDRS)	Končna BCVA (ETDRS)	Povprečno izboljšanje
STAR 2023	PPV + subretinalni tPA + zaviralci VEGF	35–40 črk	45–50 črk (po 3 mesecih)	+8–10 črk (~0,16–0,20 logMAR)
STAR 2023	PD + tPA + zaviralci VEGF	35–40 črk	43–48 črk (po 3 mesecih)	+7–9 črk (~0,14–0,18 logMAR)
Veritti 2024	Zaviralci VEGF (majhne SMH)	40–50 črk	50–60 črk (po 6–12 mesecih)	+8–12 črk (~0,2–0,3 logMAR)
Patikulsila 2022	PPV + subretinalni tPA (velike SMH)	20–25 črk	35–40 črk (po 21,1 ± 16,1 meseca)	+12–15 črk (~0,3–0,5 logMAR)

*Legenda: PPV – vitrekromija pars plana; tPA – tkivni aktivator plazminogena; VEGF – žilni endotelni rastni dejavnik (angl. vascular endothelial growth factor); SMH – submakularna krvavitev (angl. submacular haemorrhage); BCVA – najboljša korigirana vidna ostrina.*

## ZDRAVLJENJE

Cilj zdravljenja je odstraniti kri s področja makule in preprečiti nadaljnjo krvavitve. Z odstranitvijo krvi iz submakularnega prostora zaščitimo RPE in fotoreceptorske celice pred toksičnimi učinki železa (8). Pri izbiri zdravljenja upoštevamo več dejavnikov: bolnikovo splošno stanje, velikost in debelino krvavitve, lego krvavitve glede na foveo, čas od nastopa krvavitve, prisotnost neovaskularne membrane.

Takojšnje ukrepanje je ključno, hitrejše zdravljenje pripomore k boljšemu izidu. Terapevtsko okno je še 7–14 dni od nastanka krvavitve. Po tem

obdobju se prognoza izboljšanja vida pomembno poslabša zaradi izgube fotoreceptorjev in razvoja submakularne fibroze (7,11,12).

Klinični dokazi večinoma temeljijo na retrospektivnih serijah primerov (13–17) in metaanalizah (8); prospektivnih randomiziranih študij je malo (10). Kljub temu obstaja konsenz, da pravočasno in ustrezno izbrano zdravljenje izboljša funkcionalni izid.

Možnosti zdravljenja SMH glede na velikost, debelino in trajanje krvavitve (Tabela 2) povzemamo po citirani literaturi v članku (8,13–16,18–20).

**Tabela 2: Zdravljenje glede na značilnosti submakularne krvavitve**

Velikost SMH (DD)	OCT debelina ( $\mu\text{m}$ )	Trajanje	Priporočeno zdravljenje
$\leq 1$ DD	< 300	$\leq 7$ –10 dni	Zaviralci VEGF
1–2 DD	300–450	$\leq 10$ dni	PD $\pm$ tPA $\pm$ zaviralci VEGF
> 2 DD	> 450–500	$\leq 14$ dni	PD $\pm$ tPA $\pm$ zaviralci VEGF ali PD + tPA $\pm$ zaviralci VEGF
$\geq 3$ –4 DD	> 600	Katerokoli	PPV + subretinalni tPA + plin $\pm$ zaviralci VEGF

*Legenda: SMH – submakularna krvavitev; DD – premer papile (angl. disk diameter); OCT – optična koherentna tomografija; VPP – vitrektomija pars plana; PD – pnevmatski odmik; tPA – tkivni aktivator plazminogena; VEGF – žilni endotelni rastni dejavnik (angl. vascular endothelial growth factor).*

### Monoterapija z zaviralci VEGF

Intravitrealne injekcije zaviralcev VEGF so prva izbira pri manjših ali ekstrafoveolarnih krvavitvah s subretinalno neovaskularno membrano, dokazane so koristi tudi pri nekaterih obsežnejših submakularnih krvavitvah (13–15,18). To je manj invazivna metoda, primerna tudi za večje krvavitve pri tistih bolnikih, pri katerih je sistemsko tveganje za kirurški poseg večje.

**Pnevmatski odmik (Pneumatic Displacement, PD) ± tPA**

To je terapija izbora pri srednje velikih in svežih krvavitvah. Metoda vključuje intravitrealno aplikacijo 0,3–0,5 ml ekspanzivnega plina (žveplov heksafluorid (SF<sub>6</sub>) ali perfluoropropan (C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>)) v kombinaciji z intravitrealnim tkivnim aktivatorjem plazminogena (tPA) (25–50 µg). Ob aplikaciji plina je priporočljiva paracenteza, da se prepreči akutno povišanje očesnega tlaka.

Kombinacija plina in tPA izboljša premik krvi izpod makule (7,17,21). Retrospektivne analize so pokazale statistično pomembno izboljšanje vidne ostrine pri pnevmatskem odmiku v kombinaciji z zdravljenjem z zaviralci VEGF(16).

**Vitrektomija pars plana + subretinalni tkivni aktivator plazminogena ± zaviralci VEGF**

VPP s subretinalno aplikacijo tPA in plinsko tamponado je invazivnejša metoda zdravljenja, indicirana pri večjih, debelejših in starejših krvavitvah (19,20). Verjetnost zapletov je večja.

Nekatere študije kažejo trend boljšega izboljšanja vidne ostrine v primerjavi s pnevmatskim odmikom, tudi pri srednjih submakularnih krvavitvah (21). Vendar randomizirana študija STAR ni pokazala jasne superiornosti kirurškega pristopa glede funkcionalnega izboljšanja v primerjavi s pnevmatskim odmikom ob dodatku zaviralcev VEGF (7).

Kombinacija tPA + zaviralci VEGF + PD ali PPV se pogosto uporablja. Metaanalize kažejo, da kombinirano zdravljenje pomembno izboljša vidno ostrino in poveča verjetnost uspešnega odmika krvavitve ne glede na pot aplikacije (subretinalna ali intravitrealna) tPA (8).

Najpogostejši zapleti po zdravljenju so: ponovitev submakularne krvavitve (5–20 %), hemovitreus (7–23 %), odstop mrežnice (3–10 %) po VPP, redko endoftalmitis (< 1 %)(7,8,17,21).

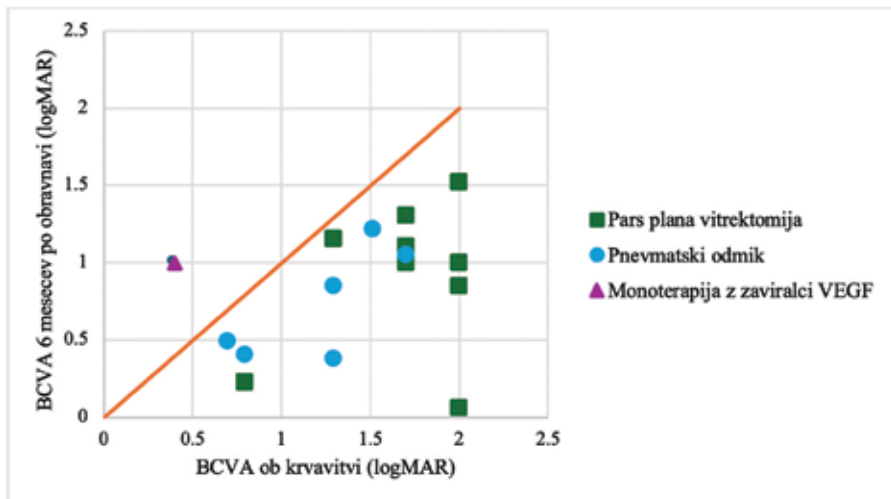
## PREGLED PRIMEROV BOLNIKOV S SUBMAKULARNO KRVAVITVIJO

V nadaljevanju prikazujemo pregled bolnikov s SMH, zdravljenih na Očesni kliniki UKC Ljubljana v obdobju enega leta od 1. 6. 2024 do 31. 5. 2025 in spremljanih še vsaj pol leta po zdravljenju. Obravnavali smo 19 bolnikov, skupno 21 obravnav, saj je pri dveh bolnicah prišlo v opazovanem obdobju do ponovitve krvavitve. Vključeni bolniki so bili v povprečju stari 80 let (razpon 38-93 let), osem (42%) je bilo moških, 11 žensk (58 %).

Najpogostejši vzrok SMH je bila starostna degeneracija s prisotno horoidno neovaskularizacijo – nSDM (16 bolnikov, 84 %). V dveh primerih (11 %) je bila vzrok ruptura makroanevrizme mrežnične arterije, v enem primeru (5 %) Tersonov sindrom.

Med pridruženimi sistemskimi boleznimi je imelo 17 bolnikov (90 %) arterijsko hipertenzijo, 7 bolnikov sladkorno bolezen (37 %), 3 bolniki (16 %) so prejeli antikoagulantno zdravljenje.

Vidna ostrina ob pojavu krvavitve je bila 0,03 (Snellen) oz. 1,52 (logMAR) (razpon 0,01–0,40 (Snellen) / 0,4–2,0 (logMAR); N = 19). Šest mesecev po obravnavi se je vidna ostrina izboljšala na 0,10 (Snellen) oz. 1,0 (logMAR) (razpon 0,03–0,87 (Snellen) / 0,06–1,52 (logMAR); N = 17) (Slika 1). Izboljšanje vidne ostrine je statistično značilno (Wilcoxonov test za pare,  $p < 0,001$ ).



**Slika 1: Izboljšanje vidne ostrine pri posameznem bolniku šest mesecev po obravnavi (N = 18)**

Legenda: BCVA – najboljša korigirana vidna ostrina, predstavljena v vrednosti logMAR. Vsak znak predstavlja enega bolnika. Oranžna črta predstavlja linijo enakosti.

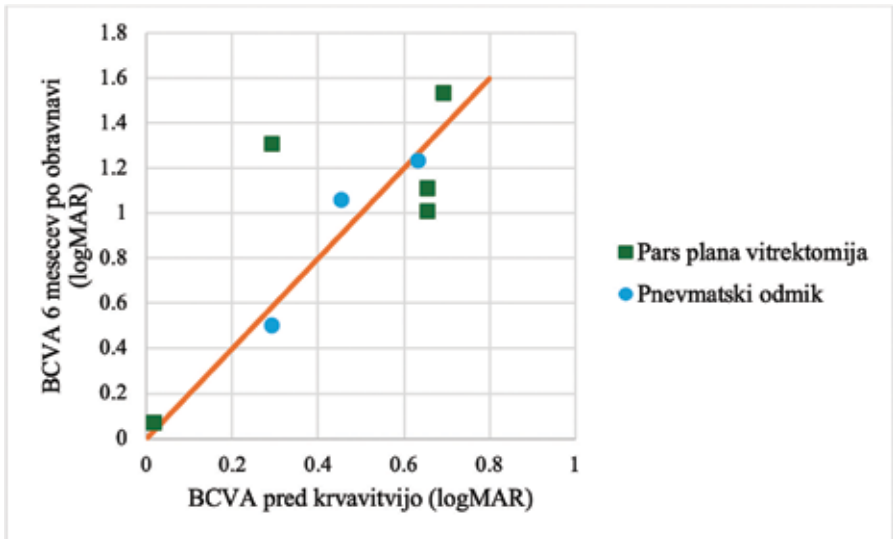
\* Pri dveh bolnikih podatki o vidni ostrini šest mesecev po obravnavi ni bil dostopen, zato na grafu nista predstavljena.

Pri podskupini bolnikov, pri katerih smo imeli na voljo podatke o vidni ostrini pred nastankom krvavitve (N = 8) (tabela 3), je bila vidna ostrina šest mesecev po krvavitvi in obravnavi statistično značilno slabša v primerjavi z obdobjem pred krvavitvijo (Wilcoxonov test za pare,  $p = 0,0078$ ).

**Tabela 3: Primerjava vidne ostrine pred krvavitvijo in šest mesecev pri obravnavi (N = 8)**

Čas	BCVA (mediana (razpon); Snellen)	BCVA (mediana (razpon); logMAR)
Pred krvavitvijo	0,28 (0,20–0,95)	0,55 (0,02–0,70)
6 mesecev po obravnavi	0,08 (0,03–0,87)	1,08 (0,06–1,52)

Legenda: BCVA – najboljša korigirana vidna ostrina.



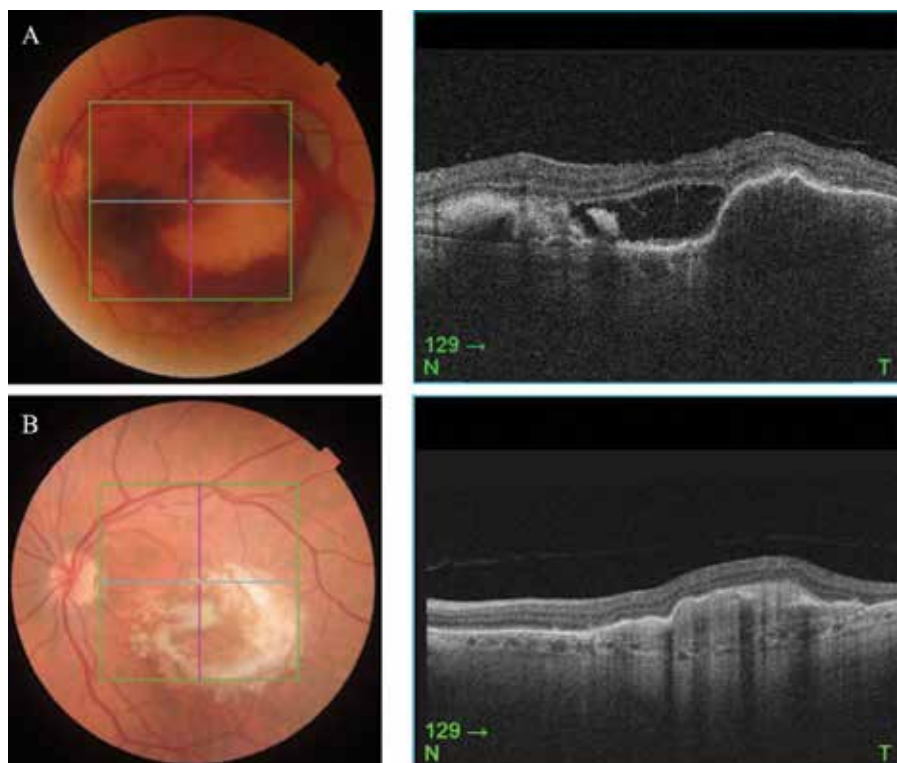
**Slika 2: Primerjava vidne ostrine pred krvavitvijo in 6 mesecev po obravnavi (N = 8)**

Legenda: BCVA – najboljša korigirana vidna ostrina, ki je predstavljena v vrednosti logMAR.

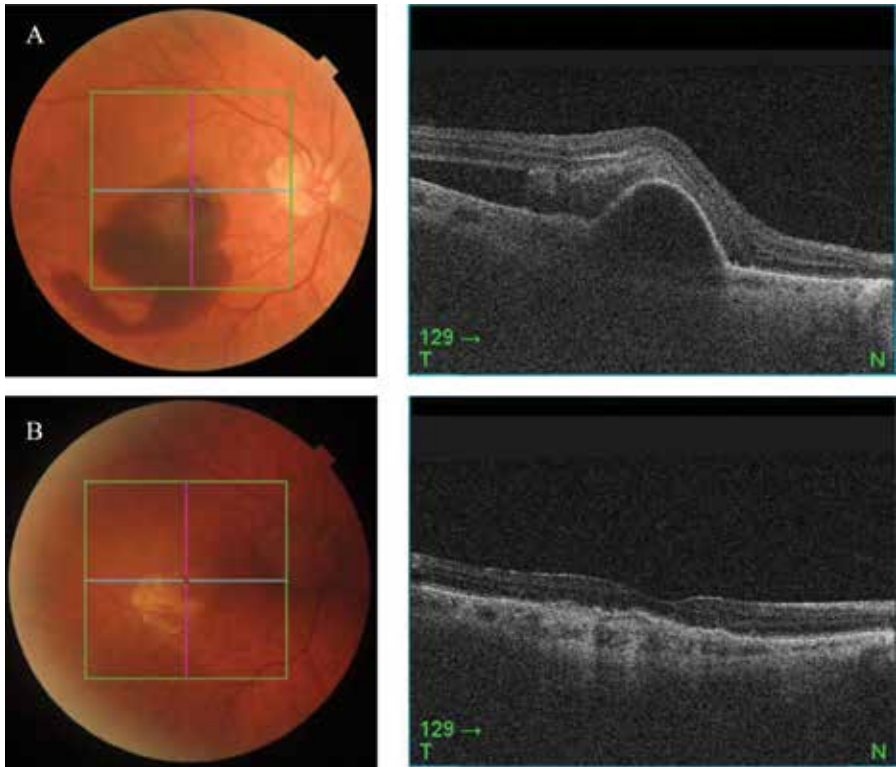
Vsak znak predstavlja enega bolnika. Oranžna črta predstavlja linijo enakosti.

\* Podatki so predstavljeni za 8 bolnikov, za katere smo imeli podatke o vidni ostrini pred krvavitvijo.

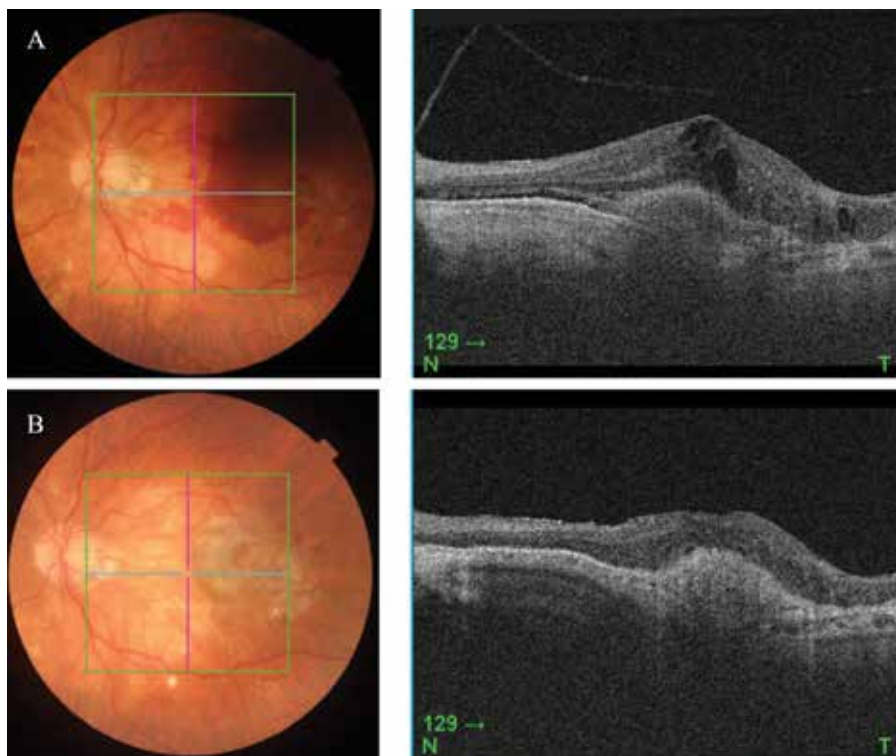
Bolniki so bili zdravljeni z različnimi terapevtskimi pristopi. V enem primeru (5 % obravnav) je bila le intravitrealna aplikacija zaviralca VEGF (Slika 3). V 4 primerih (19 %) je bila PD submakularne krvavitve v kombinaciji z intravitrealno aplikacijo tPA in zaviralcev VEGF (Slika 4), v 3 primerih (14 %) pa PD brez sočasne aplikacije zaviralcev VEGF. Kirurško zdravljenje z vitrektomijo pars plana in subretinalno aplikacijo tPA je bilo izvedeno v 3 primerih (14 %). V 9 primerih (43 %) je bila opravljena vitrektomija pars plana s subretinalno aplikacijo tPA in sočasno intravitrealno aplikacijo zaviralcev VEGF (Slika 5). Pri enem primeru (5 %) s Tersonovim sindromom in krvavitvijo pod notranjo mejno membrano in subretinalno je bila izvedena VPP.



**Slika 3:** Slika očesnega ozadja in optična koherentna tomografija makule pred zdravljenjem submakularne krvavitve z intravitrealno aplikacijo zaviralca VEGF (A) in 1 leto po obravnavi (B). Bolnik je po obravnavi redno prejemal zdravljenje z zaviralci VEGF. (Vir: lasten arhiv)



**Slika 4:** Slika očesnega ozadja in optična koherentna tomografija makule pred zdravljenjem submakularne krvavitve s pnevmatskim odmikom in intravitrealno aplikacijo zaviralca VEGF (A) in 6 mesecev po obravnavi (B). Bolnik je po obravnavi redno prejemal zdravljenje z zaviralci VEGF. (Vir: lasten arhiv)



**Slika 5:** Slika očesnega ozadja in optična koherentna tomografija makule pred zdravljenjem submakularne krvavitve z PPV, subretinalno aplikacijo tPA in intravitrealno aplikacijo zaviralca VEGF (A) in 6 mesecev po obravnavi (B). Bolnik je po obravnavi redno prejemal zdravljenje z zaviralci VEGF. (Vir: lasten arhiv)

## ZAKLJUČEK

Submakularna krvavitev je urgentno, vid ogrožajoče stanje, pri katerem je ključnega pomena zgodnje in individualizirano zdravljenje. Zgodnje zdravljenje pomembno poveča verjetnost funkcionalnega izboljšanja, medtem ko pri pozno zdravljenih ali obsežnih krvavitvah zdravljenje pogosto vodi predvsem k stabilizaciji vida.

Pri manjših krvavitvah monoterapija z zaviralci VEGF pogosto zadostuje, pri srednje velikih submakularnih krvavitvah je učinkovit PD ± tPA ± zaviralci VEGF, medtem ko je pri večjih in debelejših krvavitvah indicirana vitrektomija pars plana s subretinalnim tPA ± zaviralci VEGF. Izbira metode zdravljenja submakularne krvavitve mora temeljiti na velikosti, debelini, lokaciji in trajanju krvavitve ter splošnem stanju bolnika.

#### LITERATURA

1. Toth CA, Morse LS, Hjelmeland LM, Landers MB. Fibrin directs early retinal damage after experimental subretinal hemorrhage. *Arch Ophthalmol.* 1991;109(5):723-9.
2. Avery RL, Fekrat S, Hawkins BS, Bressler NM. Natural history of subfoveal subretinal hemorrhage in age-related macular degeneration. *Retina.* 1996;16(3):183-9.
3. Gibran SK, Romano MR, Wong D. Perfluorocarbon liquid assisted large retinal epithelium patching in sub-macular hemorrhage secondary to age related macular degeneration. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2009;247(2):187-91.
4. Nayak S, Padhi TR, Basu S, Das T. Pneumatic displacement and intra-vitreous bevacizumab in management of sub-retinal and sub-retinal pigment epithelial hemorrhage at macula in polypoidal choroidal vasculopathy (PCV): rationale and outcome. *Semin Ophthalmol.* 2015;30(1):53-5.
5. Thuruthumaly C, Yee DC, Rao PK. Presumed ocular histoplasmosis. *Curr Opin Ophthalmol.* 2014;25(6):508-12.
6. Nakamura H, Hayakawa K, Sawaguchi S, Gaja T, Nagamine N, Medoruma K. Visual outcome after vitreous, sub-internal limiting membrane, and/or submacular hemorrhage removal associated with ruptured retinal arterial macroaneurysms. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2008;246(5):661-9.
7. Gabrielle PH, Maitrias S, Nguyen V, Arnold JJ, Squirrell D, Arnould L, et al. Incidence, risk factors and outcomes of submacular haemorrhage with loss of vision in neovascular age-related macular degeneration in daily clinical practice: data from the FRB! registry. *Acta Ophthalmol.* 2022;100(8):e1569-e78.
8. Veritti D, Sarao V, Martinuzzi D, Menzio S, Lanzetta P. Submacular hemorrhage during neovascular age-related macular degeneration: a meta-analysis and meta-regression on the use of tPA and anti-VEGFs. *Ophthalmologica.* 2024;247(3):191-202.
9. Stanescu-Segall D, Balta F, Jackson TL. Submacular hemorrhage in neovascular age-related macular degeneration: A synthesis of the literature. *Surv Ophthalmol.* 2016;61(1):18-32.
10. Gabrielle PH, Delyfer MN, Glacet-Bernard A, Conart JB, Uzzan J, Kodjikian L, et al. Surgery, Tissue Plasminogen Activator, Antiangiogenic Agents, and Age-Related Macular Degeneration Study: A Randomized Controlled Trial for Submacular Hemorrhage Secondary to Age-Related Macular Degeneration. *Ophthalmology.* 2023;130(9):947-57.

11. Hillenmayer A, Wertheimer CM, Hillenmayer M, Strehle LD, Hartmann LM, Vounotrypidis E, et al. Comparison of different treatment options in submacular haemorrhage. *BMC Ophthalmol.* 2024;24(1):525.
12. Ali Said Y, Dewilde E, Stalmans P. Visual Outcome after Vitrectomy with Subretinal tPA Injection to Treat Submacular Hemorrhage Secondary to Age-Related Macular Degeneration or Macroaneurysm. *J Ophthalmol.* 2021;2021:3160963.
13. Shienbaum G, Garcia Filho CA, Flynn HW, Nunes RP, Smiddy WE, Rosenfeld PJ. Management of submacular hemorrhage secondary to neovascular age-related macular degeneration with anti-vascular endothelial growth factor monotherapy. *Am J Ophthalmol.* 2013;155(6):1009-13.
14. Cho HJ, Koh KM, Kim HS, Lee TG, Kim CG, Kim JW. Anti-vascular endothelial growth factor monotherapy in the treatment of submacular hemorrhage secondary to polypoidal choroidal vasculopathy. *Am J Ophthalmol.* 2013;156(3):524-31.e1.
15. Jain S, Kishore K, Sharma YR. Intravitreal anti-VEGF monotherapy for thick submacular hemorrhage of less than 1 week duration secondary to neovascular age-related macular degeneration. *Indian J Ophthalmol.* 2013;61(9):490-6.
16. Ota H, Takeuchi J, Nonogaki R, Tamura K, Kominami T. Pneumatic Displacement and Anti-VEGF Therapy for Submacular Hemorrhage in Neovascular Age-Related Macular Degeneration: A Retrospective Study. *J Clin Med.* 2025;14(9).
17. Barzelay A, Daniels A, Cohen GY, Barak A, Schwartz S, Katz G. Pneumatic displacement with intravitreal tPA injection versus vitrectomy with sub retinal tPA injection in small and medium sub macular hemorrhages- a multicenter comparative study. *BMC Ophthalmol.* 2024;24(1):218.
18. Mun Y, Park KH, Park SJ, Cho HJ, Kim CG, Kim JW, et al. Comparison of treatment methods for submacular hemorrhage in neovascular age-related macular degeneration: conservative versus active surgical strategy. *Sci Rep.* 2022;12(1):14875.
19. Jeong S, Park DG, Sagong M. Management of a Submacular Hemorrhage Secondary to Age-Related Macular Degeneration: A Comparison of Three Treatment Modalities. *J Clin Med.* 2020;9(10).
20. Patikulsila D, Winaikosol P, Choovuthayakorn J, Watanachai N, Chaikitmongkol V, Kunavisarut P. Pars plana vitrectomy and subretinal tissue plasminogen activator for large exudative submacular hemorrhage: a case series. *BMC Ophthalmol.* 2022;22(1):411.
21. Szeto SKH, Tsang CW, Mohamed S, Lee GKY, Lok JKH, Hui VWK, et al. Displacement of Submacular Hemorrhage Using Subretinal Cocktail Injection versus Pneumatic Displacement: A Real-World Comparative Study. *Ophthalmologica.* 2024;247(2):118-32.

## VITREKTOMIJA PRI OTROCIH

---

*Manca Tekavčič Pompe*

*Očesna klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana*

*Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani*

### IZVLEČEK

**Namen:** Posebnosti pri kirurškem pristopu in značilnosti stanj, ki v otroštvu lahko zahtevajo vitrektomijo pars plana.

**Metode:** Pregled literature ter prikaz najpogostejših očesnih stanj otrok, ki jih kirurško zdravimo z vitrektomijo pars plana.

**Rezultati:** Zaradi anatomskih in patofizioloških posebnosti otroških zrkel je treba prilagoditi kirurško tehniko vitrektomija pars plana. V najzgodnejšem obdobju življenja je retinopatija nedonošenčka stadija 4 in 5 najpogostejši razlog za vitrektomijo pars plana, v najstniškem obdobju pa so to poškodbe zrkla. Vitrektomija pars plana predstavlja kirurško zdravljenje prve izbire tudi za višje stadije bolezni mrežničnega žilja (Coatsova bolezen, družinska eksudativna vitreoretinopatija, inkontinenca pigmenta, Norriejeva bolezen in srpastocelična retinopatija). Pri zdravljenju ohranjene fetalne cirkulacije je vloga vitrektomije pars plana predvsem v sproščanju traksijskih sil in s tem zmanjšanje nevarnosti odstopa mrežnice in razvoja ftize zrkla. Vitrektomija pars plana ima pomembno vlogo tako pri zdravljenju makulopatij, povezanih z razvojnimi nepravilnostmi papile vidnega živca, kot tudi pri zdravljenju odstopa mrežnice pri mrežnično-žilničnih kolobomov.

**Zaključki:** ima pomembno mesto pri zdravljenju vitreoretinalnih bolezni otrok.

**Ključne besede:** vitrektomija pars plana, otroci, retinopatija nedonošenčka, odstop mrežnice, očesne poškodbe, bolezni mrežničnega žilja, razvojne nepravilnosti zrkla.

## UVOD

Pediatrična vitreoretinalna kirurgija, čeprav se izvaja redko, je ključnega pomena za preprečevanje trajne izgube vida in zapletov pri številnih vitreoretinalnih stanjih otrok (1).

Vitrektomija pars plana (VPP) pri otrocih je pogosto zahtevna zaradi anatomskih značilnosti zrkel otrok in kompaktnejše steklovine, ki je močnejše pritrjena na mrežnico kot pri odraslih. Kljub anatomskim oviram se je tehnika VPP pri otrocih nenehno razvijala. Na primer, razvoj minimalno invazivnih sistemov VPP 25- in 27-gauge je zmanjšal pooperativne zaplete in izboljšal rezultate (2,3). Ti napredki so razširili kirurške indikacije za pediatrične vitreoretinalne bolezni in pri marsikaterem stanju pomembno izboljšali prognozo za vid (4).

Ugodnejšo prognozo za vid pri otrocih s pomočjo vitreoretinalne kirurgije tako omogočata napredek v kirurški tehniki kot tudi poglobljeno razumevanje vitreoretinalnih stanj, ki zahtevajo VPP. Stanja, ki pri odraslih zahtevajo ta poseg, so praviloma bolje razumljena, na razpolago je več literature in so pogosto tudi bolje dokumentirana kot stanja pri otrocih. Literatura se pri otrocih večinoma osredotoča na preučevanje kohort s posamezno boleznijo, kot npr. retinopatija nedonošenčka (ROP) (2), odstop mrežnice (5), familiarna eksudativna vitreoretinopatije (FEVR) (6), poškodbe (7). Le redke raziskave se osredotočajo na vse pediatrične indikacije za VPP in vključujejo večje število otrok (4,8).

Da bi zapolnili vrzel, so Lee in sodelavci izpeljali doslej najštevilčnejšo populacijsko študijo. Ugotovili so, da se razlogi za VPP razlikujejo glede na spol in starostno skupino. Fantje so bili več kot dvakrat pogosteje prizadeti kot dekleta. V raziskavo so bili vključeni vsi mlajši od 20 let, ki so imeli v letih 2009–2020 opravljeno VPP v Južni Koreji. Skupaj je bilo vključenih 1913 bolnikov: 83 dojenčkov, 746 otrok in 1084 mladostnikov. Kumulativna incidenca VPP na 100.000 je bila 21,42. Razmerje med dečki in deklicami je bilo 2,4 : 1. Med dojenčki je bila ROP najpogostejši razlog za VPP (72 %). Pri

otročih, starih  $\geq 5$  let, je bil najpogostejši vzrok za VPP odstop mrežnice (63 %), kratkovidnost je bila prisotna pri 30 % preučevane populacije (4).

Zaradi relativno nizke incidence vitreoretinalnih bolezni otrok in zaradi znanih ovir pri pregledu in dokumentaciji očesnih stanj pri otrocih zgodnja diagnoza pogosto predstavlja velik izziv. Zamuda v diagnozi lahko vodi v razvoj proliferativne vitreoretinopatije (*angl.* proliferative vitreoretinopathy, PVR), ki izrazito poslabša prognozo za vid.

V prispevku bodo zato najprej obravnavane anatomske in patofiziološke posebnosti pri otrocih, nato pa najpogostejša stanja, ki vsaj občasno zahtevajo kirurško oskrbo z VPP.

## **ANATOMSKE IN PATOFIZIOLOŠKE POSEBNOSTI PRI OTROCIH**

Vitreoretinalne bolezni v otroškem obdobju predstavljajo skupek različnih patologij, vsaka s svojimi anatomskimi in patofiziološkimi posebnostmi. Kirurško zdravljenje še ne v celoti razvitega očesa, ki dodatno vključuje še anomalije, pušča malo prostora za napake. Zato je zelo pomembno dobro poznavanje razlik v kirurški anatomiji med odraslim in otroškim očesom in posledično prilagoditev kirurške tehnike.

Že na ravni *sprednjega očesnega segmenta* so razlike med novorojenčkovim, dojenčkovim, malčkovim in odraslim očesom zelo očitne. Horizontalni premer roženice ob rojstvu znaša povprečno 10 mm, v starosti 7 let pa 11,7 mm, povprečna globina sprednjega prekata pri novorojenčku znaša 2,1 mm, pri odraslem 3,0–3,2 mm, novorojenček ima bolj ploščato roženično krivino kot odrasli, leča je bolj sferična in relativno debelejša kot pri odraslem, poleg tega je leča pri otroku mehkejša in v stiku s sprednjim delom steklovine (9).

Ena najpomembnejših razlik med otroškim in odraslim očesom je *širina predela pars plana*, saj ta določa mesto za sklerotomijo in že napaka v 1 mm lahko vodi v poškodbo leče ali mrežnice. Pri nedonošenčku pars plana še ni v celoti razvita, zato meri manj kot 2 mm, v starosti 1–2 let doseže

povprečno širino 3,3 mm, po 6. letu starosti pa pars plana doseže širino, primerljivo odraslemu očesu. Tabela 1 prikazuje priporočeno oddaljenost sklerotomije od limbusa pri posamezni starosti otroka (10).

**Tabela 1: Priporočila za položaj sklerotomij pri različnih starostih otroka (Povzeto po Wright in sod, 2018)**

	Razdalja od limbusa v mm					
Starost	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
otroka	1–3 mes.	4–7 mes.	8–12 mes.	18–24 mes.	3–5 let	6–12 let

Kirurgu je za natančnejšo določitev predela pars plana v različnih starostnih obdobjih in ob različnih razvojnih anomalijah zrkel lahko v pomoč tudi transskleralna presvetlitev, s pomočjo katere si lahko prikaže oro serato in pars plano.

Naslednja pomembna razlika med odraslim in otroškim zrklo je **aksialna dolžina zrkla**, ki ob rojstvu v povprečju meri 16,8–17,7 mm in predstavlja približno 70 % odrasle aksialne dolžine. Zrklo se v prvem letu starosti v povprečju podaljša za 3,5 mm, nato pa se rast precej upočasni in znaša povprečno 0,1 mm na leto v starostnem obdobju 3–14 let (9).

Volumen zadnjega očesnega segmenta predstavlja ob rojstvu manj kot polovico odraslega, a volumsko razmerje leča : zrklo je pri otroku večje kot pri odraslem. Dojenčkova **leča** je debelejša in bolj sferična, kar še dodatno oteži kirurški dostop. Zaradi relativno velike očesne leče so v preteklosti vitreoretinalne posege v najzgodnejšem obdobju izvajali po predhodni odstranitvi leče, v zadnjem obdobju pa se vse bolj uveljavlja kirurška tehnika, ki omogoča ohranitev očesne leče (*angl.* lens-sparing vitrectomy), ki zahteva tak položaj kirurških inštrumentov znotraj očesa, ki čim bolj zmanjša možnost dotika leče, saj iatrogena poškodba leče pri otroku običajno vodi v razvoj sive mrene. Trokarje in ostale kirurške inštrumente kirurg vstavi v oko vzporedno z optično osjo (10).

Ker imajo otroci nižji sistolični krvni tlak kot odrasli, je nevarnost za iatrogeno zaporo centralne mrežnične arterije večja kot pri odraslem. Zato je treba intraoperativno vzdrževati nižji znotraj očesni tlak (11). Beločnica pri otroku je bolj elastična in manj rigidna kot pri odraslem, pri mlajših otrocih pa tanjša kot pri starejših. Zaradi tanjše beločnice in njenih ostalih lastnosti pri otroku je vstavev trokarjev lahko nevarna za poškodbo zadnjega očesnega segmenta, intraoperativno pa lažje pride do izpada irigacijske kanile, zato se kirurg pri otroku pogosteje kot pri odraslem odloči za vstavev kirurških inštrumentov brez trokarjev in za vžitje irigacijske kanile. Običajno sklerotomije po opravljeni VPP pars plana pri otroku zahtevajo zaporo s šivom.

Pri otroku je *steklovina* kompaktnjša, dobro formirana in močneje pritrjena na mrežnico kot pri odraslem (11). Nastanek PVR je pri otroku pogostejši, še posebej po dotiku leče, iatrogenih raztrganinah mrežnice in retinotomiji. Tvorba fibrina in burna imunska reakcija v povezavi z nastankom PVR je zato pričakovan odziv na VPP v pediatrični populaciji.

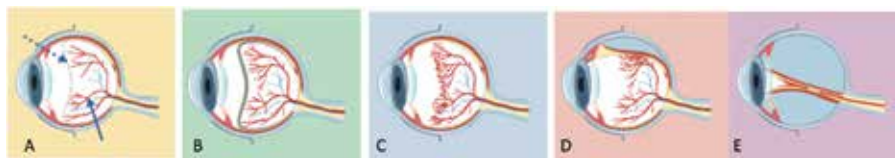
Mrežnica je pri otroku močneje pritrjena na retinalni *pigmentni epitel (RPE)* kot pri odraslem, kar je treba upoštevati pri subretinalni aplikaciji novejših zdravil (npr. gensko zdravljenje). Za aplikacijo zdravila v zeleni predel je zaradi močnih adhezijskih sil pogosto potrebnih več subretinalnih mehurčkov. Najverjetneje pa so fiziološke adhezije med mrežnico in RPE tudi razlog za perifovealno atrofijo horioretine po aplikaciji doslej prvega odobrenega genskega zdravila voretigene neparvovec-rzyl (Luxturna) (12).

## **OČESNA STANJA, KI V OTROŠTVU NAJPOGOSTEJE ZAHTEVAJO VITREKTOMIJO PARS PLANA**

### **Retinopatija nedonošenčka**

ROP je bolezen mrežničnega žilja, ki se pojavi pri prezgodaj rojenih otrocih. Poleg nizke gestacijske starosti in majhne porodne teže, ki sta glavna dejavnika tveganja za razvoj ROP, obstajajo še številni dejavniki, kot so npr. sepsa, razvoj nekrotizantnega enterokolitisa, anemija, potreba po transfuziji, nihanja saturacije kisika v krvi in še mnogi drugi, ki pri nezrelem

nedonošenčku upočasnjujejo nadaljevanje vaskularizacije mrežnice in posledično spodbujajo razvoj težjih oblik ROP. Na pojav težjih oblik ROP v našem okolju vpliva tudi razvitost neonatalne medicine, saj z njenim vzponom preživijo vse mlajši, manj razviti in bolj bolni otroci, ki imajo posledično težji potek ROP. Kljub temu da večina ROP spontano regredira in se mrežnica vaskularizira do ore serate, pa manjši delež otrok z ROP zahteva zdravljenje, ki je večinoma omejeno na lasersko fotokoagulacijo periferne mrežnice ali aplikacijo zaviralcev žilnega endotelijskega rastnega dejavnika (*angl.* vascular endothelial growth factor, VEGF) intravitrealno. V redkih primerih pa bolezen napreduje v stopnjo 4 ali celo 5, ki predstavljata delni oz. popolni odstop mrežnice. Stopnjo ROP 4 delimo na 4a, ki predstavlja trakcijski odstop mrežnice brez vključene makule (*angl.* macula on), in 4b, ki vključuje tudi makulo (*angl.* macula off). Stopnjo 5 pa podrobneje delimo na 5a, pri kateri je vidna papila, in 5b, pri kateri papila ni več vidna. Zdravljenje stopenj ROP 4 in 5 je izključno kirurško, s VPP oz. v redkih primerih ROP 4a s klasično operacijo odstopa mrežnice s skleralno plombo (13). Slika 1 je shematski prikaz stopenj ROP od 1 do 5.



**Slika 1: Shematski prikaz stopenj retinopatije nedonošenčka 1 do 5 (Vir: Letak za starše otrok z ROP, 2026)**

- A) ROP 1. stopnje: Žile (polna puščica) mrežnice se razvijajo od zadnjega proti sprednjemu delu očesa. Vidna je tanka črta (črtkana puščica), ki razmejuje ožiljeno in neožiljeno mrežnico.
- B) ROP 2. stopnje: Tanka črta postane izrazitejša (greben).
- C) ROP 3. stopnje: Ob grebenu začnejo nastajati nove, neurejene žile.
- D) ROP 4. stopnje: Nove žile se bočijo v steklovino in ob tem vlečejo mrežnico. Pride do delnega odstopa.
- E) ROP 5. stopnje: Popolni odstop mrežnice.

Na kirurško tehniko VPP vpliva predvsem velikost zrkla nedonošenčka, saj kirurg praviloma vstopa v vitrealni prostor 1 mm za limbusom. Leča je pri nedonošenčku relativno velika, zato je pogosto težje izpeljati poseg z ohranitvijo očesne leče in jo je zato včasih treba intraoperativno odstraniti. Operativno zdravljenje odstopa mrežnice v okviru ROP ima relativno slab anatomski in funkcionalni izid (14), dolgotrajno spremljanje teh otrok pa je pokazalo, da je incidenca ponovnega odstopa mrežnice kljub ugodnemu začetnemu anatomskemu izidu visoka. Najpogostejša intraoperativna zapleta sta iatrogena raztrganina mrežnice (5 %) in dotik leče s posledičnim razvojem katarakte (7 %), postoperativna pa sekundarni glavkom (13 %) in hematovitreus (6 %) (15).

Kljub relativno slabšim daljnoročnim anatomskim in funkcionalnim izidom v primerjavi z ostalimi vitreoretinalnimi stanji pri otrocih pa je kohortna raziskava 84 očes 60 otrok z ROP 4 do 5 pokazala, da je po skoraj desetletnem sledenju najboljša dosežena vidna ostrina v skupini z ROP 4a 0,6, v skupini ROP 4b 0,3, v skupini z ROP 5 pa 0,1. Največ ponovnih odstopov mrežnice je bilo zabeleženih v skupini ROP 5 (15).

Na Očesni kliniki UKC Ljubljana smo v zadnjih petih letih obravnavali 8 očes štirih nedonošenčkov, od tega 6 očes 3 nedonošenčkov z ROP stopnje 4 in dve očesi enega nedonošenčka s premakularno krvavitvijo ob agresivni posteriorni obliki ROP (A-ROP). Pri vseh očeh je bila opravljena 25 g VPP z ohranitvijo očesne leče. Pri 5 očesih z ROP stopnje 4 smo z razrešitvijo trakcije dosegli stabilizacijo kliničnega stanja in trajni poleg mrežnice. Pri enem očesu z ROP stopnje 4 je prišlo zaradi napredovale periferne trakcije ob vstopu v steklovinski prostor do popolnega odstopa mrežnice. Pri obeh očesih s premakularno krvavitvijo smo vzpostavili sprostitev vidne osi (16).

### **Regmatogeni odstop mrežnice**

Regmatogeni odstop mrežnice (ROM) pri otroku je redko stanje, ki zajema 3–12 % vseh ROM (17,18). Ker je pogosto diagnoza pozna, zdravljenje pa manj uspešno zaradi izrazite tvorbe PVR in že odstople makule v času diagnoze, predstavlja ROM pri otrocih zahtevno stanje, tako z vidika diagnoze kot zdravljenja.

Najpomembnejši dejavniki tveganja za nastanek ROM pri otroku so poškodba, visoka kratkovidnost, afakija, predhodni intraokularni kirurški posegi in različne prirojene in razvojne anomalije (19).

Glavni kirurški metodi zdravljenja sta klasični pristop s skleralno plombo in VPP, pri istem ROM sta lahko uporabljene tudi obe metodi. Katera od metod bo uporabljena prva, je odvisno od števila mrežničnih raztrganin, prisotnosti PVR, starosti otroka in kirurške izkušnosti v posamezni kirurški tehniki. Nekatere kohortne raziskave, ki preučujejo ROM pri otrocih, opisujejo uporabo skleralne plombe kot pogostejše metode (20), druge pa kot prvo izbiro uporabijo VPP (21,22). Pri okrog 10 % oče je potrebno primarno in nato še sekundarno kirurško zdravljenje (21,22).

Anatomski uspeh je pri ROM otrok slabši kot pri ROM odraslih in je dosežen pri 60–80 % oče po primarnem posegu (21,22), ponovni odstop se pojavi pri 30 % (22). Anatomski uspeh je med drugim odvisen tudi od vzroka za nastanek ROM in je praviloma boljši po poškodbi kot pri visoki kratkovidnosti (22). Izboljšanje vidne funkcije glede na predoperativno stanje je doseženo v več kot 85 % (20–22), glavni vzrok za slab funkcionalni izid je PVR. Tabela 2 prikazuje klinične značilnosti, ki so pomembne pred zdravljenjem otroka z ROM, saj vplivajo na anatomski in funkcionalni izid, lahko pa tudi na izbiro primarnega posega.

**Tabela 2: Klinični parametri, ki vplivajo na prognozo regmatogenega odstopa pri otroku in odločitev o izbiri primarne metode kirurškega zdravljenja**

Makula	PVR	Raztrganina	Leča	Refrakcija	Poškodba
– Leži – Odstopljena: – delno – v celoti	– Brez – PVR v 1–4 kvadrantih	– Posamezna podkvasta – Številne raztrganine ob palisadni degeneraciji – Številne podkvaste – Posamezna okrogla – Številne okrogle – Dializa – Gigantska raztrganina	– Čista – Katarakta – IOL – Afakija	– Emetropija – Daljnovidnost – Kratkovidnost – Visoka kratkovidnost	– Topa – Odprta

*PVR – proliferativna vitreoretinopatija; IOL– umetna znotrajočesna leča*

### Poškodbe

VPP je v različnih kohortnih raziskavah pediatrične populacije v 13–30 % izvedena zaradi poškodbe zrkla (4,8). Odprta poškodba zrkla predstavlja skoraj polovico vseh VPP pri otrocih zaradi poškodb, sledi odstop mrežnice, dializa mrežnice, travmatska makularna luknja (TML) in poškodbe zaradi trpinčenja otrok, ki vključujejo predvsem preretinalne krvavitve (8).

Odprte poškodbe zrkla so pogostejše pri fantih kot pri dekletih, razmerje je 3 : 1. Primarna oskrba navadno zahteva zaporo roženične, skleralne ali kombinirane laceracije, VPP pa predstavlja sekundarno kirurško oskrbo. V avstralski kohorti 124 otrok je bil povprečno potreben več kot en poseg VPP za doseg ugodnega anatomskega stanja (8). Najpogosteje je VPP po odprti poškodbi zrkla potrebna zaradi odstopa mrežnice ali hematovitreusa.

Indikacija za VPP po poškodbi zrkla je tudi pojav TML pri otroku. Pregledni članek Helmeya in sodelavcev je primerjal konservativno zdravljenje (opazovanje) s VPP znotraj 1 meseca po poškodbi (zgodnja VPP) in VPP po dopolnjenem 1 mesecu od poškodbe (odložena VPP). Anatomiški in funkcionalni izid je bil ugodnejši po uporabi VPP in primerljiv ob zgodnjem in odloženem zapiranju foramna (23). Kljub temu pa je konservativno zdravljenje TML pri otrocih utemeljeno takrat, kadar z OCT izmerimo majhen linearni premer, saj se približno 30 % majhnih TML zapre spontano (24).

Eden pomembnejših vzrokov za potrebo po VPP pri otrocih je tudi udarjanje z glavo ob trdo podlago, kar je relativno pogosta oblika vedenja otrok z razvojno-vedenjskim primanjkljajem zaradi različnih vzrokov. Kohortne raziskave otrok, ki preučujejo potrebo po VPP, ločeno identificirajo tudi to skupino otrok. Pri njih je pogost odstop mrežnice in hematovitreus, ki sta praviloma ugotovljena pozno, saj omenjeni otroci sodijo v skupino otrok, pri katerih je temeljit oftalmološki pregled najtežje opraviti. V avstralski kohorti je bilo takih otrok 5 % (8), južnokorejska nacionalna raziskava pa je identificirala visok delež otrok z odstopom mrežnice, ki imajo atopijski dermatitis (30 %), in povezala odstop mrežnice s pogostim mencanjem oči in pritiskanjem na zrkla (4).

### **Vloga vitrektomije pars plana pri zdravljenju boleznih mrežničnega žilja v otroškem obdobju**

#### *Coatsova bolezen*

Coatsova bolezen je eksudativna retinopatija, ki jo pogosto ugotovimo v zgodnjem otroštvu. Pogosteje (v 90 %) se pojavi pri fantih. Izolirana Coatsova bolezen je sporadična, sindrom Coats plus pa ima lahko pridružene sistemske nepravilnosti in se deduje avtosomno recesivno (mutacija v genu STN1). Pred začetkom zdravljenja jo moramo diferencialno diagnostično ločiti predvsem od retinoblastoma. Tabela 3 prikazuje klinične značilnosti, ki lahko pomagajo ločiti Coatsovo bolezen od retinoblastoma (25).

**Tabela 3: Klinične značilnosti Coatsove bolezni in retinoblastoma (Prirejeno po Üçgöl AY in Özdek S, 2023)**

	<b>COATS</b>	<b>RB</b>
<b>Odsev očesnega ozadja</b>	Rumen (ksantokoria)	Sivo-bel (levkokoria)
<b>UZ (scan B)</b>	Akustično čista subretinalna tekočina in srednje reflektivni subretinalni eksudati. Pri napredovali bolezni pa višje reflektivni odboji zaradi oseozone metaplazije RPE.	Solidna tvorba s senco, visokoreflektivni gosti odboji kalcinacij.
<b>CT</b>	V 20 % kalcinacije v subretinalni tekočini	Kalcinacije znotraj tumorja
<b>MRI</b>	Subretinalna tekočina je hiperintenzivna na T1 in T2.	Tumor je hiperintenziven na T1 in hipointenziven na T2
<b>Družinska anamneza</b>	Negativna	Pri hereditarni obliki pozitivna

*Legenda: Coats – Coatsova bolezen; RB – retinoblastom; UZ – ultrazvok; RPE – retinalni pigmentni epitelij; CT – računalniška tomografija; MRI – magnetnoresonančna tomografija.*

Začetne stopnje bolezni lahko omejimo z lasersko koagulacijo in kriokoagulacijo mrežnice, subretinalno tekočino lahko dreniramo transskleralno in nato dodamo laser ali krio. V zadnjem obdobju pa napredovale stopnje Coatsove bolezni lahko zdravimo tudi s VPP ob dodatku zaviralcev VEGF intravitrealno. Vidna prognoza je odvisna predvsem od prizadetosti fovee, subfovealna tekočina se v napredovalih stopnjah bolezni organizira v nodus, ki pogosto pomeni slabo prognozo. Na tej stopnji bolezni je namen VPP predvsem ohranitev zrkla (26). Tabela 4 prikazuje posodobljeni klasifikacijski sistem za Coatsovo bolezen (26).

**Tabela 4: Posodobljeni klasifikacijski sistem za Coatsovo bolezen (Prirejeno po Daruich in sod., 2017)**

Stopnja	Definicija	Predlagano zdravljenje
1	Mrežnične teleangiektazije	LFK ali opazovanje
2A	Teleangiektazije z ekstrafovealno eksudacijo	LFK ± antiVEGF
2B	Teleangiektazije in eksudacija v fovei (2B1 brez subfovalnega nodusa; 2B2 subfovealni nodus)	LFK ± antiVEGF
3A	Delni eksudativni odstop mrežnice (3A1 z ekstrafovealno prizadetostjo; 3A2 s fovealno prizadetostjo)	LFK ali KRIO, transsklernalna drenaža subretinalne tekočine ± antiVEGF
3B	Popolni eksudativni odstop mrežnice	LFK ali KRIO, transsklernalna drenaža subretinalne tekočine ± antiVEGF, PPV
4	Popolni eksudativni odstop mrežnice in glavkom	LFK ali KRIO, transsklernalna drenaža subretinalne tekočine ± antiVEGF, PPV Opazovanje
5	Končni stadij bolezn	Opazovanje, če je stanje asimptomatsko Enukleacija ob bolečem očesu.

*Legenda: LFK – laserska fotokoagulacija; antiVEGF – zaviralci endotelnih žilnih rastnih faktorjev; KRIO – kriokoagulacija; PPV – vitrektomija pars plana.*

### **Družinska eksudativna vitreoretinopatija**

Družinska eksudativna vitreoretinopatija (FEVR) je obojestranska razvojna bolezen mrežničnega žilja, ki jo zaznamujeta avaskularna mrežnica in omejena diferenciacija že razvitega žilja. Znanih je že več genov, ki so udeleženi v mrežnični angiogenezi (NDP, FZD4, LRP5, TSAN12, ZN408, KIF11, CTNNB1 idr.) in predstavljajo približno 50 % FEVR. Opisano je avtosomno dominantno, avtosomno recesivno in na X vezano dedovanje. Zaradi družin z X vezano obliko bolezn, je skupna prizadetost moških nekoliko večja. Glavna značilnost bolezn so periferna avaskularna mrežnica, vitreopatija in različna stopnja eksudacije (27). Večina raziskav se osredotoča na

vaskularizacijo mrežnice, a je vse več namigov, da gre pri FEVR tudi za zamik v razvoju nevretine in posledično slabšem delovanju ganglijskih celic mrežnice, kar ima za posledico slabo vidno ostrino kljub odsotnosti eksudacije in normalni vaskularizaciji zadajšnjega pola (28). Tabela 5 prikazuje trenutno največ uporabljano klasifikacijo FEVR, ki poleg izgleda očesnega ozadja vključuje še izid fluoresceinske angiografije (29).

**Tabela 5: Klasifikacija družinske eksudativne vitreoretinopatije (klinični in z uporabo fluoresceinske angiografije) (Povzeto po Kashani in sod., 2014)**

Stopnja	Značilnosti
1	Avaskularna periferija mrežnice ali anomalna intraretinalna vaskularizacija 1A: brez eksudacije ali puščanja na FA 1B: z eksudacijo ali puščanjem na FA
2	Avaskularna periferija mrežnice z ekstraretinalno vaskularizacijo 2A: brez eksudacije ali puščanja na FA 2B: z eksudacijo ali puščanjem na FA
3	Odstop mrežnice izven makule 3A: brez eksudacije ali puščanja na FA 3B: z eksudacijo ali puščanjem na FA
4	Delni odstop mrežnice, ki vključuje makulo 4A: brez eksudacije ali puščanja na FA 4B: z eksudacijo ali puščanjem na FA
5	Popolni odstop mrežnice 5A: odprti tunel 5B: zaprti tunel

*Legenda: FA – fluoresceinska angiografija.*

Zdravljenje FEVR je odvisno od stopnje bolezni. Večina raziskav priporoča lasersko fotokoagulacijo avaskularne mrežnice. Mesto VPP je predvsem pri zdravljenju trakcijskega in regmatogenega odstopa mrežnice, pri odstranjevanju hematovitreusa zaradi krvavitve iz abnormnih žil ter pri zelo

izraženi vitreopatiji. Cilj zdravljenja je doseči popolno naleganje mrežnice in kontrolo eksudacije z LFK periferne mrežnice.

### *Inkontinenca pigmenta*

Inkontinenca pigmenta (IP) je kompleksno stanje, ki ima sistemske in očesne značilnosti. Zaradi nevarnosti progresivne mrežnične ishemije, neovaskularizacije in velike verjetnosti trakcijskega in regmatogenega odstopa mrežnice je treba otroke z IP pregledati čim prej in jih redno oftalmološko spremljati. IP je sindromska bolezen, ki poleg oči prizadane še kožo (v 100 %, tipično prvi znaki), centralno živčevje in zobe. Bolezen se deduje na X vezano avtosomno dominantno in je večinoma letalna za moške zarodke, zato je 97 % bolnikov z IP ženskega spola. Pri IP gre v 80 % za mutacijo v IKBKG genu na kromosomu X. Gre za vnetno pogojeno zaporo (mrežničnega) žilja, ki vodi v ishemijo in nastanek neovaskularizacije. Glavni cilj zdravljenja IP je preprečevanje nastanka neovaskularizacije in posledičnega odstopa mrežnice. Zdravljenje je podobno zdravljenju ROP, saj gre pri obeh stanjih za nepopolno oz. odsotno periferno vaskularizacijo mrežnice. Zajema lasersko foto- ali kriokoagulacijo avaskularne mrežnice, aplikacijo zaviralcev VEGF in VPP (30).

### *Norriejeva bolezen*

Norriejeva bolezen (NB) je redko stanje, ki ga zaznamuje nepravilen razvoj mrežnice. Deduje se na X vezano recesivno in zato prizadane dečke. Gre za mutacijo v genu NDP, ki kodira protein Norrin, ki igra pomembno vlogo pri razvoju žilja in živčne plasti mrežnice in notranjega ušesa. Značilen je nastanek hematovitreusa in odstop mrežnice v najzgodnejšem obdobju življenja, zato je sum na stanje postavljen pogosto šele, ko novorojenček kaže znake izrazite slabovidnosti ali slepote. V primeru nepopolnega odstopa mrežnice je na mestu zgodnja VPP (31).

### *Srpastocelična retinopatija*

Srpastocelična retinopatija (SCR) predstavlja najpogostejši razlog za slabovidnost pri otrocih s srpastocelično anemijo, ki jo uvrščamo med najpogostejše hemoglobinopatije. Glede resnosti klinične slike SCR delimo v pet stopenj, ki so prikazane v tabeli 6 (32).

**Tabela 6: Klasifikacija srpastocelične retinopatije (Prirejeno po Goldbergu)**

Stopnja	Klinične značilnosti SCR
I	Okluzije perifernih mrežničnih arterij
II	Periferne arteriovenske anastomoze
III	Neovaskularna in fibrozna proliferacija
IV	Hematovitreus
V	Odstop mrežnice

*Legenda: SCR – srpastocelična retinopatija.*

Stopnji I in II predstavljata neproliferativno SCR, stopnje III do V pa proliferativno SCR. Odstop mrežnice je lahko trakcijski ali regmatogeni. Čeprav so periferne mrežnične spremembe glavna klinična značilnost SCR, je zaradi pogostih epizod zapore arterij in posledične ishemije v večini primerov prizadeta tudi makula. Zdravljenje zajema lasersko fotokoagulacijo kot preventivo razvoja stopenj IV in V. Kadar bolezen doseže najvišji stopnji, pa je edino učinkovito kirurško zdravljenje s VPP.

### **Vloga vitrektomije pars plana pri zdravljenju razvojnih nepravilnosti zrkla v otroškem obdobju**

#### *Ohranjena fetalna cirkulacija*

Ohranjena fetalna cirkulacija (*angl.* persistent fetal vasculature, PFV) je prirojena razvojna nepravilnost zrkla, do katere pride zaradi nepopolne regresije primarnega embrionalnega vitreusa in hialoidne arterije, kar ima za posledico popolno ali delno ohranitev tunike vaskuloze leče in hialoidne arterije. Običajno gre za enostransko prizadetost pri otroku, ki je rojen ob roku in nima pridruženih sistemskih znakov, redko pa se PFV lahko pojavi tudi v okviru sindromov, kot so Walker-Warburgov sindrom, Aicardijev sindrom in trisomije 13, 15 in 18. V teh primerih je PFV lahko obojestranska. Klinično PFV delimo na anteriorno, posteriorno in mešano.

Za *anteriorno PFV* je značilna retrolentarna fibrovaskularna membrana, ki je lahko izolirana ali v kombinaciji s skaljeno lečo. Prizadeto zrklo je običajno mikroftalmično.

Za *posteriorno PFV* je značilna šotorasta epiretinalna ali vitrealna membrana in/ali posteriorni ostanek hialoidne arterije, ki se boči v steklovino. Ta oblika PFV je redko izolirana brez prizadetosti sprednjega dela očesa.

Kadar se posteriorna PFV pojavi v kombinaciji z ohranjeno tuniko vaskulozo leče in različno stopnjo lečne skalitve, govorimo o *mešani PFV*. Diferencialnodiagnostično pridejo v poštev retinoblastom, ROP stopenj 4 in 5, Norriejeva bolezen, FEVR, Coatsova bolezen in toksokariaza.

Ker je klinična slika raznolika, je tudi zdravljenje PFV zelo različno. Glavne težave, ki jih poskušamo rešiti kirurško, so motni optični mediji in stalne trakcijske sile, ki lahko sčasoma privedejo do sekundarnih zapletov, kot so odstop mrežnice, glavkom, odstop ciliarnika, ftiza zrkla. Vloga VPP pri očeh s PFV je predvsem pri sproščanju trakcijskih sil in s tem omogočanje mrežnici, da se ponovno poleže, možnost razvoja ftize zrkla pa se zmanjša (33).

### ***Kolobomi***

V času 5. do 7. tedna gestacije lahko pride do nepopolnega zapiranja embrionalne fisure, kar ima za posledico nastanek koloboma. Če pride do nepopolnega zapiranja anteriornega dela embrionalne fisure, nastane kolobom šarenice, ciliarnika ali žilnice v spodnjem nazalnem kvadrantu. Če pa pride do nepopolnega zapiranja posteriornega dela embrionalne fisure, nastane kolobom papile vidnega živca. Incidenca očesnih kolobomov je okrog 1/10.000 rojstev, v 50 % so obojestranski (34). Najpogostejši vitreoretinalni zaplet retinohoroidalnih kolobomov je odstop mrežnice, ki se pojavi pri 30–40 % po dolgotrajnem sledenju (35). Operativno zdravljenje odstopa mrežnice večinoma obsega VPP in tamponado s silikonom, saj so ponovni odstopi mrežnice pri očeh s kolobomom pogostejši po tamponadi s plinom kot s silikonskim oljem (36).

***Makulopatija, povezana z razvojnimi nepravilnostmi papile vidnega živca***

Z razvojem makulopatije so povezana tri stanja, ki jih štejemo med razvojne nepravilnosti papile vidnega živca: jamica na papili (*angl.* optic disc pit), kolobom papile in anomalija papile »morning glory«. Do razvoja makulopatije pride zaradi persistentne subretinalne tekočine, ki prihaja bodisi iz steklovine bodisi iz subarahnoidnega prostora. Prva izbira zdravljenja je VPP z luščenjem notranje mejne membrane ali brez luščenja in tamponada s plinom (37).

**ZAKLJUČKI**

1. VPP ima pomembno mesto pri zdravljenju vitreoretinalnih bolezni otrok.
2. Zaradi anatomskih in patofizioloških posebnosti otroških zrkel je treba kirurško tehniko prilagoditi.
3. V prispevku so ločeno obravnavani najpogostejši vzroki za VPP pri otroku: v najzgodnejšem obdobju življenja je to ROP stadijev 4 in 5, v najstniškem obdobju pa so to poškodbe zrkla.
4. VPP predstavlja kirurško zdravljenje prve izbire tudi za višje stadije bolezni mrežničnega žilja (Coatsova bolezen, FEVR, IP, Norriejeva bolezen in SCR).
5. Pri zdravljenju PFV je vloga VPP predvsem v sproščanju traksijskih sil in s tem zmanjšanje nevarnosti odstopa mrežnice in razvoja ftize zrkla.
6. Zaplet mrežnično-žilničnih kolobomov je v > 30 % odstop mrežnice, ki ga rešujemo s VPP.
7. VPP ima pomembno vlogo tudi pri zdravljenju makulopatij, povezanih z razvojnimi nepravilnostmi papile vidnega živca.

**LITERATURA**

- 1 *Aznabayev MT, Aznabayev RA, Kazakbayev AG, Iskandarov RH. Vitreous surgery in children. Doc Ophthalmol. 1994;86(4):381–6.*
- 2 *Shah PK, Narendran V, Kalpana N. Safety and efficacy of simultaneous bilateral 25-gauge lens-sparing vitrectomy for vascularly active stage 4 retinopathy of prematurity. Eye (Lond). 2015;29(8):1046–50.*
- 3 *Ung C, Yonekawa Y, Chung MM, et al. 27-gauge pars plana/plicata vitrectomy for pediatric vitreoretinal surgery. Retina. 2023;43(2):238–42.*

- 4 Lee JY, Kim K, Bae K. Contemporary Patterns and Underlying Causes of Vitrectomy in Pediatric and Adolescent Patients: A Nationwide, Population-Based Analysis. *Am J Ophthalmol.* 2024;261:28–35.
- 5 Smith JM, Ward LT, Townsend JH, et al. Rhegmatogenous retinal detachment in children: clinical factors predictive of successful surgical repair. *Ophthalmology.* 2019;126(9):1263–70.
- 6 Pendergast SD, Trese MT. Familial exudative vitreoretinopathy. Results of surgical management. *Ophthalmology.* 1998;105(6):1015–23.
- 7 Liu X, Wang L, Yang F, et al. Surgical management and outcomes of pediatric open globe injuries requiring vitrectomy. *Eur J Ophthalmol.* 2022;32(1):546–52.
- 8 Bai A, Sharma A, Chiang M, Lee L. Aetiology and epidemiology of surgical vitreoretinal presentations in an Australian paediatric population: A seven-year retrospective study. *Clin Exp Ophthalmol.* 2024;52(8):861–9.
- 9 Leung EH, Berocal AM. Pediatric microincision vitreoretinal surgery. *Int Ophthalmol Clin.* 2016;56(4):203–8.
- 10 Wright LM, Harper CA, Chang EY. Management of infantile and childhood retinopathies: optimized pediatric pars plana vitrectomy sclerotomy nomogram. *Ophthalmol Retina.* 2018;2(12):1227–34.
- 11 Gan NY, Lam WC. Special considerations for pediatric vitreoretinal surgery. *Taiwan J Ophthalmol.* 2018;8(4):237–42.
- 12 Scruggs BA, Vasconcelos HM, Matioli da Palma M, et al. Injection pressure levels for creating blebs during subretinal gene therapy. *Gene Ther.* 2022;29:601–7.
- 13 Scruggs BA, Chiang MF. Retinopathy of prematurity: pathophysiology and screening. In: Lyons CJ, Lambert SR, ur. *Taylor and Hoyt's Pediatric Ophthalmology and Strabismus.* London: Elsevier; 2022. p. 505–18.
- 14 Lakhanpal RR, Sun RL, Albin TA, Holz ER. Anatomical success rate after primary three port lens sparing vitrectomy in stage 5 retinopathy of prematurity. *Retina.* 2006;26:724–8.
- 15 Joshi A, Chawla A, Valakkadavil H, Bhende P, Sen P, Susvar P, Rao C, Gopal L. Long-term results of surgery for retinal detachment due to retinopathy of prematurity. *Indian J Ophthalmol.* 2025;73(11):1670–4.
- 16 Šulak M, Tekavčič Pompe M, Markelj Š. VPPija za zdravljenje retinopatije nedonošenčkov. In: Zbornik povzetkov 15. Slovenskega oftalmološkega kongresa z mednarodno udeležbo; 2025. p. 122.
- 17 Butler TK, Kiel AW, Orr GM. Anatomical and visual outcome of retinal detachment surgery in children. *Br J Ophthalmol.* 2001;85:1437–9
- 18 Soheilian M, Ramezani A, Malihi M et al. Clinical features and surgical outcomes of pediatric rhegmatogenous retinal detachment. *Retina.* 2009;29:545–51.
- 19 Rumelt S, Sarrazin L, Averbukh E, et al. Paediatric vs adult retinal detachment. *Eye (Lond).* 2007;21:1473–8.
- 20 Tsai ASH, Wong CW, Lim L, Yeo I, Wong D, Wong E, Ang CL, Ong SG, Lee SY, Tan G. Pediatric retinal detachment in an Asian population with high prevalence of myopia: Clinical Characteristics, Surgical Outcomes, and Prognostic Factors. *Retina.* 2019;39(9):1751–60.

- 21 Gurler B, Coskun E, Öner V, et al. *Clinical characteristics and surgical outcomes of pediatric rhegmatogenous retinal detachment*. *Int Ophthalmol*. 2016;36:521–5.
- 22 Kemer Atik B, Erdogan G, Kirmaci Kabakci A, Artunay O. *The outcomes of primary pars plana vitrectomy alone as a first surgical procedure in pediatric rhegmatogenous retinal detachment*. *Int Ophthalmol*. 2022;42(11):3469–78.
- 23 Helmy YAH, El Nahry AG, Zein OE, Charbaji S, Yonekawa Y, Mansour HA, Serhan HA, Al-Nawafh M, Parodi MB, Williams BK, Mansour AM. *Pediatric and Adolescent Traumatic Macular Hole: A Systematic Review*. *Am J Ophthalmol*. 2024;265:165–75.
- 24 Kitic N, Chehaibou I, Chapron T, Metge F, Caputo G, Abdelmassih Y. *Traumatic Macular Hole in Children: Characteristics, Management and Outcomes*. *Retina*. 2025 May 6.
- 25 Üçgül AY, Özdek S. *Coats' Disease*. In: Özdek S, Berrocal A, Spandau U, ur. *Pediatric Vitreoretinal Surgery*. Springer Nature Switzerland; 2023. p. 367–84.
- 26 Daruich AL, Moulin AP, Tran HV, Matet A, Munier FL. *Subfoveal nodule in Coats disease: toward an updated classification predicting visual prognosis*. *Retina*. 2017;37:1591.
- 27 Gilmour DF. *Familial exudative vitreoretinopathy and related retinopathies*. *Eye (Lond)*. 2015;29(1):1–14.
- 28 Yaguchi Y, Katagiri S, Fukushima Y, et al. *Electroretinographic effects of retinal dragging and retinal folds in eyes with familial exudative vitreoretinopathy*. *Sci Rep*. 2016;6:30523.
- 29 Kashani AH, Learned D, Nudleman E, Drenser KA, Capone A, Trese MT. *High prevalence of peripheral retinal vascular anomalies in family members of patients familial exudative vitreoretinopathy*. *Ophthalmology*. 2014;121(1):262–8.
- 30 Fusco F, Paciolla M, Conte MI et al. *Incontinentia pigmenti: report on data from 2000 to 2013*. *Orphanet J Rare Dis*. 2014;9:93.
- 31 Walsh MK, Drenser KA, Capone A Jr, Trese MT. *Early vitrectomy effective for Norrie disease*. *Arch Ophthalmol*. 2010;128(4):456–60.
- 32 Nagpal KC, Goldberg MF, Rabb MF. *Ocular manifestations of sickle hemoglobinopathies*. *Surv Ophthalmol*. 1977;21(5):391–411.
- 33 Zeydanli EÖ, Özdek S. *Persistent Fetal Vasculature Syndrome*. In: Özdek S, Berrocal A, Spandau U, ur. *Pediatric Vitreoretinal Surgery*. Springer Nature Switzerland; 2023. p. 425–50.
- 34 Shah SP, Taylor AE, Sowden JC, Ragge NK, Russell-Eggitt I, Rahi JS, et al. *Anophthalmos, microphthalmos, and typical coloboma in the United Kingdom: a prospective study of incidence and risk*. *Invest Ophthalmol Vision Sci*. 2011;52(1):558–64.
- 35 Hussain RM, Abbey AM, Shah AR, Drenser KA, Trese MT, Capone A Jr. *Chorioretinal coloboma complications: retinal detachment and choroidal neovascular membrane*. *J Ophthalmic Vision Res*. 2017;12(1):3–10.
- 36 Gopal L, Badrinath SS, Sharma T, Parikh SN, Shanmugam MS, Bhende PS, et al. *Surgical management of retinal detachments related to coloboma of the choroid*. *Ophthalmology*. 1998;105(5):804–9.
- 37 Steel DHW, Suleman J, Murphy DC, Song A, Dodds S, Rees J. *Optic disc pit maculopathy: a two-year nationwide prospective population-based study*. *Ophthalmology*. 2018;125:1757–64.

## VITREKTOMIJA IN UVEITIS

---

*Maja Potrč*

*Očesna klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana*

### IZVLEČEK

Uveitis je heterogena skupina vnetnih očesnih bolezni, ki lahko prizadenejo kateri koli del uvealnega trakta. Vitrektomija pars plana nam pri teh bolnikih omogoča pridobitev diagnostičnega materiala in s tem postavitve pravilne diagnoze (diagnostična vitrektomija). Hkrati služi kot pomemben terapevtski poseg, s katerim lahko zmanjšamo znotrajočesno vnetno breme ali obravnavamo vitreoretinalne zaplete uveitisa (terapevtska vitrektomija). Pred posegom je pri bolnikih z uveitisom nujno, da je bolezen čim bolj opredeljena in je vnetje čim bolj umirjeno. Nadzor vnetja skušamo zagotoviti z uporabo lokalnih, regionalnih in/ali sistemskih kortikosteroidov, po potrebi v kombinaciji z imunomodulatorno terapijo.

Pregledi v zgodnjem pooperativnem obdobju so prvi dan po posegu, nato en teden in štiri tedne po posegu, vendar spremljanje prilagodimo glede na aktivnost vnetja in vrsto uveitisa. Tudi perioperativno zdravljenje individualiziramo glede na aktivnost vnetja.

Zapleti po vitrektomiji so pri uveitisu pogostejši, vendar je dolgoročno poslabšanje vnetja redko. Študije nakazujejo možnost uporabe tudi za zdravljenje uveitisa, vendar vloga vitrektomije pri tem še ni povsem opredeljena. Kakovost podatkov je omejena zaradi retrospektivnih analiz, različnih kirurških pristopov, različnih indikacij in strategij zdravljenja vnetja.

**Ključne besede:** uveitis, pars plana vitrektomija, diagnostična vitrektomija, terapevtska vitrektomija, operativno zdravljenje uveitisa, operativno zdravljenje zapletov uveitisa.

*Nihče od avtorjev nima navzkrižja interesov.*

## UVOD

Uveitis predstavlja heterogeno skupino vnetnih očesnih bolezni, ki lahko prizadenejo kateri koli del uvealnega trakta in pogosto tudi sosednje očesne strukture (1). Klinični potek je zelo različen- od blagega, samoomejujočega sprednjega uveitisa do kroničnih, ponavljajočih se oblik, ki lahko pomembno vplivajo na vidno ostrino in so povezane s številnimi zapleti.

Za uspešno zdravljenje je bistvena postavitvev pravilne diagnoze. Diagnostični pristop k uveitisu je stopenjski, ključni so dobra anamneza, natančen oftalmološki pregled in ustrezne preiskave (1). Pridobivanje vzorcev iz očesa, kot sta očesna vodka ali steklovina, je invaziven poseg, vendar pogosto nujen za etiološko opredelitev uveitisa.

Vitrektomija pars plana (VPP) ima pri teh bolnikih dvojno vlogo: omogoča nam pridobitev diagnostičnega materiala (diagnostična VPP) in hkrati služi kot pomemben terapevtski poseg, s katerim lahko zmanjšamo vnetno breme ali obravnavamo vitreoretinalne zaplete uveitisa (terapevtska VPP) (2).

## INDIKACIJE ZA VITREKTOMIJO PARS PLANA PRI UVEITISU

Indikacije za VPP pri uveitisu razdelimo na diagnostične in terapevtske (2), ki se v klinični praksi pogosto prekrivajo.

### Diagnostične indikacije

Diagnostična VPP pride v poštev pri bolnikih z nejasnim posteriornim uveitisom, intermediarnim uveitisom ali panuveitisom, pri katerih ostale preiskave (serologija, slikovne metode, analiza prekatne vodke) ne razjasnijo etiologije (3). Najpogosteje se uporablja pri sumu na znotraj očesno okužbo ali maligno bolezen (4,5). Uporaba diagnostične VPP z odvzemom vzorcev steklovine in s (sub)retinalno biopsijo je v porastu in lahko omogoči natančno opredelitev vzroka vnetja (6,7).

Posebno pomembna je v naslednjih primerih:

- sum na infekcijski proces (npr. endoftalmitis, znotraj očesna tuberkuloza, toksoplazmoza, virusni retinitisi),
- sum na znotraj očesni limfom ali druga maškaradna stanja,
- atipičen, na standardno terapijo neodziven potek uveitisa.

Uspešnost diagnostične VPP za opredelitev etiologije uveitisa je 44 % (5), vendar je odvisna od številnih dejavnikov, vključno z ustanovo, kjer se poseg izvede, izbiro bolnikov, kirurško tehniko, predhodnim zdravljenjem in vrstami laboratorijske obdelave vzorcev (3). Glede na dostopno literaturo je s tem infekcijski vzrok potrjen v 15–69 % primerov, neoplazemski vzrok (zlasti limfom) pa v 14–23 % primerov (5).

S VPP pridobimo vzorce nerazredčene in razredčene steklovine.

Nerazredčena steklovina je boljša za citologijo, virusne kulture, verižno reakcijo s polimerazo (PCR) in določanje protiteles. Razredčene vzorce steklovine lahko uporabimo za pretočno citometrijo, prerazporeditev genov DNK ali filtriranje za bakterijske in glivične kulture (3).

Pri sumu na infekcijski vzrok vnetja, zlasti bakterijski in glivični, moramo takoj odvzeti vzorce steklovine. Vzorce nanesimo na ustrezna gojišča, vedno naredimo tudi razmaz na objektno stekelce in barvanje po Gramu, pri čemer lahko rezultat pridobimo v nekaj urah (8). V nekaterih primerih, zlasti pri predhodnem zdravljenju ali počasi rastočih patogenih (npr. *Cutibacterium acnes*), je občutljivost kultur omejena. Takrat uporabimo bakterijski širokospektralni PCR (EU PCR), ki ima visoko občutljivost in specifičnost (9). Preiskavo PCR uporabimo tudi za dokaz virusnega retinitisa (HSV, CMV, VZV), toksoplazmatskega horioretinitisa, tuberkuloznega uveitisa (3).

Pri sumu na vitreoretinalni limfom vzorce steklovine analiziramo z uporabo pretočne citometrije, citologije, imunohistokemije in analize s PCR, ki jo opravimo na Onkološkem inštitutu. Analiziramo vsebnost specifičnih citokinov z encimskoimunskim testom (*angl.* enzyme-linked immunoSorbent assay, ELISA) ali citometričnim testom (*angl.* Cytometric Bead Array, CBA) (2)). Interleukin-10 (IL-10) je povezan z B-celičnim

limfomom, IL-6 pa z vnetnimi obolenji. Za primarni znotrajočesni limfom je značilno razmerje koncentracije med IL-10 in IL-6 večje od 1 (2). Limfomske celice so bolj podvržene morfološki degradaciji, zato moramo analizo opraviti hitro po odvzemu vzorca. Že pred odvzemom vzorca se dogovorimo za takojšno obravnavo vzorca v laboratoriju in uredimo neposredni prenos vzorca iz operacijske dvorane v laboratorij (10,11).

Biopsijo mrežnice ali žilnice (BMŽ) izvedemo, kadar je okužba omejena na mrežnico ali retinalni pigmentni epitel (RPE) ali kadar sumimo na znotrajočesno neoplazmo (npr. limfom, metastaze) (12). S standardnim VPP pristopom si omogočimo dostop do mesta biopsije in pridobljeni vzorec pošljemo na histopatološko, mikrobiološko in molekularno analizo (13). Zaradi možnih zapletov BMŽ izvajamo le v primerih, ko ni druge možnosti za dokončno določitev etiologije vnetja (12).

### **Terapevtske indikacije**

Terapevtsko VPP uporabljamo za zdravljenje vitreoretinalnih zapletov uveitisa ali kot nadomestilo oziroma dodatek k ustaljenemu zdravljenju (2). Intraoperativno običajno odzvamemo tudi vzorce steklovine za dodatne preiskave in se tako diagnostična in terapevtska VPP pri uveitičnih bolnikih pogosto prepletata.

Terapevtska VPP je indicirana pri:

- kroničnem vitritisu, ki pomembno zmanjšuje vidno ostrino in onemogoča pregled očesnega ozadja,
- fibroznih vitreoretinalnih membranah, ki povzročajo trakcijo na makulo ali periferijo mrežnice,
- zapletih, kot so epiretinalna membrana, makularna luknja, trakcijski ali regmatogeni odstop mrežnice,
- ponavljajočih se ali neabsorbirajočih krvavitvah v steklovino.

S VPP odstranimo za vid moteče motnjave v steklovini, ki so posledica kroničnega vnetja, ali vztrajajočo krvavitev v steklovini (3,14). Odstranitev vnetno spremenjene steklovine, membran in hemoragičnih vsebin zmanjša

tudi koncentracijo vnetnih mediatorjev v zadnjem segmentu in izboljša difuzijo zdravil v mrežnico in žilnico (15).

Poleg vpliva na puščanje mrežničnega žilja citokini in kemokini, sproščeni v steklovino, lahko okrepijo pritrnitev zadnje hialoidne membrane na mrežnico v predelu rumene pege s posledično fibrozo in kontrakcijo zadnje hialoidne membrane oziroma notranje mejne membrane (*angl.* internal limiting membrane, ILM). S tem ustvarijo tangencialni vlek na mrežnico in razvoj cistoidnega makularnega edema (CME) (16). Z VPP lahko z ločitvijo zadnje hialoidne membrane in/ali odstranitvijo ILM zmanjšamo CME, ki je odporen na zdravljenje z zdravili, zlasti ob hkratni prisotnosti epiretinalne membrane (ERM) (17). Kirurška odstranitev ERM pri CME lahko zmanjša potrebo po dolgotrajnem in agresivnem zdravljenju CME (18).

Uveitis je neodvisni dejavnik tveganja tudi za regmatogeni odstop mrežnice (ROM) s prevalenco 1,6–3,1 % (19,20). Z ROM sta najpogosteje povezana panuveitis in infekcijski uveitis, izmed infekcijskih uveitisov pa akutna retinalna nekroza (ARN) (19). Pars planitis in posteriorni uveitis sta povezana tudi s trakcijskim odstopom mrežnice (19). Anatomski uspeh VPP pri bolnikih z uveitisom in ROM je 78–100 % (21,22).

Makularna luknja je redek zaplet uveitisa. Lahko se pojavi s sočasno ERM ali brez nje. V neprimerjalni, intervencijski, zaporedni seriji primerov iz šestih vitreoretinalnih kirurških centrov v obdobju od leta 2007 do 2015 so Callaway in sodelavci po VPP pokazali pomembno izboljšanje vidne ostrine pri 20 očesih 19 bolnikov in 81-odstotno stopnjo zaprtja makularnih lukenj (23).

## **OBRAVNAVA BOLNIKA Z UVEITISOM PRED, MED IN PO POSEGU**

### **Predoperativna ocena**

Klinična ocena pred VPP vključuje natančen oftalmološki pregled z oceno aktivnosti vnetja po standardiziranih kriterijih (*angl.* Standardization of Uveitis Nomenclature, SUN). Fluoresceinsko in indocianin zeleno angiografijo uporabimo za oceno puščanja mrežničnega žilja, ishemije ali

neovaskularizacije, spremembe mrežnice v makuli ocenimo z uporabo optične koherentne tomografije (OCT). Ultrazvočno preiskavo (UZ) uporabimo pri motnih medijih za oceno stanja steklovine in mrežnice.

### **Perioperativno vodenje**

Pred vsakim vitreoretinalnim posegom pri bolniku z uveitisom je nujno, da je bolezen čim bolj opredeljena in je vnetje čim bolj umirjeno. Pri bolnikih z uveitisom skušamo zagotoviti perioperativni nadzor vnetja z uporabo lokalnih, regionalnih in/ali sistemskih kortikosteroidov, po potrebi v kombinaciji z imunomodulatorno terapijo. Perioperativno zdravljenje individualiziramo glede na aktivnost vnetja. Smiselno je, da je oko brez znakov aktivnega vnetja vsaj 3 mesece pred načrtovanim posegom (24). Takšen pristop zmanjša tveganje za pooperativne zaplete, zlasti za poslabšanje vnetja, in izboljša možnosti za ugoden izid za vid (25). V nekaterih primerih se odločimo za VPP tudi kadar ne dosežemo popolnega nadzora nad vnetjem v predoperativnem obdobju, vendar je v tem primeru potreben daljši čas do umiritve pooperativnega vnetja (26).

Etiološka opredelitev uveitisa je ključna za načrtovanje perioperativnega vodenja. Razlikovanje med infekcijskim in neinfekcijskim uveitisom narekuje različne pristope – pri infekcijskem uveitisu je potrebno ustrezno antimikrobno zdravljenje pred posegom, medtem ko pri neinfekcijskem uveitisu optimiziramo imunomodulatorno terapijo (3).

### **Pooperativno vodenje**

Pooperativno spremljanje je ključnega pomena za dober izhod zdravljenja. Pomembno je, da morebitnega znotrajočesnega vnetja ne razumemo zgolj kot pooperativno vnetno reakcijo, saj je vnetje lahko del osnovne bolezni. V zgodnjem pooperativnem obdobju pogosto opažamo prisotnost vnetja, ki je lahko intenzivno, s fibrinsko eksudacijo v sprednjem prekatu (14).

Vodenje vključuje intenzivno lokalno protivnetno terapijo s kortikosteroidnimi kapljicami, po potrebi v kombinaciji s periokularnimi/ intravitrealnimi aplikacijami. Glede na klinično sliko prilagodimo tudi sistemsko terapijo.

Običajno so pregledi v zgodnjem pooperativnem obdobju prvi dan po VPP, nato en teden in štiri tedne po posegu, vendar spremljanje prilagodimo glede na aktivnost vnetja in vrsto uveitisa. Po 3 mesecih ocenimo vidno ostrino in vnetno aktivnost, po 12 in 24 mesecih dolgoročni anatomski in funkcionalni izid in po potrebi prilagoditev sistemske terapije (27).

V več študijah je opisan dolgoročno pozitiven vpliv VPP na zmanjšanje aktivnosti uveitisa.

VPP lahko pomembno zniža število ponovitev zagonov vnetja, zmanjša CME in potrebo po lokalnih in sistemskih protivnetnih zdravilih (28,29,26). Oahalou in sodelavci (30) so poročali o ukinitvi sistemskega imunosupresivnega zdravljenja pri 44 % bolnikov po VPP. Vendar ta ni primerna za vse bolnike z uveitisom in ne predstavlja primarne terapije, temveč dopolnilno zdravljenje medikamentozni imunosupresivni terapiji (31). Za terapevtske indikacije VPP je priporočljivo doseči optimalni nadzor vnetja pred operacijo, medtem ko je pri diagnostičnih indikacijah VPP varna tudi pri aktivnem vnetju (3).

Podobne izkušnje so opisane tudi pri uveitisu v pediatrični skupini bolnikov (32,33), pri kateri lahko s VPP sicer dosežemo zmanjšano potrebo po sistemskih imunosupresivnih zdravilih (32), vendar večina potrebuje dolgotrajno imunosupresivno zdravljenje za preprečevanje ponovitev in ohranjanje nadzora nad vnetjem (34).

## **ZAPLETI VITREKTOMIJE PARS PLANA PRI UVEITIČNIH OČEH**

Stopnja zapletov pri sodobni 23- in 25-gauge VPP je pomembno nižja, kot je bila pri predhodni 20-gauge vitrektomiji (31). Celokupna stopnja zapletov VPP pri uveitičnih očeh znaša 42–48 % (35,14). Kljub relativno visoki stopnji zapletov pa je dolgoročno poslabšanje vnetja redko (36,3). Opisano je pri 0,9–5 % (35,14).

Najpogostejša opisana zapleta sta nastanek sive mreže in težave zaradi povišanega ali znižanega znotraj očesnega tlaka (35,14). Težave zaradi

očesnega tlaka so običajno prehodne (14), lahko pa nastane tudi kronična hipotonija.

Med pogostejše zaplete spada tudi CME, ki lahko nastane pooperativno ali se poslabša že predoperativno prisotni CME (2).

Drugi možni zapleti so tudi krvavitev v steklovino, odstop mrežnice in nastanek ERM (35).

## **KLINIČNI PRIMERI**

### **Klinični primer 1 (Slika 1)**

68-letno bolnico smo obravnavali zaradi tri leta trajajočega postopnega slabšanja vida in metamorfopsij pred levim, edinim funkcionalnim očesom.

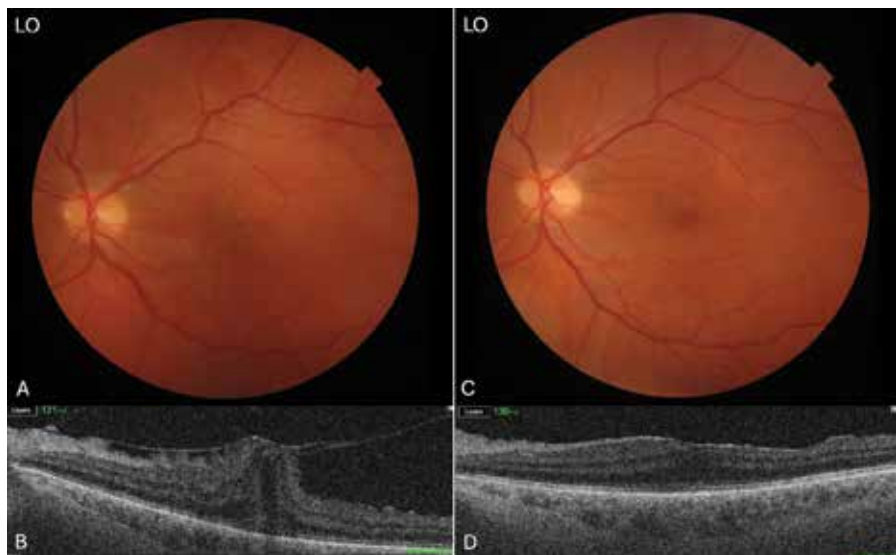
Ob pregledu je bila najboljša korigirana vidna ostrina (NKVO) na levem očesu 0,15 po Snellenu, prisotne blage steklovinske motnjave, 0,5+ celic v steklovini in celofanast odsev v makuli.

Na desnem očesu je bilo stanje subjektivno stabilno zadnjih 10 let, vendar s slabim vidom (NKVO prsti na 30 cm) in kroničnim edemom v makuli.

Bolnico smo predhodno obravnavali zaradi bilateralnega anteriornega in intermediarnega uveitisa. Prejemala je terapijo s sistemskimi kortikosteroidi in mikofenolat mofetilom, z dobrim nadzorom vnetja.

Z OCT smo opredelili grobo ERM z izrazito porušeni sloji makule levega očesa. Zaradi napredujočega slabšanja vida ob ERM smo se odločili za VPP z luščenjem ERM in ILM. Za preprečevanje pooperativnega zagona vnetja smo perioperativno predvideli tri zaporedne pulze metilprednizolona v odmerku 500 mg intravensko, s prvim odmerkom dan pred operacijo. Nato smo bolnici predpisali metilprednizolonom per os v padajoči shemi v začetnem odmerku 48 mg dnevno. Sočasno smo predpisali tudi kapljično protivnetno in antibiotično terapijo z deksametazonom, neomicinom in polimiksinom B 6-krat dnevno.

Tri tedne po posegu smo beležili izboljšanje vidne ostrine levega očesa (0,6 po Snellenu) in na preiskavi OCT morfološko izboljšanje makularne arhitekture in razrešitev trakcije.



**Slika 1 (klinični primer 1): Barvna fotografija očesnega ozadja pred PPV prikazuje epiretinalno membrano (A). OCT makule prikaže tangencialen vlek ERM na mrežnico s porušenimi notranjimi sloji (DRIL) in gubami notranjih slojev mrežnice (B). Barvna fotografija očesnega ozadja istega očesa po PPV (C). OCT makule po PPV in luščenju ERM in ILM (D). (Vir: lasten arhiv)**

### Klinični primer 2 (Slika 2)

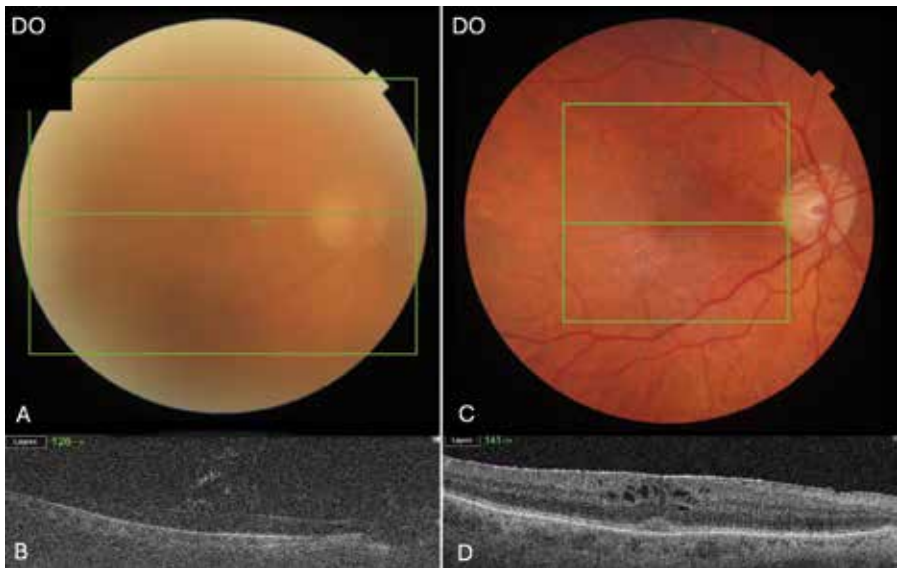
82-letnega bolnika z znanim kroničnim intermediarnim uveitisom smo obravnavali zaradi poslabšanja vida in plavajočih motnjav na obeh očesih v obdobju zadnjih petih mesecev. Kljub razširjeni diagnostiki kroničnega intermediarnega uveitisa etiologije vnetja nismo pojasnili.

Ob pregledu je bila NKVO obojestransko 0,2 po Snellenu. V očesnem statusu smo ugotavljali obojestransko sivo mreno in goste motnjave s celicami 2+ v steklovini.

Kljub motnim medijem smo s preiskavo OCT opredelili obojestransko ERM, s hkratno vitreomakularno trakcijo na desnem očesu.

Odločili smo se za kirurško zdravljenje desnega očesa. Opravili smo VPP in sočasno operacijo sive mreže. Odvzeli smo tudi vzorce nerazredčene in razredčene steklovine. Citopatološka preiskava odvzetih vzorcev je bila negativna.

Pet mesecev po posegu smo beležili pomembno izboljšanje vidne ostrine, ki je bila na desnem očesu 0,6 po Snellenu, brez znakov znotrajočesnega vnetja. Bolnika smo predvideli za enak operativni poseg tudi na levem očesu.



**Slika 2 (klinični primer 2): Barvna fotografija očesnega ozadja pred PPV - goste motnjave in megleno pregledno ozadje (A). Na OCT makule vidimo ERM, vitreomakularno trakcijo in hipereflektivni material v steklovini pred makulo (B). Barvna fotografija očesnega ozadja istega očesa po PPV in operaciji katarakte (C). OCT makule po PPV, prisotna je ERM in začetni CME (D). (Vir: lasten arhiv)**

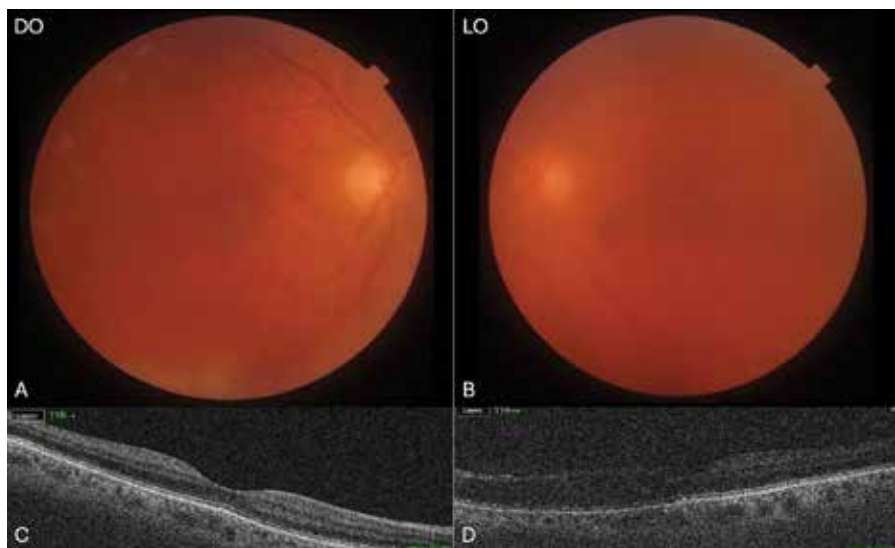
**Klinični primer 3 (Slika 3, 4 in 5)**

74-letno bolnico smo obravnavali zaradi gostih koprenastih motnjav in celic 2+ v steklovini obojestransko. NKVO ob prvem pregledu je bila desno 1,0 in levo 0,7 po Snellenu. S presejalnimi preiskavami smo izključili najpogostejše infekcijske in sistemske vzroke uveitisa. Opravili smo diagnostično VPP z odvzemom vzorcev steklovine na desnem očesu. S citopatološko preiskavo smo opredelili vitreoretinalni velikocelični B limfom. Z dodatno slikovno diagnostiko na Onkološkem inštitutu smo izključili sistemsko razširjenost bolezni.

Zdravljenje smo začeli z radioterapijo orbit na Onkološkem inštitutu in nato uvedli terapijo z intravitrealnim rituksimabom 1 mg/0,1ml. Po četrti aplikaciji terapije smo ugotovili obojestransko hudo uveitično reakcijo na rituksimab s semigranulomski keratoprecipitati in celično eksudacijo v sprednjem prekatu 1+ in v steklovini 2–3+. Prekinili smo terapijo z rituksimabom in uvedli topikalno terapijo z deksametazonskimi kapljicami vsako uro in subkonjunktivalnimi injekcijami 2-krat dnevno, s čimer smo umirili vnetno reakcijo. Predlagali smo nadaljnje intravitrealno zdravljenje z metotreksatom, kar je bolnica zavrnila. Stanje smo spremljali. Po treh letih smo ugotovili več celic v steklovini levega očesa in ponovno opravili diagnostično VPP. Potrdili smo relaps bolezni na levem očesu in uvedli metotreksat 400 mcg/0,1 ml intravitrealno levo po shemi za primarni vitreoretinalni limfom.

Pet mesecev kasneje smo zaradi povečanega števila celic v steklovini desnega očesa opravili diagnostično VPP še na desnem očesu, pri čemer smo prav tako ugotavljali ponovitev bolezni in uvedli terapijo z intravitrealnim metotreksatom 400 mcg/0,1 ml. Opravila je kontrolo na Onkološkem inštitutu, kjer sistemskega razsoja bolezni niso ugotavljali.

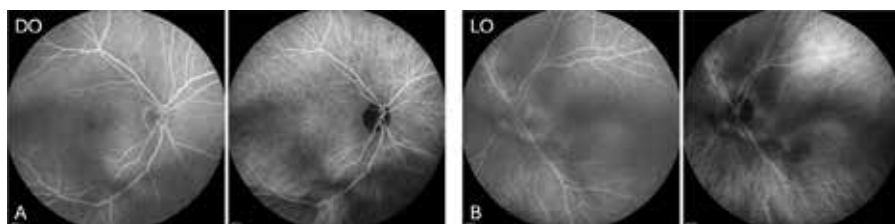
Po štirih aplikacijah intravitrealnega metotreksata smo zaradi keratopatije in poslabšanja vida zdravljenje sprva odložili in ga po nadaljnjih desetih aplikacijah metotreksata na željo bolnice prekinili. Bolnica zdravljenje nadaljuje s sistemsko terapijo z rituksimabom, s čimer klinično in slikovnodagnostično bolezen vzdržujemo omejeno na oči.



**Slika 3 (klinični primer 3): Barvna fotografija očesnega ozadja desnega (A) in levega (B) očesa z motnimi optičnimi mediji. OCT desnega očesa (C) s primernimi sloji mrežnice in levega očesa (D) z iregularnostmi na nivoju Bruchove membrane. (Vir: lasten arhiv)**



**Slika 4 (klinični primer 3): Barvna fotografija očesnega ozadja desnega (A) in levega (B) očesa po diagnostični vitrektomiji, OCT desnega očesa (C) s primernimi sloji mrežnice in levega očesa (D) z iregularnostmi na nivoju Bruchove membrane. (Vir: lasten arhiv)**



**Slika 5 (klinični primer 3): FA in ICG angiografija desnega (A) in levega (B) očesa. Blok fluorescence zaradi motnjav v steklovini, brez puščanja iz retinalnega ali horoidalnega žilja in brez barvanja papile. (Vir: lasten arhiv)**

## ZAKLJUČEK

Vloga VPP se je v zadnjem desetletju pomembno uveljavila za etiološko diagnostiko in obvladovanje vitreoretinalnih zapletov uveitisa. Pri bolnikih z uveitisom sta nujna skrbna predoperativna priprava in natančno pooperativno spremljanje.

Študije nakazujejo možnost uporabe VPP tudi za zdravljenje uveitisa, ki ni odziven na standardno terapijo, vendar natančen mehanizem zmanjšanja vnetne aktivnosti ni popolnoma pojasnjen, prav tako je omejena kakovost opisanih podatkov. VPP tako ni uveljavljena kot samostojna terapija uveitisa, ima pa pri izbranih primerih uveitisov, ki so na zdravljenje neodzivni, lahko dopolnilno vlogo pri standardni medikamentozni terapiji.

## LITERATURA

- 1 Vidović Valentinčič N. *Obravnavna bolnika z uveitisom*. In: Stirn-Kranjc B, et al., eds. *Uveitis: izbrana poglavja iz oftalmologije*. Ljubljana: Očesna klinika, Univerzitetni klinični center; 2014. p. 7–32.
- 2 Globočnik Petrovič M. *Vitrektomija in uveitis*. In: Stirn-Kranjc B, et al., eds. *Uveitis: izbrana poglavja iz oftalmologije*. Ljubljana: Očesna klinika, Univerzitetni klinični center; 2014. p. 129–37.
- 3 Hung JH, Rao NA, Chiu WC, Sheu SJ. *Vitreoretinal surgery in the management of infectious and non-infectious uveitis - a narrative review*. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2023;261(4):913–23.
- 4 Palexas GN, Green WR, Goldberg MF, Ding Y. *Diagnostic pars plana vitrectomy report of a 21-year retrospective study*. *Trans Am Ophthalmol Soc*. 1995;93:281–308.
- 5 Zhao XY, Xia S, Chen YX. *Role of diagnostic pars plana vitrectomy in determining the etiology of uveitis initially unknown*. *Retina*. 2020;40(2):359–69.
- 6 Margolis R, Brasil OF, Lowder CY, Smith SD, Turber M, Davis JL, et al. *Vitrectomy for the diagnosis and management of uveitis of unknown cause*. *Ophthalmology*. 2007;114(10):1893–7.
- 7 Jeroudi A, Yeh S. *Diagnostic vitrectomy for infectious uveitis*. *Int Ophthalmol Clin*. 2014;54(2):173–97.
- 8 Globočnik Petrovič M, Kraut A. *Endoftalmitis*. *Med Razgl*. 2001;40(1):41–6.
- 9 Sugita S, Ogawa M, Shimizu N, Morio T, Ohguro N, Nakai K, et al. *Use of a comprehensive polymerase chain reaction system for diagnosis of ocular infectious diseases*. *Ophthalmology*. 2013;120(9):1761–8.

- 10 Mruthyunjaya P, Jumper JM, McCallum R, Patel DJ, Cox TA, Jaffe GJ. Diagnostic yield of vitrectomy in eyes with suspected posterior segment infection or malignancy. *Ophthalmology*. 2002;109(6):1123–9.
- 11 Buggage RR, Velez G, Myers-Powell B, Shen D, Whitcup SM, Chan CC. Primary intraocular lymphoma with a low interleukin 10 to interleukin 6 ratio and heterogeneous IgH gene rearrangement. *Arch Ophthalmol*. 1999;117(9):1239–42.
- 12 Johnston RL, Tufail A, Lightman S, Luthert PJ, Pavesio CE, Cooling RJ, et al. Retinal and choroidal biopsies are helpful in unclear uveitis of suspected infectious or malignant origin. *Ophthalmology*. 2004;111(3):522–8.
- 13 Kasetty VM, Grewal DS. Considerations and surgical approach to vitreous, retinal, and chorioretinal biopsy. *Curr Opin Ophthalmol*. 2025. Epub ahead of print.
- 14 Kim KW, Kusahara S, Imai H, Sotani N, Nishisho R, Matsumiya W, et al. Outcomes of primary 27-gauge vitrectomy for 73 consecutive cases with uveitis-associated vitreoretinal disorders. *Front Med (Lausanne)*. 2021;8:755816.
- 15 Stefánsson E. Physiology of vitreous surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2009;247(2):147–63.
- 16 Fardeau C, Champion E, Massamba N, LeHoang P. Uveitic macular edema. *Eye (Lond)*. 2016;30(10):1277–92.
- 17 Becker MD, Davis J. Vitrectomy in the treatment of uveitis. *Am J Ophthalmol*. 2005;140(6):1096–105.
- 18 Mustafi D, Do BK, Rodger DC, Rao NA. Relationship of epiretinal membrane formation and macular edema development in a large cohort of uveitic eyes. *Ocul Immunol Inflamm*. 2021;29(5):1014–9.
- 19 Kerkhoff FT, Lamberts QJ, van den Biesen PR, Rothova A. Rhegmatogenous retinal detachment and uveitis. *Ophthalmology*. 2003;110(2):427–31.
- 20 Young-Zvandasara T, Brunner D, Welch S, Sims J, De Souza C, Cunningham W, et al. Rhegmatogenous retinal detachment presentation and surgery in uveitic eyes. *Br J Ophthalmol*. 2023;107(1):95–100.
- 21 Moharana B, Dogra M, Singh SR, Ravikumar R, Tigari B, Katoch D, et al. Outcomes of 25-gauge pars plana vitrectomy with encircling scleral band for acute retinal necrosis-related rhegmatogenous retinal detachment. *Indian J Ophthalmol*. 2021;69(3):614–9.
- 22 Kopplin LJ, Thomas AS, Cramer S, Kim YH, Yeh S, Lauer AK, et al. Long-term surgical outcomes of retinal detachment associated with acute retinal necrosis. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2016;47(7):660–4.
- 23 Callaway NF, Gonzalez MA, Yonekawa Y, Faia LJ, Mandelcorn ED, Khurana RN, et al. Outcomes of pars plana vitrectomy for macular hole in patients with uveitis. *Retina*. 2018;38 Suppl 1:S41–8.
- 24 Miller KM, Oetting TA, Tweeten JP, Carter K, Lee BS, Lin S, et al. Cataract in the adult eye preferred practice pattern. *Ophthalmology*. 2022;129(1):P1–126.
- 25 Mehta S, Linton MM, Kempen JH. Outcomes of cataract surgery in patients with uveitis: a systematic review and meta-analysis. *Am J Ophthalmol*. 2014;158(4):676–92.
- 26 Shin YU, Shin JY, Ma DJ, Cho H, Yu HG. Preoperative inflammatory control and surgical outcome of vitrectomy in intermediate uveitis. *J Ophthalmol*. 2017;2017:5946240.

- 27 El Faouri M, Ally N, Lippera M, Subramani S, Moussa G, Ivanova T, et al. Long-term safety and efficacy of pars plana vitrectomy for uveitis: experience of a tertiary referral centre in the United Kingdom. *J Clin Med*. 2023;12(9):3252.
- 28 Quinones K, Choi JY, Yilmaz T, Kafkala C, Letko E, Foster CS. Pars plana vitrectomy versus immunomodulatory therapy for intermediate uveitis: a prospective, randomized pilot study. *Ocul Immunol Inflamm*. 2010;18(5):411–7.
- 29 Scott RA, Haynes RJ, Orr GM, Cooling RJ, Pavesio CE, Charteris DG. Vitreous surgery in the management of chronic endogenous posterior uveitis. *Eye (Lond)*. 2003;17(2):221–7.
- 30 Oahalou A, Schellekens PA, de Groot-Mijnes JD, Rothova A. Diagnostic pars plana vitrectomy and aqueous analyses in patients with uveitis of unknown cause. *Retina*. 2014;34(1):108–14.
- 31 Bansal R, Dogra M, Chawla R, Kumar A. Pars plana vitrectomy in uveitis in the era of microincision vitreous surgery. *Indian J Ophthalmol*. 2020;68(9):1844–51.
- 32 Giuliari GP, Chang PY, Thakuria P, Hinkle DM, Foster CS. Pars plana vitrectomy in the management of paediatric uveitis: the Massachusetts Eye Research and Surgery Institution experience. *Eye (Lond)*. 2010;24(1):7–13.
- 33 Trittibach P, Koerner F, Sarra GM, Garweg JG. Vitrectomy for juvenile uveitis: prognostic factors for the long-term functional outcome. *Eye (Lond)*. 2006;20(2):184–90.
- 34 Nguyen AT, Koné-Paut I, Dusser P. Diagnosis and management of non-infectious uveitis in pediatric patients. *Paediatr Drugs*. 2024;26(1):31–47.
- 35 Bansal R, Gupta A, Gupta V, Mulkutkar S, Dogra M, Katoch D, et al. Safety and outcome of microincision vitreous surgery in uveitis. *Ocul Immunol Inflamm*. 2017;25(6):892–9.
- 36 Sato T, Kinoshita R, Taguchi M, Sugita S, Kaburaki T, Sakurai Y, et al. Assessment of diagnostic and therapeutic vitrectomy for vitreous opacity associated with uveitis with various etiologies. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(2):e9491.

## VITREKTOMIJA IN GENSKA TERAPIJA

---

*Ana Fakin*

*Očesna klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana*

*Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani*

### POVZETEK

Vitrektomija pars plana in subretinalna injekcija je trenutno metoda izbora vnosa genske terapije za zdravljenje boleznih mrežnice. Rutinsko se uporablja za aplikacijo Luxturne, edinega do sedaj registriranega genskega zdravila mrežničnih distrofij, in je metoda izbora v večini kliničnih študij, v katerih preizkušajo gensko terapijo za druge dedne in pridobljene bolezni mrežnice. Prednost subretinalne injekcije je neposredna bližina tarčnih celic, tj. fotoreceptorjev, in zaobidenje notranje mejne membrane, slabosti pa sta relativno invaziven poseg in večja možnost zapletov. Zaradi trenda k minimalno invazivnim pristopom, ki bi se lahko opravljali tudi ambulantno, se razvijajo tudi drugi pristopi. Med njimi je najpogostejša intravitrealna aplikacija, ki je metoda vnosa genskega podpornega zdravila Encelto, ki je bilo leta 2025 registrirano v ZDA za zdravljenje makularne telangiektazije tipa 2.

**Ključne besede:** genska terapija, vitrektomija, subretinalna injekcija, virusni vektor, dedne bolezni mrežnice, LCA, RPE65, Luxturna, antiVEGF.

### UVOD

Gensko zdravljenje očesnih boleznih je način zdravljenja, ki ima namen izboljšati, stabilizirati ali upočasniti slabšanje vidne funkcije z vnosom, spreminjanjem ali utišanjem genetskega materiala (Dong 2026). Primarno mesto degeneracije pri večini dednih in pridobljenih očesnih boleznih, kot so Leberjeva kongenitalna amavroza, pigmentna retinopatija, Stargardtova bolezen in starostna degeneracija makule, so fotoreceptorji

in retinalni pigmetni epitel (RPE). Tradicionalna genska terapija, ki ima namen nadomestiti okvarjeni gen, se najpogosteje aplicira s postopkom vitrektomije pars plana in subretinalne injekcije. Tako se aplicira tudi edino do sedaj registrirano gensko zdravilo mrežnične distrofije, tj. Luxturna (voretigene neparovovec-rzyl), ki je bilo registrirano leta 2017 (1). Tabela 1 prikazuje seznam odobrenih in trenutno preizkušanih genskih terapij v kliničnih študijah za zdravljenje bolezni mrežnice. Vitrektomija pars plana (VPP) s subretinalno injekcijo je metoda aplikacije pri večini terapij. V sistematični analizi 31 kliničnih študij je bila aplikacija s subretinalno injekcijo povezana z večjo učinkovitostjo kot aplikacija z intravitrealno injekcijo, vendar je bila povezana tudi z resnejšimi neželenimi dogodki (2), zato bo v prihodnje pomembna optimizacija načina aplikacije, protokola doziranja in pooperativnega zdravljenja.

**Tabela 1: Odobrene in trenutno preizkušane genske terapije za zdravljenje bolezni mrežnice**

Ime zdravila, identifikator študije v bazi ClinicalTrials.gov, literatura	Bolezen	Terapevtski mehanizem	Metoda aplikacije
<b>Voretigene neparovovec-rzyl</b> (Luxturna) — <i>Registrirano s strani FDA, NCT00999609</i>	Distrofija mrežnice, povezana z mutacijami v <i>RPE65</i>	Virusni vektor, ki vsebuje gen <i>RPE65</i> (nadomesti okvarjeni gen v genetsko okvarjenih fotoreceptorjih in upočasni njihovo odmiranje ter izboljša regeneracijo <i>cis</i> -retinala)	VPP in subretinalna injekcija
<b>Botaretigene sparoparovec</b> (bota-vec / JNJ-81201887), NCT04671433 (LUMEOS)	X-vezana pigmentna retinopatija, povezana z mutacijami v <i>RPGR</i>	Virusni vektor, ki vsebuje gen <i>RPGR</i> (nadomesti okvarjeni gen v genetsko okvarjenih fotoreceptorjih in upočasni njihovo odmiranje)	VPP in subretinalna injekcija

<p><b>Laruparetigene zovaparvovec</b> (laru-zova / AGTC-501) NCT04850118 (VISTA/SKYLINE)</p>	<p>X-vezana pigmentna retinopatija, povezana z mutacijami v <i>RPGR</i></p>	<p>Virusni vektor, ki vsebuje gen <i>RPGR</i> (nadomesti okvarjeni gen v genetsko okvarjenih fotoreceptorjih in upočasni njihovo odmiranje)</p>	<p>VPP in subretinalna injekcija</p>
<p><b>ATSN-101 (Atsena)</b> NCT03920007</p>	<p>Distrofija mrežnice, povezana z mutacijami v genu <i>GUCY2D</i> (LCA1)</p>	<p>Virusni vektor, ki vsebuje gen <i>GUCY2D</i> (nadomesti okvarjeni gen v genetsko okvarjenih fotoreceptorjih in upočasni njihovo odmiranje)</p>	<p>VPP in subretinalna injekcija</p>
<p><b>OPGx-LCA5 (Opus Genetics)</b> NCT05616793</p>	<p>Distrofija mrežnice, povezana z mutacijami v genu <i>LCA5</i> (LCA5)</p>	<p>Virusni vektor, ki vsebuje gen <i>LCA5</i> (nadomesti okvarjeni gen v genetsko okvarjenih fotoreceptorjih in upočasni njihovo odmiranje)</p>	<p>VPP in subretinalna injekcija</p>
<p><b>OCU400 (Ocugen)</b> NCT06388200</p>	<p>Pigmentna retinopatija, povezana z genom <i>RHO</i> in drugimi geni</p>	<p>Virusni vektor, ki vsebuje gen <i>NR2E3</i> (upočasni odmiranje genetsko okvarjenih fotoreceptorjev, vendar ne nadomesti okvarjenega gena)</p>	<p>VPP in subretinalna injekcija</p>
<p><b>ABBV-RGX-314 (RGX-314)</b> NCT04704921 (<i>ATMOSPHERE</i>), NCT05407636 (<i>ASCENT</i>), NCT04514653 (<i>AAVIATE</i>), NCT04567550 (<i>ALTITUDE</i>)</p>	<p>Vlačna oblika starostne degeneracije rumene pege</p>	<p>Virusni vektor, ki vsebuje genetski zapis za humanizirani anti-VEGF Fab (veže nase in preprečuje delovanje VEGF)</p>	<p>VPP in subretinalna injekcija / transskleralna suprahoroidalna injekcija</p>

<b>4D-150 (4DMT)</b> NCT06864988 <i>(4FRONT-1)</i>	Vlažna oblika starostne degeneracije rumene pege	Virusni vektor, ki vsebuje genetski zapis za aflibercept (veže nase in preprečuje delovanje VEGF) in VEGF-C mikroRNA, ki blokira produkcijo VEGF-C	Intravitrealna injekcija
<b>Ixo-vec (Adverum)</b> NCT06856577 <i>(ARTEMIS)</i>	Vlažna oblika starostne degeneracije rumene pege	Virusni vektor, ki vsebuje genetski zapis za aflibercept (veže nase in preprečuje delovanje VEGF)	Intravitrealna injekcija
<b>Sonpirtigene          isteparovvec (MCO-          010), NCT04945772          (RESTORE)</b>	Napredovala pigmentna retinopatija	Virusni vektor, ki vsebuje gen za MCO (opsin, ki se izrazi v bipolarnih celicah in nadomesti delovanje fotoreceptorjev – optogenetika)	Intravitrealna injekcija
<b>Encelto          (revakinagene          taroretcel) –          Registrirano s strani          FDA, NCT03316300</b>	Makularna telangiektazija tipa 2 (MacTel)	Semipermeabilna kapsula, ki vsebuje genetsko spremenjene celice, ki sproščajo ciliarni nevrotrofični faktor (CNTF) (upočasni odmiranje fotoreceptorjev)	Intravitrealna injekcija

## PREDNOSTI APLIKACIJE GENSKEGA ZDRAVILA Z VITREKTOMIJO PARS PLANA IN SUBRETINALNO INJEKCIJO

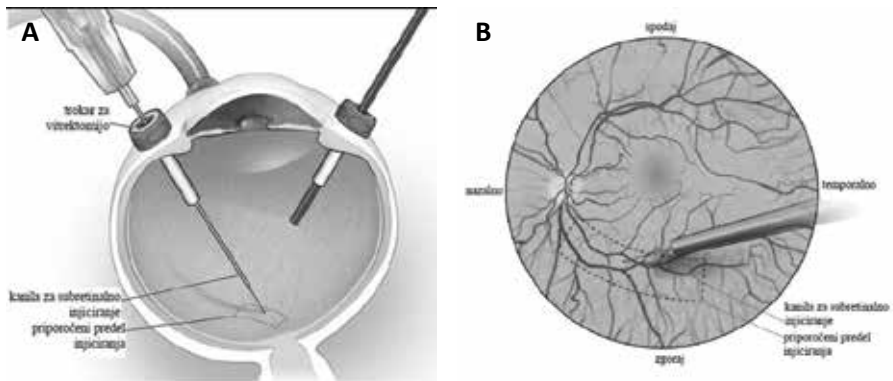
Aplikacija terapevtskega vektorja v subretinalni prostor omogoča neposredni dostop zdravila do prizadetih celic, tj. fotoreceptorjev in RPE. Obide notranjo mejno membrano (*angl.* internal limiting membrane, ILM), ki prekriva mrežnico, in je zunaj krvno-mrežnične pregrade. Krvno-

mrežnična pregrada fizično in kemično ločuje oko od systemskega imunskega sistema. Prisotnost virusnega vektorja v krvnem obtoku ni zaželena, saj lahko sproži imunsko aktivacijo in zmanjšanje učinkovitosti zdravila, obenem pa bi lahko prišlo tudi do neželenega vnosa vektorja v druge organe (3). Po injiciranju v subretinalni prostor se ustvari lokaliziran žep pod mrežnico, ki omeji distribucijo terapevtskega sredstva. Ta omejitev omogoči obdržanje visoke koncentracije vektorja v bližini ciljnih celic in hkrati zmanjša tveganje za učinke na neželene tarče vektorja in systemsko izpostavljenost (4).

### **Kirurška tehnika**

Večinoma se izvaja standardna 23- ali 25-gauge VPP. Za vizualizacijo steklovine se običajno uporabi triamcinolon acetamid (5). Sprva se napravi odstop steklovine na zadnjem polu (6). Dvig hialoidee s periferne mrežnice ni nujno potreben, paziti pa je treba, da ne pride do prekomernega vleka, ki bi lahko povzročil raztrganino znotraj tanke in degenerirane mrežnice. Steklovino je periferno pogosto zelo težko odstraniti, zato je v večini primerov dovolj, da se jo obreže brez dviga z mrežnice. Nato apliciramo zdravilo s subretinalno injekcijo s kanilo debeline 38 ali 41 gauge, najpogosteje v bližini žilnih lokov (Slika 1). Pri injiciranju ob zgornjem žilnem loku lahko gravitacija pomaga razširiti zdravilo proti fovei, ki je glavna tarča za ohranitev centralnega vida. Za aplikacijo zdravila Luxturna je npr. priporočeno mesto injiciranja vzdolž zgornjega žilnega loka, najmanj 2 mm distalno od središča fovee (Slika 1 B). Konico kanile ob neposredni vizualizaciji namestimo tako, da se dotika površine mrežnice. Tipična količina injiciranega virusnega vektorja je med 50 in 300  $\mu$ l. Tlak infuzijske kanile med injiciranjem običajno zmanjšamo na 10 ali 20 mmHg, da olajšamo aplikacijo zdravila. Za Luxturno uporabljamo enostopenjsko aplikacijo zdravila, tj. brez predhodne priprave predžepa. Pri tem najprej počasi injiciramo majhno količino zdravila, da se oblikuje subretinalni mehurček, nato pa počasi injiciramo preostalo količino zdravila, dokler ni apliciran ves 300- $\mu$ l volumen (7). V nekaterih kliničnih študijah opravljajo tudi dvostopenjsko aplikacijo, pri kateri napravijo »predžep« z injekcijo približno 30  $\mu$ l uravnotežene fiziološke raztopine (BSS) in nato injicirajo terapevtski vektor skozi isto retinotomijo (8). Pri tem je priporočeno, da je retinotomija v bližini prepoznavnega žilnega orientacijskega znaka, kar

olajša ponovni vstop kanile (9). Dvostopenjski postopek je uporaben zlasti, če je mrežnica močno pritrjena na RPE, kar je pri dednih boleznih mrežnice pogosto, in če je količina razpoložljivega terapevtskega sredstva majhna (6). Prednost enostopenjskega pristopa je zmanjšano tveganje nenamerne sekundarne retinotomije in s tem izgube zdravila z reflusom (8). Po zaključku subretinalne injekcije sledi irigacija steklovine z BSS ali izmenjava zraka s tekočino, s čimer odstranimo zdravilo, ki se je vrnilo z reflusom, in zmanjšamo možnost postoperativnega vnetja (4). Možni zapleti VPP in subretinalne injekcije so iatrogena raztrganina mrežnice, nastanek makularnih lukenj, endoftalmitis, skok očesnega tlaka, pojav nuklearne katarakte (9), refluks virusnega vektorja ([10], atrofija horioretine (11,12), nastanek subretinalnih depozitov (13) in iatrogeno povzročena horoidalna neovaskularizacija (14).



**Slika 1: Shematski prikaz vitrektomije pars plana in subretinalne aplikacije genske terapije. A: Subretinalna injekcijska kanila, vstavljena skozi pars plana ciliaris. B: Konica kanile za subretinalno injiciranje na priporočenem mestu injiciranja ob zgornjem žilnem loku (pogled kirurga). Povzeto iz Povzetka glavnih značilnosti zdravila Luxturna (EMA). ©vpEvropska unija ([https://www.ema.europa.eu/sl/documents/product-information/luxturna-epar-product-information\\_sl.pdf](https://www.ema.europa.eu/sl/documents/product-information/luxturna-epar-product-information_sl.pdf)) (7)**

## OPTIMIZACIJA SUBRETINALNE INJEKCIJE

Ob razvoju genske terapije nastaja potreba po zagotavljanju zanesljivosti, ponovljivosti in varnosti aplikacije zdravila. Ključni dejavnik pri aplikaciji z VPP in subretinalno injekcijo je pravilna izdelava subretinalnega mehurčka. Izkušnje so pokazale, da obstajajo med bolniki razlike v težavnosti formacije subretinalnega mehurčka. Zelo pomemben je tlak injiciranja, ki ima vpliv na uspešnost zdravljenja in pojavnost iatrogenih poškodb mrežnice (15). Trenutno najpogosteje uporabljeni mikroinjektor MedOne vsebuje adapter, ki omogoča povezavo s funkcijo za nadzor viskoznih tekočin (*angl.* viscous fluid control, VFC), ki se običajno uporablja za vbrizgavanje silikonskega olja. Za subretinalno injekcijo se svetuje nastavitev tlaka med 10 in 18 psi, saj so pri višjih tlakih študije na živalih pokazale strukturne spremembe fotoreceptorjev in RPE (15,16). Za nadzor nad tlakom in hitrostjo injiciranja se mikroinjektor lahko poveže tudi z nožnim pedalom (5,15). Aplikacijo olajša tudi predhodna odstranitev notranje mejne membrane (17). Retinotomijo naj bi opravili optimalno na razdalji vsaj 3 mm od fovee (zunANJI rob obroča ETRDS), da se zmanjša tveganje za bulozni odstop fovee, ko se subretinalni mehurček razširi (4,18). Subretinalno aplikacijo in lokacijo mehurčka je mogoče spremljati in potrditi z v mikroskop integrirano intraoperativno optično koherentno tomografijo (OCT). OCT omogoča spremljanje tekočine, ki vstopa v subretinalni prostor v realnem času, s čimer se lahko izognemo injiciranju v suprahoroidalni prostor, in natančno spremljanje predela fovee, kar izboljša varnost in natančnost injiciranja (4,19). Neposredno spremljanje stanja fovee med injiciranjem pomaga tudi zmanjšati tveganje za pojav makularne luknje, izjemno neželenega zapleta, ki lahko povzroči poslabšanje vida in refluks zdravila iz subretinalnega prostora (20). Po injiciranju subretinalnega vektorja nekateri protokoli vključujejo izmenjavo tekočine in zraka ter tamponado z zrakom, kar priporoča tudi priročnik za zdravilo Luxturna (7). Predvideva se, da izmenjava tekočine z zrakom omogoči popolnejšo odstranitev vektorja, ki je prišel v vitrealni prostor z refluksom, stabilizira mrežnico in pomaga pri repoziciji mrežničnih plasti po posegu. V študiji na primatih so pokazali, da intravitrealni zrak lahko razširi izražanje vektorjev prek meja subretinalnega

mehurčka (21), kar odpira možnost uporabe zračne tamponade za nežno potiskanje zdravila proti fovei ali na širše območje mrežnice (22).

## ZAPLETI

Berger in sodelavci so pregledali pogostnost komplikacij aplikacije genske terapije z VPP in subretinalno injekcijo v 20 kliničnih študijah različnih genskih terapij in 18 študijah aplikacije zdravila Luxturna od njegove registracije leta 2017 (2). Resni neželeni dogodki so vključevali hudo vnetje, odstop mrežnice, poškodbe mrežnice (makularne luknje, mrežnične gube ali raztrganine), degeneracijo mrežnice (horioretinalno atrofijo), višji intraokularni tlak, ki je povzročil glavkomsko okvaro vidnega živca, in poslabšanje vida. V 20 kliničnih študijah, v katerih so skupno zdravili 438 očes, je do resnih neželenih dogodkov prišlo pri 51 (12 %) očesih. Najpogostejši so bili hudo vnetje (2 %), poškodba mrežnice (1 %), degeneracija mrežnice (1 %), odstop mrežnice (1 %) in huda izguba vida brez poročanega vzroka (6 %). S poslabšanjem vida je bilo povezanih 43 od 438 aplikacij (10 %), vključno z vsemi 5 očmi, pri katerih je prišlo do degeneracije mrežnice. V 18 študijah, ki so poročale o izkušnjah zdravljenja z zdravilom Luxturna na 429 očeh (236 bolnikih), so bili resni neželeni dogodki opisani pri 106 (25 %) očeh. Najpogosteje poročani so bili degeneracija mrežnice (21 %), vključno s horioretinalno atrofijo, progresivnimi atrofičnimi lezijami in/ali tanjšanjem plasti mrežnice. Ostali zapleti so bili hudo vnetje (1 %), poškodba mrežnice (1 %), odstop mrežnice (1 %), horoidalna neovaskularizacija (0,2 %) in glavkom (1 %). S poslabšanjem vida je bilo povezanih 22 od 429 aplikacij (5 %), od tega pri 9 od 89 (10%) očes z degeneracijo mrežnice (2).

## PERIOPERATIVNO KORTIKOSTEROIDNO ZDRAVLJENJE

Imunogenost vektorjev, dostavljenih subretinalno, je relativno nizka, in sicer zaradi imunološko privilegirane značaja subretinalnega prostora, ki je povezan s kombinacijo zaščite pred krvno-mrežnično pregrado (23), imunomodulatornih citokinov iz lokalne mikroglije (24), imunomodulatornih lastnosti RPE (25) in mehanizmov obrambe pred apoptozo (22). Kljub

temu pa je vnetni odziv na virusne vektorje možen, zato se za njegovo zmanjšanje oz. preprečevanje običajno uporablja perioperativno zdravljenje s kortikosteroidi. Rutinsko se uporabljajo topikalni steroidi, katerih odmerki je prilagojen glede na prisotno intraokularno vnetje, skupaj z rutinskimi pooperativnimi topikalnimi antibiotiki. Večinoma se aplicira tudi sistemsko kortikosteroidno zdravljenje, v nekaterih primerih pa periokularno (24). Primer režima kortikosteroidne terapije, ki se uporablja ob zdravljenju z Luxturno, je naveden v Tabeli 2 (7).

**Tabela 2: Primer režima imunomodulatorne terapije pred aplikacijo in po aplikaciji genskega zdravila s postopkom VPP in subretinalne injekcije – priporočilo proizvajalca za uporabo kortikosteroidov ob aplikaciji zdravila Luxturna ([https://www.ema.europa.eu/sl/documents/product-information/luxturna-epar-product-information\\_sl.pdf](https://www.ema.europa.eu/sl/documents/product-information/luxturna-epar-product-information_sl.pdf))**

Pred posegom	3 dni pred posegom	Prednizon (ali ekvivalent) 1 mg/kg/dan (največ 40 mg/dan)
Po posegu	4 dni (vključno na dan posega)	Prednizon (ali ekvivalent) 1 mg/kg/dan (največ 40 mg/dan)
	Nato 5 dni	Prednizon (ali ekvivalent) 0,5 mg/kg/dan (največ 20 mg/dan)
	Nato 5 dni po en odmerki vsak drugi dan	Prednizon (ali ekvivalent) 0,5 mg/kg vsak drugi dan (največ 20 mg/dan)

## ALTERNATIVNE METODE VNOSA GENSKE TERAPIJE

Med alternativne pristope lokalne aplikacije genske terapije spadajo različni načini transskleralne igelne aplikacije, kot so intravitrealna injekcija, subretinalna injekcija skozi sklero in suprahoroidalna injekcija skozi sklero. Slednje so manj invazivne kot VPP in bi se lahko potencialno

izvajale tudi ambulantno (26,22). Med naštetimi je najbolj uporabljana intravitrealna injekcija (Tabela 1) in je tudi metoda vnosa genskega podpornega zdravila Encelto, leta 2025 registriranega v ZDA za zdravljenje makularne telangiektazije tipa 2. Slabost intravitrealne aplikacije je oddaljenost vektorja od tarčnih celic, ki so v večini primerov fotoreceptorji, saj mora preiti notranjo mejno membrano in notranje plasti mrežnice. Predklinične raziskave se osredotočajo predvsem na izboljšanje transdukcije fotoreceptorjev prek intravitrealne dostave z inženiringom kapsidov in razvojem novih platform za dostavo (22).

#### LITERATURA

1. Russell S, Bennett J, Wellman JA, Chung DC, Yu ZF, Tillman A, et al. Efficacy and safety of voretigene neparvovec (AAV2-hRPE65v2) in patients with RPE65-mediated inherited retinal dystrophy: a randomised, controlled, open-label, phase 3 trial. *Lancet*. 2017;390(10097):849-60.
2. Berger A, Johnson CD, Marmorstein AD, Scruggs BA. Retinal viral gene therapy: impact of route of administration on serious adverse events—a systematic review. *Clin Exp Ophthalmol*. 2025;53(8):967-85.
3. Reichel FFL, Wozar F, Seitz I, Ochakovski A, Bartz-Schmidt KU, Peters T, et al. An optimized treatment protocol for subretinal injections limits intravitreal vector distribution. *Ophthalmol Sci*. 2021;1(3):100050.
4. Xue K, Groppe M, Salvetti A, MacLaren R. Technique of retinal gene therapy: delivery of viral vector into the subretinal space. *Eye (Lond)*. 2017;31(9):1308-16.
5. Davis J, Gregori N, MacLaren R, Lam B. Surgical technique for subretinal gene therapy in humans with inherited retinal degeneration. *Retina*. 2019;39 Suppl 1:S2-S8.
6. Kay C. Investigational surgery and techniques: subretinal gene therapy delivery. In: *Operative Techniques in Vitreoretinal Surgery*. 1st ed. Philadelphia: Elsevier; 2022. p. 245-52.
7. European Medicines Agency (EMA). Luxturna: EPAR - Product Information [Internet]. Amsterdam: EMA; 2018 [updated 2024; cited 2026 Mar 9]. Available from: [https://www.ema.europa.eu/sl/documents/product-information/luxturna-epar-product-information\\_sl.pdf](https://www.ema.europa.eu/sl/documents/product-information/luxturna-epar-product-information_sl.pdf)
8. Fan K, Yannuzzi N, Patel N, Negron C, Sisk R, Nagiel A, et al. Surgical techniques for the subretinal delivery of pediatric gene therapy. *Ophthalmol Retina*. 2020;4(6):573-81.
9. Ding K, Shen J, Hafiz Z, Hackett S, Silva R, Khan M, et al. AAV8-vectored suprachoroidal gene transfer produces widespread ocular transgene expression. *J Clin Invest*. 2019;129(11):4901-11.
10. Ladha R, Caspers L, Willermain F, de Smet M. Subretinal therapy: technological solutions to surgical and immunological challenges. *Front Med (Lausanne)*. 2022;9:855235.

11. Gange W, Sisk R, Besirli C, Lee T, Havunjian M, Schwartz H, et al. Perifoveal chorioretinal atrophy after subretinal voretigene neparvovec-rzyl for RPE65-mediated Leber congenital amaurosis. *Ophthalmol Retina*. 2022;6(1):58-64.
12. Reichel F, Seitz I, Wozar F, Dimopoulos S, Jung R, Kempf M, et al. Development of retinal atrophy after subretinal gene therapy with voretigene neparvovec. *Br J Ophthalmol*. 2023;107(9):1335-41.
13. Lopez J, Borchert M, Lee T, Nagiel A. Subretinal deposits in young patients treated with voretigene neparvovec-rzyl for RPE65-mediated retinal dystrophy. *Br J Ophthalmol*. 2023;107(3):400-5.
14. Price KW, Pennesi ME, Lauer AK, Bailey ST. Iatrogenic choroidal neovascularization associated with subretinal gene therapy surgery. *Am J Ophthalmol Case Rep*. 2022;25:101244.
15. Olufsen M, Spindler L, Sorensen N, Christiansen A, Alberti M, Heegaard S, et al. Controlled subretinal injection pressure prevents damage in pigs. *Ophthalmologica*. 2022;245(3):267-75.
16. Takahashi K, Morizane Y, Hisatomi T, Tachibana T, Kimura S, Hosokawa M, et al. The influence of subretinal injection pressure on the microstructure of the monkey retina. *PLoS One*. 2018;13(12):e0209164.
17. Dormegny L, Studer F, Sauer A, Ballonzoli L, Speeg-Schatz C, Bourcier T, et al. Could internal limiting membrane peeling before voretigene neparvovec-rzyl subretinal injection prevent focal chorioretinal atrophy? *Heliyon*. 2024;10(3):e25316.
18. Sisk R, Berger T, Williams E, Riemann C. Intraoperative bleb behavior in subretinal gene augmentation therapy for inherited retinal diseases. *Retina*. 2023;43(10):1740-8.
19. Gregori N, Lam B, Davis J. Intraoperative use of microscope-integrated optical coherence tomography for subretinal gene therapy delivery. *Retina*. 2019;39 Suppl 1:S9-S12.
20. Gregori NZ, Davis JL. Surgical observations from the first 120 cases of subretinal gene therapy for inherited retinal degenerations. *Retina*. 2020;40(10):1873-81.
21. Ducloyer J, Pichard V, Mevel M, Galy A, Lefevre G, Brument N, et al. Intravitreal air tamponade after AAV2 subretinal injection modifies retinal EGFP distribution. *Mol Ther Methods Clin Dev*. 2023;28:227-37.
22. Patel MJ, Sheth S, Mar J, Gregori NZ, Sengillo JD. Surgical approaches to retinal gene therapy: 2025 update. *Bioengineering (Basel)*. 2025;12(10):1245.
23. Varin J, Morival C, Maillard N, Adjali O, Cronin T. Risk mitigation of immunogenicity: a key to personalized retinal gene therapy. *Int J Mol Sci*. 2021;22(23):12836.
24. Taylor A, Hsu S, Ng T. The role of retinal pigment epithelial cells in regulation of macrophages/microglial cells in retinal immunobiology. *Front Immunol*. 2021;12:664104.
25. Du Y, Yan B. Ocular immune privilege and retinal pigment epithelial cells. *J Leukoc Biol*. 2023;113(3):324-34.
26. Dalkara D, Kolstad K, Caporale N, Visel M, Klimczak R, Schaffer D, et al. Inner limiting membrane barriers to AAV-mediated retinal transduction from the vitreous. *Mol Ther*. 2009;17(12):2096-102.

## **DISLOKACIJA LEČE IN AFAKIJA - ALI JE PRI KIRURGIJI SREDNJEGA SEGMENTA POTREBNA VITREKTOMIJA PARS PLANA**

---

*Miha Marzidovšek*

*Očesna klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana*

### **IZVLEČEK**

Dislokacija leče pomeni premik leče iz njenega fiziološkega položaja v očesu. Je redka, a klinično pomembna patologija. Nastane zaradi oslabelosti kapsularne vrečke in zonularnega aparata. Med najpomembnejše dejavnike tveganja sodijo psevdoeksfoliativni sindrom, predhodna vitreoretinalna kirurgija, očesna travma, visoka miopija, uveitis, pigmentozni retinitis ter sistemske bolezni vezivnega tkiva. Dislokacija je lahko zgodnja ali pozna ter se klinično kaže z zmanjšano vidno ostrino, diplopijo, bleščanjem, lahko pa tudi z bolečino ali znaki sekundarnega glavkoma. Zdravljenje je odvisno od stopnje dislokacije in spremljajoče patologije. Pri minimalni asimptomatski sublukaciji lahko stanje spremljamo, medtem ko je pri funkcionalno pomembni dislokaciji indicirano kirurško zdravljenje. Možnosti vključujejo repozicijo ali zamenjavo umetne intraokularne leče ter sekundarno implantacijo v sprednji prekat, fiksacijo na šarenico ali transskleralno fiksacijo (s šivi ali brez njih). Pomembno vprašanje je izbira kirurškega pristopa in obseg vitrektomije. Vitrektomija pars plana omogoča boljši nadzor nad posteriornim segmentom in je v nekaterih študijah povezana z nižjo incidenco zapletov, kot so odstop mrežnice, cistoidni makularni edem in endoftalmitis. Vendar funkcionalni izidi pogosto niso pomembno drugačni pri intraskleralni fiksaciji umetne intraokularne leče s pristopom vitrektomija pars plana v primerjavi z anteriorno vitrektomijo, zato je odločitev individualna ter temelji na anatomskih značilnostih očesa, prisotni vitreoretinalni patologiji in izkušnjah kirurga. Ob ustrezni izbiri tehnike je prognoza vida dobra, saj večina bolnikov doseže zadovoljivo kooperativno vidno ostrino.

**Ključne besede:** dislokacija leče, afakija, vitrektomija, kirurgija srednjega segmenta, repozicija umetne intraokularne leče, zamenjava umetne intraokularne leče, intraskleralna fiksacija umetne intraokularne leče.

## UVOD

Dislokacija leče pomeni premik leče iz njenega fiziološkega položaja v očesu. Je redka, a klinično pomembna patologija. Poročana incidenca dislokacije umetnih znotrajočesnih leč (*angl.* intraocular lens, IOL) znaša od 0,2 do 3 % (1-4) in naj bi se v zadnjih letih po nekaterih študijah še povišala zaradi staranja prebivalstva in večjega števila opravljenih operacij katarakte (5). Do dislokacije lahko pride po operaciji sive mrežnice, po predhodnih vitreoretinalnih posegih, ob očesni travmi ali kot posledica sistemskih obolenj (npr. bolezni vezivnega tkiva), ki vodijo v oslabitev zonularnega aparata (6,7).

Dislokacija IOL se klinično lahko kaže kot fakodoneza, decentracija IOL znotraj kapsularne vrečke ali v sulkusu, delna subluksacija ali popolna dislokacija (luksacija) IOL znotraj ali zunaj kapsularne vrečke. Izraz decentracija se običajno uporablja za izgubo pravilne lege IOL brez prisotne zonularne ali kapsularne nestabilnosti, medtem ko subluksacija označuje delno okvaro zonularnega ali kapsularnega aparata. Popolna dislokacija (luksacija) nastane ob popolni odpovedi zonularne ali kapsularne podpore (Slika 1). V klinični praksi in literaturi se navedeni izrazi pogosto uporabljajo neenotno. Po postavitvi diagnoze dislokacije IOL je na voljo več terapevtskih pristopov, katerih izbira je odvisna od stopnje dislokacije, spremljajoče očesne patologije in splošnega stanja očesa.



**Slika 1: Shematski prikaz dislokacij umetne znotrajočesne leče (Vir: lasten arhiv)**

Implantacija IOL v kapsularno vrečko ostaja zlati standard pri operaciji katarakte, saj zagotavlja stabilno anatomsko lego in optimalno pooperativno vidno ostrino. V primerih, ko je kapsularna podpora nezadostna ali odsotna, standardna implantacija ni mogoča. Rehabilitacija vida v teh primerih afakije je mogoča z uporabo alternativnih tehnik fiksacije IOL, kot so vstavitve leče v sprednji prekat (*angl.* anterior chamber IOL, ACIOL), na šarenico fiksirana IOL (*angl.* iris fixated IOL, IFIOL) ali IOL s skleralno fiksacijo (*angl.* scleral fixated IOL, SFIOL). Ti posegi so tehnično zahtevnejši, saj okvara zadnje kapsule in manipulacija steklovine povečujeta tveganje za pooperativne zaplete, predvsem regmatogeni odstop mrežnice (ROM).

Tehniko intraskleralne fiksacije IOL sta prvič opisala Gabor in Agarwal s sodelavci leta 2007 (8,9), Kobayakawa pa jo je uvedel na Japonskem leta 2010 (10-12). Leta 2017 je Yamane (13) prvi opisal intraskleralno fiksacijo IOL s tehniko prirobnice (*angl.* double-needle flanged IOL fixation), ki so jo prevzeli številni oftalmologi. Pri tem posegu je potrebna vitrektomija. Priporočljiva je vitrektomija pars plana. Skleralna fiksacija je možna tudi z anteriorno vitrektomijo, vendar je potrebna previdnost zaradi možnih zapletov (13).

## ETIOLOGIJA IN DEJAVNIKI TVEGANJA

Dislokacija IOL je predvsem povezana z integriteto kapsularne vrečke in zonularnega podpornega sistema ter njuno sposobnostjo zagotavljanja dolgotrajne stabilnosti vstavljenе leče. Številna stanja povečujejo tveganje za nestabilnost kapsularne vrečke in oslabele zonal. Mednje sodijo predhodna operacija katarakte, predhodna vitreoretinalna kirurgija (14-16), staranje (15), aksialna miopija (16,17), intraokularno vnetje oziroma uveitis (16,18), očesna travma (14, 19), pigmentozni retinitis (1,16), diabetes mellitus (20), atopijski dermatitis (19), napredovala katarakta (16) ter predhodne epizode akutnega napada zaprtja zakotja (21).

Pomembna skupina dejavnikov tveganja so bolezni vezivnega tkiva, med katerimi je najpogostejši psevdoeksfoliativni sindrom, ki je vzrok za več kot 50 % primerov. Ostali dejavniki tveganja vključujejo Marfanov sindrom, homocistinurijo, hiperlizinemijo, Ehlers-Danlosov sindrom, sklerodermo, Weill-Marchesanijev sindrom ter ektopijo leče in zenice (1,14,15,22,23).

Dislokacijo IOL po operaciji katarakte delimo na zgodnjo in pozno glede na čas nastanka. Zgodnja dislokacija se pojavi v prvih treh mesecih po implantaciji leče, medtem ko se pozna dislokacija pojavi  $\geq 3$  mesece po operaciji (24). Zgodnja dislokacija umetne intraokularne leče je najpogosteje posledica neustrezne fiksacije leče ali intraoperativne rupture kapsule in/ali zonal (24). Do poškodbe zonal lahko pride zaradi posteriornega pritiska na lečo in kapsularnega kompleksa med kirurškimi manevri, kot so kapsulotomija tipa »can-opener«, fakoemulzifikacija jedra ali implantacija IOL (13).

Pozna dislokacija IOL je praviloma posledica progresivne zonularne insuficience v kombinaciji s kontrakcijo sprednje kapsule (24). Progresivna oslabele zonal je povezana s predhodno vitreoretinalno kirurgijo, kroničnim uveitisom, očesno travmo, visoko miopijo, pigmentoznim retinitisom, napredovalo starostjo, diabetesom mellitusom, atopijskim dermatitisom (zlasti ob ponavljajočem se drgnjenju oči), predhodnimi akutnimi napadi zaprtja zakotja ter boleznimi vezivnega tkiva (24,14,25,26).

Pogost pooperativni pojav po operaciji katarakte je kontrakcija odprtine kapsule, še posebej po izvedbi kontinuirane kurvilinearne kapsulorekse. Travma sprednje kapsule med kapsulotomijo povzroči proliferacijo in metaplazijo preostalih epitelijskih celic leče na robovih kapsule v miofibroblaste. To vodi do nastanka centripetalne kontrakcijske sile. Ko ta sila preseže nasprotno delujočo centrifugalno zonularno napetost, pride do progresivne zožitve kapsulorekse (27). Pri bolnikih, ki imajo že prisotno oslabelost zonul (npr. bolniki s psevdoeksfoliativnim sindromom, pigmentoznim retinitisom ali diabetesom mellitusom) je kapsularna kontrakcija izrazitejša (28).

Povečana proliferacija epitelijskih celic, ki je značilna za posteriorno kapsularno opacifikacijo (PCO), lahko poveča maso kompleksa kapsularne vrečke IOL in s tem dodatno obremeni oslABLJENE zonule (29). Prav tako je bil tudi neodimijev YAG-laserski poseg za zdravljenje posteriorne kapsularne opacifikacije opredeljen kot možni sprožilni dejavnik za kasnejšo subluksacijo ali dislokacijo IOL (1,14).

## **ANAMNEZA, KLINIČNI ZNAKI IN SIMPTOMI**

Glede na številna predispozicijska stanja, ki povečujejo tveganje za dislokacijo IOL, je temeljita anamneza ključnega pomena. Bolniki z dislocirano IOL lahko poročajo o poslabšanju ali spremembi vidne ostrine, diplopiji in/ali bleščanju (24). Poleg tega se lahko pojavijo očesna bolečina ali glavoboli, ki so posledica intermitentnega zaprtja zakotja in/ali intraokularnega vnetja. Nekateri bolniki navajajo tudi opažanje roba intraokularne leče v vidnem polju.

Za postavitev diagnoze dislocirane IOL je nujen celovit oftalmološki pregled, ki vključuje pregled sprednjega in zadnjega segmenta očesa. Posebej pomemben je natančen pregled očesnega ozadja v midriazi, včasih tudi z identacijo. V pomoč so lahko dodatne slikovne preiskave, kot so Optos, B-sken ultrazvočne ehografije ter OCT sprednjega segmenta ali ultrazvočna biomikroskopija, ki omogočajo natančnejšo oceno lokacije posteriorno dislocirane leče.

## ZDRAVLJENJE

### Spremljanje

Spremljanje je mogoče v primerih, ko je subluksacija IOL minimalna in nima pomembnega vpliva na vidno funkcijo in/ali ne povzroča poškodb okolnih očesnih struktur. Bolniki s psevdofakodonezo brez dislokacije so praviloma asimptomatski, zato zadošča konservativna obravnava (30). V takšnih primerih lahko z ustrežno refrakcijsko korekcijo izboljšamo vidno ostrino, nato pa je potrebno skrbno in redno spremljanje bolnika za pravočasno prepoznavo morebitnih zapletov dislokacije IOL, ki bi lahko zahtevali kirurško intervencijo.

### Kirurško zdravljenje

V primerih, ko je vid prizadet in/ali je prisotna okvara okolnih očesnih struktur, ima kirurško zdravljenje ključno vlogo pri obravnavi dislokacije IOL. Najpogostejše indikacije za operacijo so zmanjšana vidna ostrina, monokularna diplopija in pojav halojev (1). Redkeje so razlog za kirurško obravnavo glavkom (23) in/ali sindrom uveitis-glavkom-hifema (22). Na voljo je več kirurških tehnik, izbira pa mora biti prilagojena posameznemu bolniku. Kirurško zdravljenje vključuje vitrektomijo pars plana ali anteriorno vitrektomijo za odstranitev dislocirane leče, čemur sledi sekundarna implantacija intraokularne leče.

### *Zamenjava umetne znotrajočesne leče*

Pri obravnavi dislokacije IOL predstavlja zamenjava leče najpogosteje izbrano kirurško metodo. Indikacije za poseg so različne in vključujejo delno subluksacijo ali popolno luksacijo leče, sindrom uveitis-glavkom-hifema, napačno izračunano moč leče, prolaps sprednje steklovine, intraokularno vnetje, refraktivne napake ali motnje v vidu, ki pomembno vplivajo na zadovoljstvo bolnika (31). Med posegom se dislocirana leča odstrani, odločitev o vstavitvi sekundarne IOL pa je odvisna predvsem od integritete kapsularne vrečke in razpoložljive podpore. Kadar je kapsularna podpora ohranjena, je optimalna lokacija za implantacijo sekundarne IOL kapsularna vrečka, sledita zadnji prekat z namestitvijo v ciliarnem sulkusu (*angl.* posterior chamber IOL, PCIOL). Ob nezadostni kapsularni ali sulkusni

podpori so na voljo alternativne tehnike, vključno z implantacijo IOL v sprednji prekat (*angl.* anterior chamber IOL, ACIOL), IOL prišite na šarenico ali sklero, ter v sklero fiksirane IOL.

### ***Sekundarna vstavitev umetne znotrajočesne leče v primerih afakije brez kapsularne podpore***

Kirurške tehnike za sekundarno vstavitev IOL ob odsotnosti kapsularne podpore vključujejo leče z vstavitvijo v sprednji prekat, leče, fiksirane na šarenico, ter vstavitev leče v zadnji prekat s transskleralno fiksacijo s šivom ali brez njega (13).

Izbira ustreznega načina fiksacije in pristopa, bodisi z anteriorno vitrektomijo ali vitrektomijo pars plana (32,33), mora temeljiti na natančni predoperativni oceni. Pri tem so ključnega pomena anatomske značilnosti očesa, še posebej stanje roženice, šarenice in sklere, prisotnost spremljajočih očesnih patologij ter kirurška izkušnost in preferenca kirurga. Individualiziran pristop omogoča optimalno centracijo in stabilnost umetne intraokularne leče ter prispeva k boljšim funkcionalnim izidom ob hkratnem zmanjšanju tveganj za intra- in pooperativne zaplete.

### **Vstavitev umetne znotrajočesne leče v sprednji prekat**

V odsotnosti ustrezne kapsularne opore je implantacija IOL, namenjene za vstavitev v sprednji prekat (ACIOL), ena izmed kirurških možnosti (34,35). V takšnih primerih je nujna natančna ocena globine sprednjega prekata ter anatomije zakotja, saj ustrezna podpora v zakotju bistveno vpliva na stabilnost in varnost leče.

Vstavitev IOL v sprednji prekat običajno poteka skozi skleralno incizijo. Lečo uvedemo v sprednji prekat s pomočjo vodila za lečo, pri čemer se haptike pravilno naslonijo na skleralni trn (*angl.* scleral spur). Med posegom je ključno, da se prepreči ukleščenje tkiva šarenice in da se izognemu stiku ali drgnjenju ob roženični endotelij. Skleralno incizijo praviloma zapremo z najlonskimi šivi 10-0. Pomembna je pravilna izbira dioptrične moči ACIOL, saj te leče običajno zahtevajo manjšo dioptrično moč kot posteriorno nameščene intraokularne leče. Potrebno je opraviti

horizontalno meritev razdalje med limbusoma roženice (*angl.* white-to-white), ki pomaga zagotoviti ustrezno velikost in prileganje leče posameznemu bolniku. Za preprečevanje pupilarnega bloka je indicirana tudi periferna iridektomija. S skrbno predoperativno oceno, ustrezno izbiro leče in natančno kirurško tehniko, je lahko vstavev leče v sprednji prekat varna in učinkovita rešitev pri bolnikih brez zadostne kapsularne podpore.

### Fiksacija umetne znotrajočesne leče na šarenico

IOL, namenjene za fiksacijo na šarenico, so bile sprva uporabljene kot haptike v obliki krempljev (*angl.* claw). Leče v obliki iris-claw uporabljajo tako pri očeh z ohranjeno naravno lečo za korekcijo miopije kot tudi za korekcijo afakije v odsotnosti ustrezne kapsularne podpore (36). Leče v obliki iris-claw lahko vstavimo anteriorno v sprednji prekat pred šarenico ali retropupilarno (v zadnji prekat za šarenico), s čimer se zmanjša tveganje za zaplete, ki jih povezujemo z lečami v sprednjem prekatu. Izbira položaja je odvisna od kirurških izkušenj operaterja ter intraoperativnih okoliščin.

Pri anteriorni implantaciji se lečo vstavimo v sprednji prekat, nato haptike leče vpnemo na srednjep periferni del šarenice. Pri retropupilarni fiksaciji najprej eno haptiko uvedemo za šarenico in jo vpnemo, nato sledi še vpetje druge haptike. Pri anteriorni implantaciji je potrebna tudi periferna iridektomija za preprečevanje pupilarnega bloka.

#### 1. Šivanje umetne znotrajočesne leče na šarenico

Dislocirane IOL izven kapsularne vrečke je mogoče dodatno fiksirati na šarenico, če leča ni poškodovana in ima ustrezno dioptrično moč. Po indukciji mioze izdelamo štiri paracenteze, ki omogočajo fiksacijo posameznih haptik na periferno šarenico. Modificirana McCannelova tehnika šivanja šarenice z uporabo drsnega Siepserjevega vozla se je izkazala kot uspešna metoda. Pri tem s polipropilenskim šivom (McCannel) na ukrivljeni igli haptike pritrdimo na šarenico, nato pa optiko premaknemo za šarenico v končni stabilni položaj (37,38).

### Transskleralna fisacija umetne znotrajočesne leče s šivi

Transskleralna fisacija IOL s šivi predstavlja eno od kirurških tehnik pri bolnikih brez zadostne podpore kapsularne vrečke. Tehniko lahko izvedemo po pristopu *ab interno* ali *ab externo*. Pri pristopu *ab interno* šive vodimo od znotraj navzven, praviloma brez neposredne vizualizacije izhodišča skozi sklero, medtem ko pri pristopu *ab externo* šive uvajamo od zunaj navznoter v zrklo.

Transskleralna fisacija s šivom ima v primerjavi z drugimi tehnikami določene prednosti, saj je povezana z manjšim tveganjem za izgubo endoteljskih celic roženice, razvoj glavkoma in nastanek perifernih sprednjih sinehij šarenice (13). Kljub temu ostajata erozija in pretrganje šivov pomembna zapleta; pri uporabi polipropilenskih šivov 10-0 je bila po šestih letih opažena pretrganost v približno 28 % primerov (13). Za zmanjšanje tega tveganja so nekateri avtorji uvedli uporabo Gore-Tex šivov (13).

Pri obeh tehnikah lečo namestimo v položaj med šarenico in sprednjim delom steklovine ter fiksiramo s šivi na nasprotnih straneh, kar omogoča stabilno centracijo. Po končani fiksaciji vzleže in potek šivov zakopljemo v sklero, da se zmanjša tveganje za erozijo šivov skozi veznico in potencialne infekcijske zaplete.

Izbira tipa IOL ter šivalnega materiala je odvisna od kirurških preferenc, izkušenj kirurga ter specifičnih anatomskih značilnosti očesa. Za transskleralno fisacijo IOL s šivi se danes uporablja več različnih šivalnih materialov, med najpogostejšimi so polipropilen 10-0, polipropilen 9-0 in Gore-Tex CV-8 (ekspandirani politetrafluoroetilen). Tradicionalno je bil najpogosteje uporabljen šiv polipropilen 10-0. Vendar so bile opisane pozne dislokacije IOL zaradi erozije in pretrganja šiva (39–41). Ugotovljeno je bilo, da je tveganje za pretrganje povezano s časom, ki je pretekel od operacije; povprečni čas do pretrganja šiva je znašal približno 4 do 6,5 leta po posegu. To kaže na postopno biodegradacijo materiala in izgubo natezne trdnosti skozi čas (39). Na podlagi teh opažanj nekateri avtorji priporočajo uporabo debelejšega šiva, kot je polipropilen 9-0, ki

naj bi imel večjo natezno trdnost in boljšo odpornost proti dolgoročni degradaciji v primerjavi s polipropilenom 10-0 (39). Kljub temu obstajajo raziskave, ki postavljajo pod vprašaj superiornost polipropilena 9-0 nad 10-0. Večji premer šiva lahko namreč poveča tveganje za erozijo skozi sklero ter potencialno tudi tveganje za endoftalmitis (42). Izbira šivalnega materiala mora zato temeljiti na individualni presoji kirurga, pričakovani dolgotrajnosti fiksacije, starosti bolnika ter oceni tveganja za pozne zaplete.

### **Transskleralna fiksacija umetne znotrajočesne leče brez šivov**

Gabor in Agarwal s sodelavci (8,9) sta opisala tehniko brezšivne intraskleralne fiksacije IOL kot alternativno metodo, ki se izogne zapletom, povezanim s šivi, vendar je lahko povezana s tveganjem za kooperativno hipotonijo. Razvite so bile različne modifikacije tehnike, vključno z zmanjšanjem velikosti sklerotomije ter transkonjunktivalnimi pristopi, s čimer se zmanjša potreba po šivanju.

Intraskleralno fiksacijo IOL s tehniko prirobnice je prvič opisal leta 2017 Yamane (13). Izvaja se skozi veznico z majhnimi vbodi, narejenimi z iglami 30-gauge. Igle uvedemo skozi sklero približno 2 mm posteriorno od limbusa. Haptike tridelne IOL nato uvedemo v lumen igel in jih izvlečemo skozi skleralne tunele. Stabilizacijo haptik dosežemo brez uporabe šivov ali lepila, saj se na zunanem koncu haptike s pomočjo termokavterizacije oblikuje majhna prirobnica (*angl.* flange), ki preprečuje zdrs nazaj v oko ter omogoča čvrsto fiksacijo v skleralnem tunelu. Po indukciji mioze izvedemo periferno iridotomijo, da preprečimo ujetje šarenice (*angl.* iris capture) z optiko leče. Prednost tehnike dvojne igle je minimalna velikost sklerotomij, kar zmanjšuje tveganje za kooperativno hipotonijo ter prispeva k hitrejši stabilizaciji očesnega tlaka (13).

Tehnika Canabrava je alternativna možnost in predstavlja brezšivno metodo skleralne fiksacije IOL ali kapsularnega tenzijskega segmenta pri bolnikih z izrazito zonularno oslabelostjo. Postopek temelji na uporabi polipropilenskega šiva 5-0 ali 6-0, pri katerem na obeh koncih z uporabo termokavterizacije oblikujemo prirobnici (*angl.* flanges). Tako pripravljena

konca uvedemo in zakopljemo v skleralna tunela, kar omogoča stabilno brezšivno fiksacijo ter zmanjšuje tveganje za erozijo skozi veznico in pozne zaplete, povezane s šivi. Tehnika zagotavlja dobro centracijo in dolgo trajno stabilnost leče ob minimalni manipulaciji tkiv (43).

Dodatno možnost transskleralne fiksacije predstavlja uporaba enodelne akrilne leče Carlevala s sidrnima haptikama v obliki čepkov (*angl.* anchor plugs), ki omogočata stabilno pritrnitev v skleralnih žepkih brez uporabe šivov ali lepila. Po izdelavi dveh nasprotnih skleralnih žepkov 1,5–2,0 mm posteriorno od limbusa lečo vstavimo v zadnji prekat, haptike pa eksteraliziramo skozi sklerotomiji in zasidramo v pripravljena tunela. Tehnika omogoča dobro centracijo in stabilnost leče ter zmanjšuje tveganje zapletov, povezanih s šivi, kot so erozija, pozna pretrganina ali endoftalmitis. Prednosti vključujejo manjšo kirurško travmo in krajši operativni čas v primerjavi s fiksacijo s šivi, medtem ko so možni zapleti podobni kot pri drugih oblikah skleralne fiksacije (hipotonija, krvavitev, nagib ali decentracija leče, redkeje odstop mrežnice) (44).

### **Izbira kirurškega pristopa**

Anteriorna vitrektomija in vitrektomija pars plana se razlikujeta v pristopu in obsegu odstranitve steklovine. Vitrektomija pars plana omogoča boljši nadzor nad posteriornim segmentom in je v nekaterih študijah povezana z nižjo incidenco pooperativnega odstopa mrežnice, cistoidnega makularnega edema (CME), nestabilnosti leče in endoftalmitisa v primerjavi z anteriornim pristopom (45). Kljub temu se v nekaterih študijah pri intraskleralni fiksaciji IOL niso pokazale pomembne razlike v pooperativni vidni ostrini ali skupni pojavnosti zapletov glede na obseg vitrektomije (32), zato je izbira metode predvsem odvisna od kliničnega stanja očesa in prisotne vitreoretinalne patologije. Tudi pri tehniki Yamane pri dislokaciji kristaline leče sta pristopa primerljiva v pooperativni vidni ostrini in kirurških zapletih (33). Vitrektomija pars plana je terapija izbora pri bolnikih z luksirano lečo v steklovino (33). Pri pediatričnih bolnikih pride v poštev transkornealna vitreolensektomija, medtem ko je pri odraslih s prisotnostjo periferne raztrganine mrežnice smiselna popolna vitrektomija pars plana z intraoperativno lasersko retinopeksijo za zmanjšanje tveganja za regmatogeni odstop mrežnice (33).

Čeprav je vitrektomija pars plana pogosto priporočljiva, skleralna fiksacija ostaja izvedljiva tudi z anteriorno vitrektomijo ob skrbnem preprečevanju vitreoretinalne trakcije (13).

## ZAPLETI

Kirurška oskrba dislokacije IOL je lahko povezana z resnimi pooperativnimi zapleti, vključno s ponavljajočo se dislokacijo (16,20,46,47), odstopom mrežnice (2,16,20,47,48), intraokularnim vnetjem ali okužbo (2), intraokularno krvavitvijo, poškodbo roženice (2), cistoidnim makularnim edemom (2,16,20,49) ter zvišanim intraokularnim tlakom (2,49). Vid ogrožajoči zapleti, kot so hifema, sekundarni glavkom, cistoidni makularni edem in pupilarni blok, se pogosteje pojavljajo pri sprednjekomornih lečah (ACIOL) in pri lečah, fiksiranih na šarenico, pri čemer imajo slednje tudi večje tveganje za ponovne dislokacije in dekompenzacijo roženice (2).

Zadnjekomorne IOL (*angl.* PCIOL) s transskleralno fiksacijo s šivi predstavljajo tveganje za intraokularno krvavitev ali odstop mrežnice (30) ter za pozno dislokacijo ali nagib leče ob rahljanju ali pretrganju šivov (30, 50). Izpostavljeni šivi lahko povzročijo erozijo tkiv in povečano tveganje za endoftalmitis (30,35). Tudi transskleralna fiksacija haptik je lahko povezana z intraokularnimi krvavitvami (51).

Sprednjekomorne intraokularne leče (*angl.* ACIOL) so zaradi bližine roženice in zakotja povezane s povečanim tveganjem za psevdofakično bulozno keratopatijo, sekundarni glavkom, sindrom uveitis-glavkom-hifema, periferne sprednje sinehije in cistoidni makularni edem (30,50), zato je njihova implantacija pri mlajših bolnikih praviloma odsvetovana (52). Leče, fiksirane na šarenico, prav tako povečujejo tveganje za dekompenzacijo roženice ter zaplete, povezane s travmo šarenice, vključno s pigmentno disperzijo, kroničnim vnetjem in deformacijo zenice (38,50).

## ZAKLJUČEK

Pri večini bolnikov z dislokacijo IOL je ob ustreznem zdravljenju prognoza vida dobra (1,35). Študije vidne ostrine kažejo, da vsaj 85 % bolnikov doseže končno vidno ostrino 0,5 (20/40) po Snellenu ali boljše (2,3). Neugodni prognostični dejavniki vključujejo višjo starost, predhodno bolezen roženice, glavkom, iritis, neovaskularizacijo šarenice, diabetično retinopatijo, anamnezo odstopa mrežnice, starostno degeneracijo rumene pege, ambliopijo ter intraoperativne in pooperativne zaplete, kot sta edem roženice in/ali makule (3). Kljub temu lahko skrbno spremljanje bolnika ter natančna pred-, intra- in pooperativna obravnava bistveno zmanjšajo tveganje za zaplete in izboljšajo funkcionalne izide.

## LITERATURA

- 1 Gimbel HV, Condon GP, Kohnen T, Olson RJ, Halkiadakis I. Late in-the-bag intraocular lens dislocation: incidence, prevention, and management. *J Cataract Refract Surg.* 2005 Nov;31(11):2193–204.
- 2 Stark WJ Jr, Maumenee AE, Datiles M, Fagadau W, Baker CC, Worthen D, et al. Intraocular lenses: complications and visual results. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 1983;81:280–309.
- 3 Stark WJ, Worthen DM, Holladay JT, Bath PE, Jacobs ME, Murray GC, et al. The FDA report on intraocular lenses. *Ophthalmology.* 1983 Apr;90(4):311–7.
- 4 Kratz RP, Mazzocco TR, Davidson B, Colvard DM. The Shearing intraocular lens: a report of 1,000 cases. *J Am Intraocul Implant Soc.* 1981 Jan;7(1):55–7.
- 5 Kristianslund, Olav MD, PhD; Dalby, Marius MD; Drolsum, Liv MD, PhD. Late in-the-bag intraocular lens dislocation. *Journal of Cataract & Refractive Surgery* 47(7):p 942–954, July 2021.
- 6 Ascaso FJ, Huerva V, Grzybowski A. Epidemiology, etiology, and prevention of late IOL-capsular bag complex dislocation: review of the literature. *J Ophthalmol.* 2015;2015:805706.
- 7 Culp C, Qu P, Jones J, Fram N, Ogawa G, Masket S, et al. Clinical and histopathological findings in the dead bag syndrome. *J Cataract Refract Surg.* 2022 Feb 1;48(2):177–184.
- 8 Gabor SG, Pavlidis MM. Sutureless intrascleral posterior chamber intraocular lens fixation. *J Cataract Refract Surg.* 2007;33:1851–4.
- 9 Agarwal A, Kumar DA, Jacob S, Baid C, Agarwal A, Srinivasan S. Fibrin glue-assisted sutureless posterior chamber intraocular lens implantation in eyes with deficient posterior capsules. *J Cataract Refract Surg.* 2008 Sep;34(9):1433–8.

- 10 Kobayakawa S, Matsumoto N, Gonda Y, Tochikubo T. Early results of a new secondary intraocular lens insertion technique in which the support is fixed in the sclera. *Ophthalmol Surg.* 2010;23:125–30. (Japanese).
- 11 Ohta T, Toshida H, Murakami A. Simplified and safe method of sutureless intrascleral posterior chamber intraocular lens fixation: Y-fixation technique. *J Cataract Refract Surg.* 2014;40:2–7.
- 12 Ohta T. Intraocular lens scleral fixation (Y-fixation technique). *Ophthalmology.* 2012;29:1513–4.
- 13 Yamane S, Sato S, Maruyama-Inoue M, Kadonosono K. Flanged Intrascleral Intraocular Lens Fixation with Double-Needle Technique. *Ophthalmology.* 2017 Aug;124(8):1136–1142.
- 14 Davis D, Brubaker J, Espandar L, Stringham J, Crandall A, Werner L et al. Late in-the-bag spontaneous intraocular lens dislocation: evaluation of 86 consecutive cases. *Ophthalmology.* 2009 Apr;116(4):664–70.
- 15 Matsumoto M, Yamada K, Uematsu M, Fujikawa A, Tsuiki E, Kumagami T et al. Spontaneous dislocation of in-the-bag intraocular lens primarily in cases with prior vitrectomy. *Eur J Ophthalmol.* 2012 May-Jun;22(3):363–7.
- 16 Hayashi K, Hirata A, Hayashi H. Possible predisposing factors for in-the-bag and out-of-the-bag intraocular lens dislocation and outcomes of intraocular lens exchange surgery. *Ophthalmology.* 2007;114(5):969–975.
- 17 Shigeeda T, Nagahara M, Kato S, Kunimatsu S, Kaji Y, Tanaka S et al. Spontaneous posterior dislocation of intraocular lenses fixated in the capsular bag. *J Cataract Refract Surg.* 2002 Sep;28(9):1689–93..
- 18 Brilakis HS, Lustbader JM. Bilateral dislocation of in-the-bag posterior chamber intraocular lenses in a patient with intermediate uveitis. *J Cataract Refract Surg.* 2003;29(10):2013–2014.
- 19 Yamazaki S, Nakamura K, Kurosaka D. Intraocular lens subluxation in a patient with facial atopic dermatitis. *J Cataract Refract Surg.* 2001;27(2):337–8.
- 20 Gross JG, Kokame GT, Weinberg DV; Dislocated In-The-Bag Intraocular Lens Study Group. In-the-bag intraocular lens dislocation. *Am J Ophthalmol.* 2004;137:630–5.
- 21 Su WW, Chang SH. Spontaneous, late, in-the-bag intraocular lens subluxation in a patient with a previous acute angle-closure glaucoma attack. *J Cataract Refract Surg.* 2004;30(8):1805–7.
- 22 Masket S, Osher SH. Late complications with intraocular lens dislocation after capsulorhexis in pseudoexfoliation syndrome. *J Cataract Refract Surg.* 2002;28(8):1481–4.
- 23 Lim MC, Doe EA, Vroman DT, Rosa RH Jr, Parrish RK 2nd. Late onset lens particle glaucoma as a consequence of spontaneous dislocation of an intraocular lens in pseudoexfoliation syndrome. *Am J Ophthalmol.* 2001 Aug;132(2):261–3..
- 24 Ascaso FJ, Huerva V, Grzybowski A. Epidemiology, Etiology, and Prevention of Late IOL-Capsular Bag Complex Dislocation: Review of the Literature. *J Ophthalmol.* 2015;2015:805706. doi: 10.1155/2015/805706. Epub 2015 Dec 21.

- 25 Lee GI, Lim DH, Chi SA, Kim SW, Shin DW, Chung TY. Risk Factors for Intraocular Lens Dislocation After Phacoemulsification: A Nationwide Population-Based Cohort Study. *Am J Ophthalmol.* 2020 Jun;214:86–96. doi: 10.1016/j.ajo.2020.03.012. Epub 2020 Mar 21..
- 26 Fernández-Buenaga R, Alio JL, Pérez-Ardoy AL, Larrosa-Quesada A, Pinilla-Cortés L, Barraquer R et al. Late in-the-bag intraocular lens dislocation requiring explantation: risk factors and outcomes. *Eye (Lond).* 2013 Jul;27(7):795–801; quiz 802. doi: 10.1038/eye.2013.95. Epub 2013 Jun 14.
- 27 Joo CK, Shin JA, Kim JH. Capsular opening contraction after continuous curvilinear capsulorhexis and intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg.* 1996;22(5):585–590.
- 28 Hayashi H, Hayashi K, Nakao F, Hayashi F. Anterior capsule contraction and intraocular lens dislocation in eyes with pseudoexfoliation syndrome. *Br J Ophthalmol.* 1998 Dec;82(12):1429–32. doi: 10.1136/bjo.82.12.1429. .
- 29 Jehan FS, Mamalis N, Crandall AS. Spontaneous late dislocation of intraocular lens within the capsular bag in pseudoexfoliation patients. *Ophthalmology.* 2001;108:1727–1731.
- 30 Lorente R, de Rojas V, Vazquez de Parga P, Moreno C, Landaluze ML, Domínguez R et al. Management of late spontaneous in-the-bag intraocular lens dislocation: Retrospective analysis of 45 cases. *J Cataract Refract Surg.* 2010 Aug;36(8):1270–82.
- 31 Patel V, Pakravan P, Lai J, Watane A, Mehra D, Eatz TA et al. Intraocular Lens Exchange: Indications, Comparative Outcomes by Technique, and Complications. *Clin Ophthalmol.* 2023;17:941–951
- 32 Yamada M, Nishimura E, Watanabe S, Yoshino M, Tokunaga Y, Sugiyama N et al. Comparison of complications of intrascleral fixation according to the extent of vitrectomy. *BMC Ophthalmol.* 2024 Apr 9;24(1):154.
- 33 Tang Y, Yao S, Chu Y, Han Q. Vitreous management in Yamane's technique for crystalline lens dislocation: anterior vitrectomy or PPV? *BMC Ophthalmol.* 2023 Nov 17;23(1):466.
- 34 Kwong YY, Yuen HK, Lam RF, Lee VY, Rao SK, Lam DS. Comparison of outcomes of primary scleral-fixated versus primary anterior chamber intraocular lens implantation in complicated cataract surgeries. *Ophthalmology.* 2007 Jan;114(1):80–5.
- 35 Holt DG, Young J, Stagg B, Ambati BK. Anterior chamber intraocular lens, sutured posterior chamber intraocular lens, or glued intraocular lens: where do we stand? *Curr Opin Ophthalmol.* 2012 Jan;23(1):62–7.
- 36 De Silva SR, Arun K, Anandan M, Glover N, Patel CK, Rosen P. Iris-claw intraocular lenses to correct aphakia in the absence of capsule support. *J Cataract Refract Surg.* 2011 Sep;37(9):1667–72.
- 37 Mora P, Calzetti G, Favilla S, Forlini M, Tedesco S, Date P et al. Comparative Analysis of the Safety and Functional Outcomes of Anterior versus Retropupillary Iris-Claw IOL Fixation. *J Ophthalmol.* 2018 Nov 4;2018:8463569.
- 38 Armonaitė L, Lofgren S, Behndig A. Iris suture fixation of out-of-the-bag dislocated three-piece intraocular lenses. *Acta Ophthalmol.* 2019;97(6):583–8.
- 39 Price MO, Price FW Jr, Werner L, Berlie C, Mamalis N. Late dislocation of scleral-sutured posterior chamber intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2005 Jul;31(7):1320–6.
- 40 Assia EI, Nemet A, Sachs D. Bilateral spontaneous subluxation of scleral-fixated intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2002;28(12):2214–6.

- 41 Asadi R, Kheirkhah A. Long-term results of scleral fixation of posterior chamber intraocular lenses in children. *Ophthalmology*. 2008;115(1):67–72.
- 42 Wasiluk E, Krasnicki P, Dmuchaowska DA, Proniewska-Skrętek E, Mariak Z. The implantation of the scleral-fixated posterior chamber intraocular lens with 9/0 polypropylene sutures - Long-term visual outcomes and complications. *Adv Med Sci*. 2019 Mar;64(1):100–3.
- 43 Canabrava S, Carvalho MS. Double-flanged polypropylene technique: 5-year results. *J Cataract Refract Surg*. 2023 Jun 1;49(6):565–570.
- 44 Carlò MM, Boselli F, Giannuzzi F, Caporossi T, Gambini G, Mosca L et al. Sutureless scleral fixation Carlevalle IOL: a review on the novel designed lens. *Int Ophthalmol*. 2023 Jun;43(6):2129–2138. doi: 10.1007/s10792-022-02579-w. Epub 2022 Nov 25.
- 45 Thornton IL, McMains BK, Snyder ME. Long-term safety and efficacy of single-port pars plana anterior vitrectomy with limbal infusion during anterior segment surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2018 Jul;44(7):878–883. doi: 10.1016/j.jcrs.2018.05.004. Epub 2018 Jun 13.
- 46 Kim SS, Smiddy WE, Feuer W, Shi W. Management of dislocated intraocular lenses. *Ophthalmology*. 2008 Oct;115(10):1699–704. doi: 10.1016/j.ophtha.2008.04.016. Epub 2008 Jun 13..
- 47 Jakobsson G, Zetterberg M, Sundelin K, Stenevi U. Surgical repositioning of intraocular lenses after late dislocation: complications, effect on intraocular pressure, and visual outcomes. *J Cataract Refract Surg*. 2013 Dec;39(12):1879–85. doi: 10.1016/j.jcrs.2013.06.023. Epub 2013 Oct 21.
- 48 Mello MO Jr, Scott IU, Smiddy WE, Flynn HW, Feuer W. Surgical management and outcomes of dislocated intraocular lenses. *Ophthalmology*. 2000 Jan;107(1):62–7. doi: 10.1016/s0161-6420(99)00017-2.
- 49 Kristianslund O, Råen M, Østern AE, Drolsum L. Late In-the-Bag Intraocular Lens Dislocation: A Randomized Clinical Trial Comparing Lens Repositioning and Lens Exchange. *Ophthalmology*. 2017 Feb;124(2):151–159. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.10.024. Epub 2016 Nov 30.
- 50 Por YM, Lavin MJ. Techniques of intraocular lens suspension in the absence of capsular/zonular support. *Surv Ophthalmol*. 2005;50(5):429–462.
- 51 Scharioth GB, Prasad S, Georgalas I, Tataru C, Pavlidis M. Intermediate results of sutureless intrascleral posterior chamber intraocular lens fixation. *J Cataract Refract Surg*. 2010 Feb;36(2):254–9.
- 52 Elderkin S, Tu E, Sugar J, Reddy S, Kadakia A, Ramaswamy R et al. Outcome of descemet stripping automated endothelial keratoplasty in patients with an anterior chamber intraocular lens. *Cornea*. 2010 Nov;29(11):1273–7.







Za več  
informacij  
obiščite  
[lhonaware.com](http://lhonaware.com)

**LHON**  
A W A R E

**Leberjeva hereditarna optična nevropatija (LHON) je redka dedna mitohondrijska bolezen, ki povzroča hudo okvaro vida.<sup>1,2</sup>**

### **Kdaj moramo pomisliti na LHON?**

- Subakutna izguba vida na enem očesu, po nekaj tednih ali mesecih sledi poslabšanje vida tudi na drugem očesu.<sup>1,3</sup>
- Neboleča izguba vida, brez bolečin pri premikanju očesa.<sup>5</sup>
- Centralni izpadi v vidnem polju, prizadet barvni vid.<sup>1,3</sup>
- Psevdoedem optičnega diska in povečana debelina sloja mrežničnih živčnih vlaken.<sup>4</sup>
- Pozitivna družinska anamneza (izguba vida v širšem sorodstvu po materini strani).<sup>3,6</sup>

**Reference:** 1. Yu-Wai-Man P, et al. *Eye*. 2014; 28(5):521-37. 2. Mascialino B, et al. *Eur J Ophthalmol*. 2012; 22(3):461-5. 3. Carelli V, et al. *J Neuroophthalmol*. 2017; 37(4):371-381. 4. Meyerson C, et al. *Clin Ophthalmol*. 2015; 9:1165-76. 5. Pitz VL, et al. *J Optom*. 2017; 10(4):205-214. 6. Fraser JA, et al. *Surv Ophthalmol*. 2010; 55(4):299-334.

# NUTROF® TOTAL

PREHRANSKO DOPOLNILO ZA OČI  
ŠT. 1 V SLOVENIJI.<sup>1</sup>



NUTROF® TOTAL  
VSEBUJE KLJUČNA  
HRANILA ZA  
OHRANJANJE VIDA<sup>2,3</sup>



## NAHRANITE SVOJE OČI

Prehransko dopolnilo ni nadomestilo za uravnoteženo in raznovrstno prehrano ter zdrav način življenja.

Na voljo v lekarnah in specializiranih prodajalnah.

1. Tržni podatek o kovovni prodaji prehranskih dopolnil za oči v lekarnah v Sloveniji za leto 2025.
2. Črnik ima vlogo pri ohranjanju vida.
3. DHA ima vlogo pri ohranjanju vida. Konstanten učinek se doseže z dnevno vnoso m 230 mg DHA.



# vizolS HYDRO LIPID BALANCE

Za vse tipe suhega očesa<sup>1</sup>

-  Deluje na vse sloje solznega filma.<sup>1,2</sup>
-  Poveča stabilnost solznega filma.<sup>3</sup>
-  Uporaba brez odstranjevanja kontaktnih leč.<sup>4</sup>

**Reference:** 1. JGI Clinical investigation report 2023, (data on file); Labatoulle M, et al. Artificial tears: Biological Role of their ingredients in the Management of Dry Eye Disease. *Int. J. Med. Sci.* 2022; 23: 7434-3. Sandford E.C, et al. Therapeutic potential of castor oil in managing blepharitis, meibomian gland dysfunction and dry eye. *Clin Exp Ophthalmol* 2020; 48(13): 315-322. 4. Howella za uporabo VizolS Hydro Lipid Balance, kapi za oko.

Izdelek je medicinski pripomoček in izpolnjuje zahteve za oznako CE<sub>MD</sub>.

Distributer: JADRAN - GALENSKI LABORATORIJ d.o.o., Litostrojska cesta 46A, 1000 Ljubljana, e-mail: info@jgl.si  
 FM/01\_MS/10/24/20a



Extending  
range without  
compromise

“Both the **patient satisfaction**  
results and **depth of**  
**focus curves** generated  
are **excellent.**”

Prof Graham Barrett



MEDOPS d.o.o.  
info@medops.s  
i+386 40 527 054



SCAN ME

# Macula-Z®

Prehransko dopolnilo za oči

## Optimalna sestava v 1 kapsuli

### KAROTENI

- Lutein: 10 mg
- Zeaksantin: 2 mg

### VITAMINI

- Vitamin C: 80 mg (100 % PDV)
- Vitamin E: 12 mg (100 % PDV)

### MIKROELEMENTI

- Baker: 1 mg (100 % PDV)
- Cink: 10 mg (100 % PDV)

### OMEGA-3

- Ribje olje: 440 mg  
od tega DHK ≥ 176 mg  
od tega EPK 52,8 mg

### FOSFOLIPIDI

- Fosfolipidi: 6 mg



30 kapsul

Kratice: PDV = priporočen dnevni vnos, % PDV = delež priporočenega dnevnega vnosa, DHK = dokozahexaenojska kislina, EPK = eikosapentaenojska kislina.

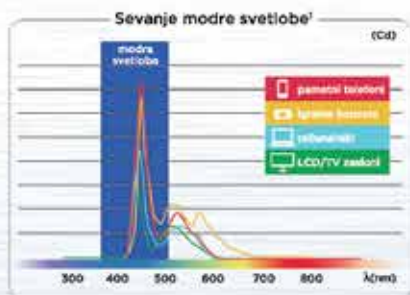
Pojav oksidativnega stresa s škodljivimi učinki na mrežnico se kaže kot poškodba fotoreceptorjev in hitreje staranje mrežničnega tkiva. Dejavniki tveganja so: neuravnoteženo prehranjevanje, staranje, kajenje, izpostavljanje močni svetlobi.<sup>2</sup>

**Macula-Z® je prehransko dopolnilo za oči, posebej sestavljeno za pomoč pri ohranjanju normalnega vida\* in zaščiti celic pred oksidativnim stresom.\*\***

**Prehransko dopolnilo ni nadomestilo za raznovrstno in uravnoteženo prehrano ter zdrav način življenja.**

Upoštevajte priporočen dnevni odmerek.

Proizvajalec: Horus Pharma, Francija.  
Distributer: Optimed medical, Slovenija.  
Samo za strokovno javnost.



MACULA-Z\_06mar2023\_2025

OmegaVe®  
Horus Pharma



RATIO = NAT 2™

FloraGLO  
LUTEM

Coptisharp  
Natural

AREDS 2 LEVEL™

Reference:



Optimed  
medical

Optimed medical d.o.o., Litostrojska cesta 44 c, 1000 Ljubljana, [www.zamojeoci.si](http://www.zamojeoci.si)

Horus  
PHARMA



# NAPREDNI NADZORNI CENTER, POD VAŠIMI PRSTI

**CENTURION® Vision System<sup>1</sup> z ročnikom ACTIVE SENTRY®<sup>2</sup>  
zagotavlja izid posega s kontinuiranim fako učinkom:<sup>3</sup>**

- Z zaznavanjem spremembe pritiska in aktivacijo natančnih mehanizmov se zmanjša možnost fluktuacije po okluziji<sup>3,4</sup>
- S tehnologijo Active Fluidics™ ohranja ciljni IOP - ne glede na nivo bolnikovega očesa (PEL)<sup>5,6</sup>
- Ohranja stabilnost pri različnih ravneh vakuum<sup>4,5,7</sup>
- Skrajša čas fako postopka in porabo tekočine<sup>8,9</sup>
- Varuje oko pred toplotnimi poškodbam<sup>10,11,11</sup>
- Hibridna konica INTREPID® pripomore k zmanjševanju tveganja za poškodbo kapsule<sup>12,13</sup>



Obrnite se na Alcon predstavnika in izvedite več o tem, kako lahko varnost in učinkovitost posega dvignete na še višjo raven.

Delovni seznam vidikov, tipov in prevlečenosti vseh in opornih delov v naslednjih tabele za uporabo in pridobitve za zaupanje.

\* V primerjavi s prejšnjimi generacijami sistema Alcon fako.

Medicinski pripomočki CENTURION® Vision System, ročnik ACTIVE SENTRY® in hibridna konica INTREPID® so registrirane znamke in opombe CE023.

<sup>1</sup> Centurion® Vision System postavlja za opombo. <sup>2</sup> Active Sentry® ročnik za upravljanje ročnika z izboljšanim pritiskom. <sup>3</sup> Alcon data on file. <sup>4</sup> GOGG, GOGG, 0105, 0107. <sup>5</sup> Tronek A, et al. Phacolytic lens dislocation treated with vitreous reduction. J Cataract Refract Surg 2014; 44:1097-1099. <sup>6</sup> Hsieh CK, Orndorff K, Siller K. Equatorial anterior chamber membrane in active versus passive phacolytic glaucoma. J Cataract Refract Surg 2019; 45(11):162-164. <sup>7</sup> Ibrahim M, Sorensen G, Gordon K. Active fluidics phacolytic system: achieving best-of-both-worlds target control. 66335-66344 Symposium and Abstracts, April 25-29, 2024, Boston, MA. <sup>8</sup> Akawa H, et al. Acquired vitreous lysis associated with vitreous lysis surgery in phacolytic glaucoma. J Cataract Refract Surg 2016; 42:1894-1898. <sup>9</sup> Hoshida S, Arai H, Imai S, Miyajima T, Aoyama T. Effect of balanced phacolytic system on the outcomes of manual phacolytic glaucoma using an active fluidics system. J Cataract Refract Surg 2017; 43(11):2120-2123. <sup>10</sup> Sobrinho et al. Clinical study using an active fluidics phacolytic system with soft goal on ocular pressure control. J Cataract Refract Surg 2019; 45:541-545. <sup>11</sup> Zakharenko. Laboratory assessment of thermal characteristics of three phacolytic system designs operated using torsional ultrasound. Oculatophthalmology 2016; 10:1005-1101. <sup>12</sup> Zakharenko. Comparative thermal characteristics of phacolytic system operated in vitreous, vitreous and fundus. International Advanced Oculars AGFS-ARGA Symposium and Congress, April 25-29, 2024, Boston, MA. <sup>13</sup> Shurkey C, et al. Evaluation of the capsular safety of a hybrid phacolytic system in a cadaver eye model. J Cataract Refract Surg 2019; 45:1660-1664. <sup>14</sup> Centurion® IFS ročnik za opombo.

IFP - inercialni ročnik

IFL - ročnik za vial (samo za testiranje)

Priloge: Centurion Vision System, ročnik ACTIVE SENTRY, ročnik INTREPID

IFP - inercialni ročnik

Pocelovani predstavniki: Alcon Laboratories Belgium, L'Orferwald 3, 2070 Puzos-Sint-Amands, Belgija

Še več informacij je dobite na našega zastopnika: [swixx@alcon.com](mailto:swixx@alcon.com), [swixx@alcon.com](mailto:swixx@alcon.com), 1-888-1-23-55-500-2, [www.alcon.com](http://www.alcon.com)

**Alcon**

**Swixx BioPharma**  
Alcon Vision Care  
IFA 10-2023-4-1725\_04/2023

**Centurion**  
VISION SYSTEM WITH ACTIVE SENTRY® HANDPIECE

**Advancing**  
CATARACT SURGERY

 **Ješetov dan**  
Očesna klinika UKC Ljubljana