

A retina bacilláris rétegének leválása (BALAD) különböző szemészeti betegségeken

ANGELI ORSOLYA DR.¹, MILIBÁK TIBOR DR.¹, NAGY ZOLTÁN ZSOLT DR.²,
SZEPESSY ZSUZSANNA DR.²

¹Budapesti Uzsoki Utcai Kórház, Szemészeti Osztály, Budapest
(Osztályvezető főorvos: Dr. Milibák Tibor c. egyetemi docens)

²Semmelweis Egyetem, Szemészeti Klinika, Budapest
(Igazgató: Prof. Dr. Nagy Zoltán Zsolt, egyetemi tanár)

A bacilláris réteg leválása (BALAD) a retinában egy nemrégiben felfedezett, optikai koherencia tomográfiával (OCT) detektálható jelenség, amely számos patológias állapot, köztük gyulladásos, vaszkuláris és degeneratív szemészeti betegségek kapcsán is megfigyelhető. A BALAD a retina mioid rétegében történő szétválás következménye. Az elmúlt pár évben egyre több tanulmány foglalkozik a BALAD patofiziológiájával, klinikai jelentőségével és prognosztikai szerepével, így a jelenség napjainkra a szemészeti kutatások egyik kiemelt témájává vált. Jelen közleményünkben bemutatjuk a BALAD anatómiai és patofiziológiai hátterét, diagnosztikai jellemzőit, illetve differenciáldiagnosztikai szempontjait, valamint különös figyelmet fordítunk a klinikai megjelenésre különböző szemészeti betegségek bemutatásán keresztül.

Bacillary layer detachment (BALAD) of the retina in various ophthalmic diseases

Bacillary layer detachment (BALAD) in the retina is a recently identified phenomenon detectable by optical coherence tomography (OCT). It has been observed in a variety of pathological conditions, including inflammatory, vascular, and degenerative ophthalmic diseases. BALAD results from a splitting within the myoid zone of the retina. In recent years, an increasing number of studies have focused on the pathophysiology, clinical significance, and prognostic implications of BALAD, making it a prominent topic in contemporary ophthalmic research.

In this article, we present the anatomical and pathophysiological background of BALAD, its diagnostic characteristics, and differential diagnostic considerations. Special emphasis is placed on its clinical presentation through examples of various ophthalmic diseases.

KULCSSZAVAK

bacilláris réteg leválása, optikai koherencia tomográfia, időskori makuladegeneráció, *Vogt—Koyanagi—Harada-szindróma*, chorioidális granuloma, birdshot chorioretinopathia, ocularis sarcoidosis, tuberkulózis

KEYWORDS

bacillary layer detachment, optical coherence tomography, age-related macular degeneration, *Vogt-Koyanagi-Harada syndrome*, choroidal granuloma, birdshot chorioretinopathy, ocular sarcoidosis, tuberculosis

Bevezetés

A bacillaris réteg leválása (BALAD) a fotoreceptorok belső szegmentumának mioid részénél történő hasadás, szétválás eredményeként jön létre, amely intraretinalis folyadék felhalmozódásához vezet. Ezt az elválást először *Mehta és munkatársai* ismertették toxoplazmás chorioretinitisben szenvedő betegeknél 2021-ben (1), azóta pedig számos egyéb kórképben is megfigyelték, mint például nedves típusú időskori makuladegeneráció, centrális serosus chorioretinopathia, tuberkulotikus chorioidealis granuloma, *Vogt-Koyanagi-Harada-szindróma*, valamint trauma sérülések esetében (2–9).

A bacillary szó latin eredetű, a bacillus („pálcika” vagy „rúd alakú”) szóból származik, és eredetileg baktériumokra utalt. Az OCT-képfalkotásban a bacillary layer (bacillaris réteg) elnevezés a fotoreceptorok külső és belső szegmentumainak egy részére vonatkozik. A korábbi szakirodalomban a pálcika- és csapsejtek alakja miatt használhatták ezt a kifejezést (9).

A mioid zóna egy fehérjeszintézisért, intracelluláris transzportért, valamint energiaellátásért felelős terület, amely az OCT-felvételeken a hiperreflektív külső határhártya és a hiperreflektív ellipszoid zóna közötti hiporeflektív sávnak felel meg

(1. ábra). Nagyrészt a fehérjék előállításában résztvevő organelumokat tartalmaz, mint a riboszómák, az endoplazmás retikulum, a Golgi-készülék, és a mitokondriumok. A mioid zóna a környező struktúrákhoz viszonyított szerkezeti gyengesége miatt hajlamos a hasadásra, ami BALAD kialakulásához vezethet (10). Ennek pontos mechanizmusa nem teljesen ismert, de feltételezések szerint a chorioidealis iszkémia és a hirtelen megnövekedett hidrosztatikus nyomás szerepet játszhat a mioid zóna hasadásában.

A BALAD jellemzően a foveában vagy parafoveálisan helyezkedik el, előfordulása a foveában azonban lényegesen gyakoribb. Az elválkozás elülső határát egy szemcsés, hiperreflektív sáv alkotja, míg a hátsó határ az ellipszoid zóna folytatása. Gyakran társul subretinalis folyadékkal, és előfordulhatnak hiperreflektív részecskék a cisztás üregben, amelyek fibrinre vagy gyulladásos anyagra utalhatnak.

A BALAD klinikai megjelenése különböző szemészeti kórképekben

Vogt-Koyanagi-Harada-betegség (VKH)

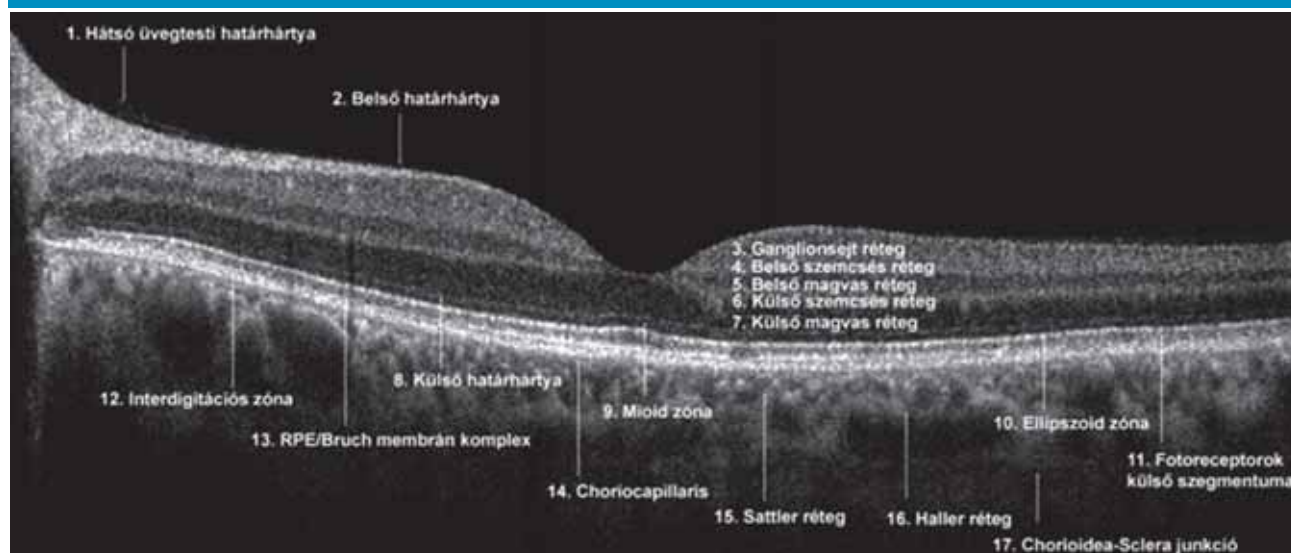
A VKH egy autoimmun eredetű, granulomatosus panuveitist okozó

betegség, amelynek során a gyulladásos folyamatok a chorioidea, a retina és az retinalis pigmentepithelium (RPE) jelentős elváltozásait eredményezhetik (2. és 3. ábra). VKH-ban gyakran masszív serosus retinaleválás figyelhető meg, amelyhez BALAD is társulhat. A betegség akut fázisában a BALAD jelenléte a gyulladásos folyamatok intenzitását jelezheti. A BALAD és a subretinalis folyadék felszívódása a szisztémás immunszuppresszív terápia hatékonyságát mutathatja (3, 5, 11). Bár a BALAD önmagában nem feltétlenül utal a várható látásélesség prognózisának romlására, a hosszán fennálló gyulladás és az ezzel járó szerkezeti változások hosszú távon befolyásolhatják a retina regenerációját és a látásélességet.

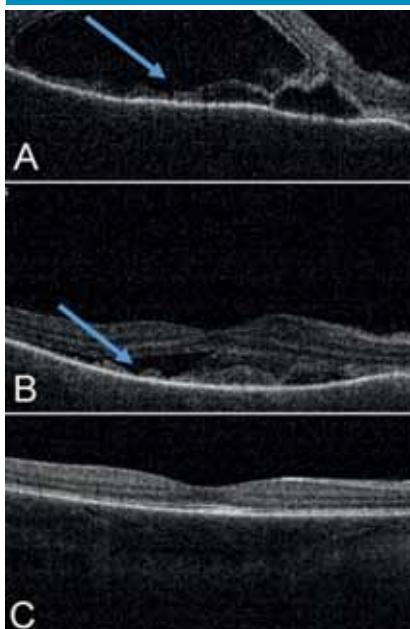
Nedves típusú makuladegeneráció (nAMD)

Nedves típusú makuladegeneráció (nAMD) esetén a chorioidealis neovaszakularizáció (CNV) következtében kialakuló folyadékfelszaporodás és strukturális változások hozzájárulhatnak a retinalis rétegek leválásához. Az OCT segítségével a BALAD sok esetben éles határú, hiperreflektív felső résszel és hiporeflektív alsó résszel rendelkező, fusiform (orsó alakú) képlet-

1. ábra: A swept-source optikai koherencia tomográfiás (SS-OCT) képen látható normál anatómiai struktúrák nevezéktana; RPE = retinalis pigmentepithelium (saját szerkesztésű ábra)



2. ábra: A VKH-s beteg jobb szeméről készült OCT-felvételek az első megjelenéskor (A), a szteroidterápia megkezdése után egy héttel (B), és a szisztémás szteroid- és immun-suppresszív terápia beállítását követően (C). Az ábrákon kék nyíllal jelöltük azokat a területeket, ahol a bacilláris réteg leválása látható.



ként látható. Gyakran subretinalis és intraretinalis folyadékkal együtt jelenik meg, ami a CNV aktivitásának indikátora lehet (4. ábra).

A BALAD jelenléte összefügghet az AMD súlyosságával és a terápiás válaszkészséggel. Egyes tanulmányok szerint a BALAD jelenléte befolyásolhatja az anti-VEGF-terápia hatékonyságát, és akár gyengébb funkcionális kimenetelhez vezethet (6, 15). A BALAD-dal rendelkező betegek esetében hosszú távon gyakoribb lehet a súlyos látásromlás vagy a strukturális retinakárosodás (2, 4, 6, 8, 12–15).

Ocularis sarcoidosis – chorioidea granuloma

Az ocularis sarcoidosis egy granulomatousus uveitis-szel járó gyulladásos betegség, amely a hátsó szegmentumban az üvegtest, a cho-

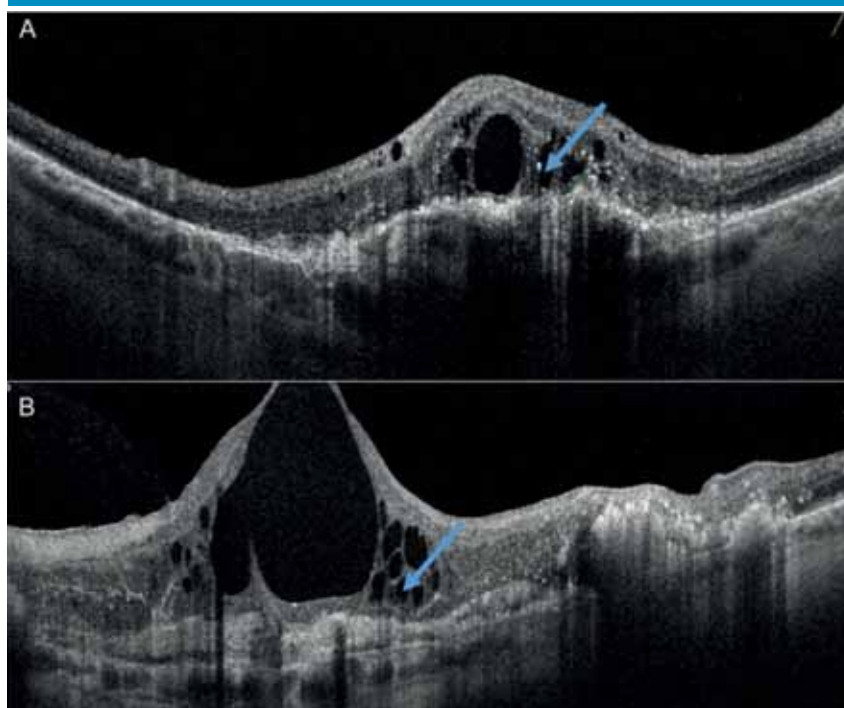
3. ábra: Két különböző VKH-s beteg (A és B) szeméről készült OCT-felvételeken látható BALAD



rioidea, a retina és az RPE rétegeit egyaránt érintheti. A chorioidealis granulomák a chorioidea gyulladásos folyamatainak eredményeként

alakulnak ki, és jelentős szerkezeti változásokat okozhatnak a retinában is. A granulomák epitheloid sejtekből, óriássejtekből és lymphocy-

4. ábra: Két különböző AMD-s beteg (A és B) szeméről készült OCT-felvételeken a mioid zóna hasadásának megfelelően kisebb-nagyobb cisztoid ürök láthatók



tákból álló szerkezetek, amelyeket a szervezet immunválasza hoz létre egy perzisztáló antigén (pl. fertőzés vagy autoimmun folyamat) ellen. Sárgás, jól körülhatárolt, enyhén kiemelkedő elváltozásként láthatók a hátsó póluson vagy a perifériás retinán. A granuloma alatt chorioidealis megvastagodás figyelhető meg, és társulhat subretinalis folyadékkal vagy akár BALAD-dal is (5. ábra) (2). A BALAD jelenléte jelezheti az aktív gyulladást és a chorioidealis granuloma progresszióját. Ha a BALAD és az egyéb retinaeltérések hosszabb ideig fennállnak, az ir-

reverzibilis retinakárosodás és látásromlás kockázata növekedik (16).

Birdshot chorioretinopathy (BSCR)

A BSCR egy krónikus, autoimmun eredetű, HLA-A29-asszociált, kétoldali posterior uveitis képében jelentkező betegség, amely a retina és a chorioidea progresszív gyulladással jár. A jellemző fundusképen krémszínű, ovális chorioideális léziók („birdshot” = sörétes puska szórása) láthatók főként a hátsó pólus környékén, amelyek fluoreszce-

in-angiográfiával és indocianinzöld angiográfiával is kimutathatók. OCT-vizsgálattal a külső retina és az RPE károsodását, intraretinalis folyadék megjelenését, esetenként BALAD-ot is láthatunk (4) (6. ábra). A BALAD megjelenése súlyosabb retinalis gyulladásra utalhat, amely fokozott figyelmet igényel a betegség követésében. A BSCR krónikus lefolyású betegség, amely időben elkezdett immunszuppresszív/biológiai terápiával stabilizálható.

TBC

Az ocularis TBC a *Mycobacterium tuberculosis* által okozott szisztémás fertőzés szemészeti manifesztációja, amely leggyakrabban granulomatous uveitist, chorioiditist, plakoid chorioretinopathiát vagy chorioidealis granulomákat eredményez. Ocularis TBC-ben a BALAD általában a plakoid chorioretinopathiákban és chorioidealis granulomák felett, vagy azok közelében figyelhető meg, és társulhat subretinalis folyadékkal (7. ábra). A BALAD jelenléte aktív chorioidealis gyulladásra utalhat, és segíthet a fertőzés indirekt diagnosztikájában. Antituberkulotikus terápia és kortikoszteroid-kezelés mellett a BALAD visszahúzódhat, így a kezelés hatékonyságának monitorozásában is szerepe lehet (17, 18).

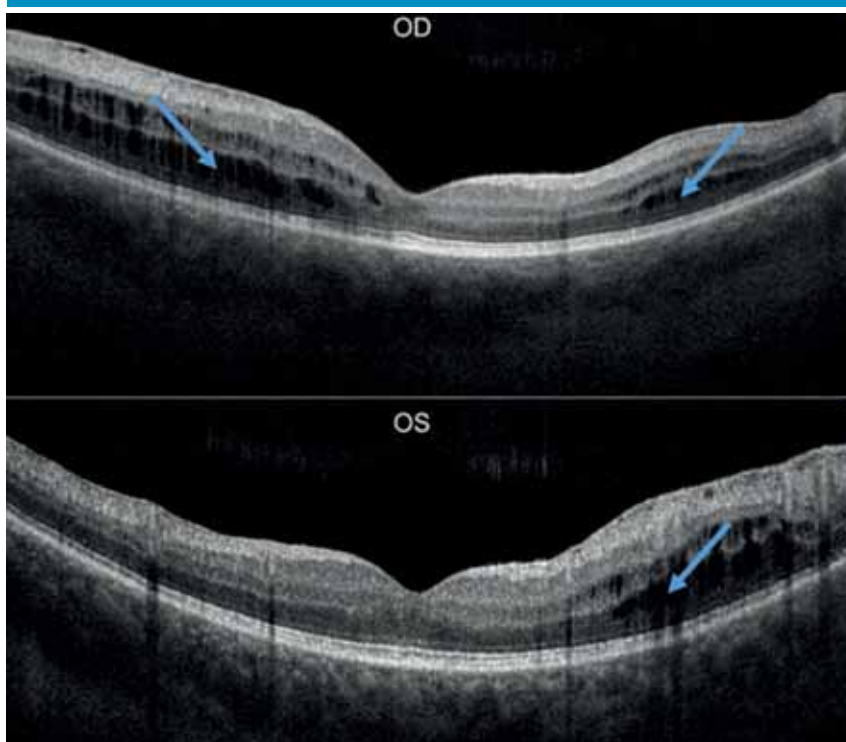
Differenciáldiagnózis

A BALAD elkülönítése szükséges egyéb OCT-eltérésektől, mint például a subretinalis folyadék (SRF), neuroszenzoros retinaleválás, serosus pigmentepithelialis leválás (PED) vagy külső retinalis tubulatio-k (outer retinal tubulations – ORTs), amelyek nedves típusú makuladegenerációban (nAMD), centrális serosus chorioretinopathiában (CSC) vagy diabéteszes retinopathiában is előfordulhatnak. Míg az SRF a neuroszenzoros retina és az RPE között halmozódik fel, addig a BALAD a mioid rétegen belüli hasadás eredménye. Az SRF

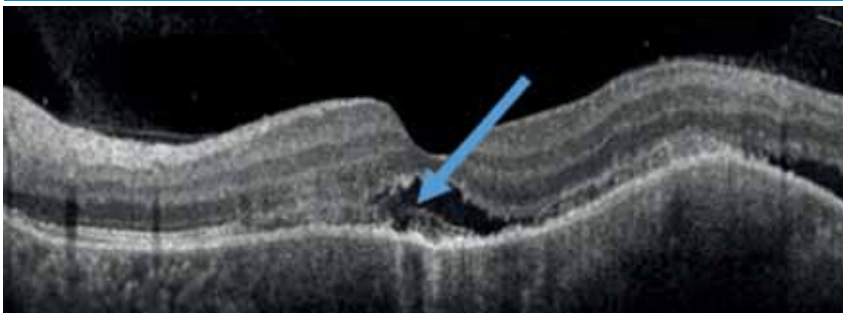
5. ábra: Chorioidealis granuloma OCT-felvételén látható BALAD



6. ábra: BSCR-es beteg jobb (OD) és bal (OS) szeméről készült OCT-felvételén látható BALAD



7. ábra: TBC-s eredetű serpiginoid chorioiditises beteg OCT-felvételén látható BALAD



általában homogén hiporeflektív megjelenésű, ezzel szemben a BALAD üregében gyakran hiperreflektív anyag (fibrin vagy sejttörmelék) látható (8. ábra) (2).

Az OCT morfológia és a klinikai kontextus együttes értékelése kulcsfontosságú a BALAD okának pontos diagnosztizálásában és a megfelelő kezelés megválasztásában. A BALAD OCT biomarkerként funkcionálva segítséget adhat a háttérben megtalálható gyulladásos, vaszkuláris, degeneratív szembetegségek feltérképezéséhez és aktivitásának megállapításához.

Kezelés és prognózis

A BALAD kezelése mindig a diagnosztizált alapbetegség kezelésére irányul. Gyulladásos állapotokban szisztémás kortikoszteroidok és immunszuppresszív szerek alkalmazhatók, míg neovaszkuláris elváltozások esetén anti-VEGF-terápiára lehet szükség. A BALAD rendszerint kedvező prognózisú, és megfelelő, időben megkezdett kezelés mellett gyors regressziót mu-

tat, amelyet a látásélesség javulása kísér. Bizonyos esetekben azonban, ha a kezelés késlekedik, vagy a terápia nem megfelelő, a hosszan perzisztáló BALAD tartós, akár maradandó látásélesség-károsodáshoz vezethet. Haemorrhagiás BALAD fennállásakor például számolni kell a subretinalis fibrosis kialakulásának fokozott kockázatával, amely kedvezőtlenül befolyásolhatja a várható látásélesség prognózisát (2).

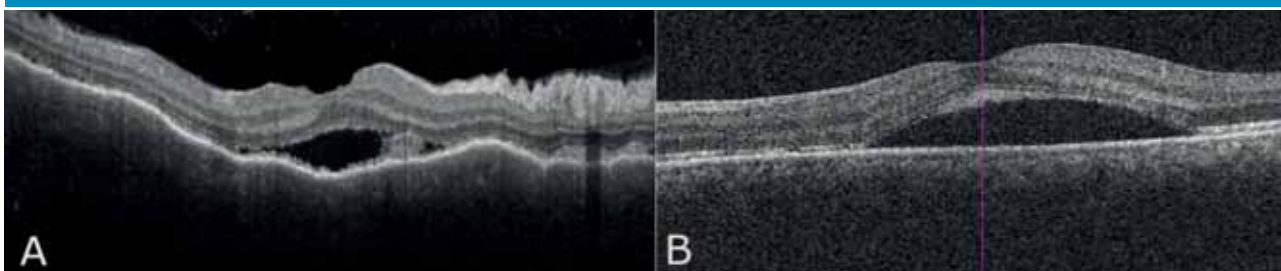
A BALAD prognózisa több tényezőtől függ, amelyek közül az alapbetegség típusa kiemelt szerepet játszik. Gyulladásos kórképek, például uveitis vagy az általunk is bemutatott *Vogt-Koyanagi-Harada-szindróma* esetén a megfelelő immunmoduláló terápia mellett a látásélesség prognózisa kedvező lehet, míg neovaszkuláris folyamatok, például CNV esetén az anti-VEGF-kezelés javíthatja a kimenetelt. Ezzel szemben degeneratív vagy genetikai eredetű kórképekben, mint például a retinitis pigmentosa, a BALAD gyakran progresszív lefolyású, és a látás helyreállításának lehetősége erősen korlátozott.

A szétválás mérete és elhelyezkedé-

se szintén befolyásolja a prognózist. A kisebb, perifériásan elhelyezkedő BALAD általában kevésbé érinti a centrális látást, így a betegek látásfunkciója jobban megőrizhető. Ezzel szemben a makulát érintő vagy nagy kiterjedésű BALAD esetén a látásromlás jelentős lehet, különösen, ha szövődmények is társulnak hozzá. A subretinalis fibrosis kialakulása, amely hosszabb fennállás esetén jellemző, tartós látáskárosodást okozhat, míg a vérzéses vagy exsudátumokkal járó formák súlyosabb kimenetellel társulhatnak.

Govetto és munkatársai megfigyelték, hogy a fovea mikroanatómiai helyreállításáért két különböző folyamat lehet felelős a BALAD után (19). Az első mechanizmus szerint a centrális fotoreceptorok önmagukban is kifinomult regenerációs programmal rendelkeznek, helyreállítva a belső szegmentumaikat, sejtszerkezeteiket és organellumaikat (19). Azonban egy nemrégiben *Spaide* által leírt „foveation”-nek nevezett jelenség pontosabban megmagyarázhatja az EZ- és ELM-sávok teljes helyreállítását még a külső magvas réteg (ONL) kimerülése esetén is (20). Ez a folyamat azt feltételezi, hogy egészséges csapok centrifugális és befelé irányuló migrációja történik a perifériásabb (para)foveális területekről, ami szerepet játszhat a BALAD regenerációjában. Ez megmagyarázhatja, hogy az EZ és az ELM hogyan képes teljes mértékben helyreállni még akkor is, ha az ONL-réteg kimerült vagy sérült. Ez a mechanizmus azt sugallja, hogy a retina regenerációs képessége nem csupán a meglévő sejtek regenerá-

8. ábra: A BALAD és a subretinalis folyadék (SRF) differenciáldiagnózisa. A mioid zóna hasadása következtében kialakult intraretinalis folyadék felhalmozódás – BALAD (A); a neuroretina és a RPE közötti SRF (B)



cióján múlik, hanem a sejtek aktív térbeli átrendeződésén is, amely hozzájárul a látásfunkció helyreállításához.

A kezelésre adott válaszkészség kulcsfontosságú tényező, hiszen azok a betegek, akik gyorsan reagálnak a terápiára – például kortikoszteroidokra vagy anti-VEGF-kezelésre –, nagyobb eséllyel őrzik meg látásukat. Ezzel szemben a terápiarezisztens esetekben a hosszán fennálló BALAD maradandó fotoreceptor-károsodást eredményezhet. A beteg általános egészségi állapota, például az esetleges autoimmun betegségek vagy diabetes mellitus jelenléte, tovább befolyásolhatja a retina regenerációjának mértékét és a kezelés hatékonyságát. Fiatalabb betegeknél általában

jobb a regenerációs képesség, míg idősebb korban nagyobb a krónikus károsodás kockázata. Összefoglalóan elmondható, hogy az időben történő felismerés és a célzott terápia elengedhetetlen a látási funkciók megőrzéséhez, és a prognózis szempontjából meghatározó szerepet játszik.

Következtetések

A BALAD egy fontos OCT-alapú biomarker, amely degeneratív, gyulladásos, infekciós eredetű, illetve autoimmun szembetegségekben figyelhető meg, különösen uveitisekben, chorioidealis granulomák esetén és posterior chorioretinopathiákban. Klinikai jelentősége elsősorban abban rejlik, hogy a chorioi-

dea és retinagyulladás aktivitásának markere lehet, segíthet a differenciáldiagnózisban, valamint a terápiás válasz monitorozásában. Korai felismerése és követése hozzájárulhat a megfelelő kezelés időzítéséhez és a látásromlás megelőzéséhez.

A közleményben felhasznált OCT-felvételek a Semmelweis Egyetem Szemészeti Klinikán készültek.

Nyilatkozat

A szerzők kijelentik, hogy a közlemény megírásával kapcsolatban nem áll fenn velük szemben pénzügyi vagy egyéb lényeges összeütközés, összeférhetetlenségi ok, amely befolyásolhatja a közleményben bemutatott eredményeket, az abból levont következtetéseket vagy azok értelmezését.

IRODALOM

- Mehta N, Chong J, Tsui E, et al. Presumed foveal bacillary layer detachment in a patient with toxoplasmosis chorioretinitis and pachychoroid disease. *Retin Cases Brief Rep* 2021; 15: 391–398. <https://doi.org/10.1097/ICB.0000000000000817>
- Feo A, Stradiotto E, Govetto A, et al. Bacillary layer detachment: Updates on its clinical and prognostic significance in retinal disease. *Surv Ophthalmol* 2025; 70: 401–411. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2025.01.005>
- Agarwal A, Freund K, Kumar A, et al. Bacillary layer detachment in acute Vogt-Koyanagi-Harada disease: A Novel Swept-Source Optical Coherence Tomography Analysis. *Retina (Philadelphia, Pa)* 2021; 41: 774–783. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000002914>
- Cicinelli M, Giuffrè C, Marchese A, et al. The Bacillary Detachment in Posterior Segment Ocular Diseases. *Ophthalmol Retina* 2020; 4: 454–456. <https://doi.org/10.1016/j.oret.2019.12.003>
- Kwak J, Lee J, Byeon S. Clinical features and prognostic value of bacillary layer detachment in acute Vogt-Koyanagi-Harada disease. *Retina (Philadelphia, Pa)* 2023; 43: 1700–1707. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000003858>
- Ramtohul P, Malclès A, Gigon E, et al. Long-Term Outcomes of Bacillary Layer Detachment in Neovascular Age-Related Macular Degeneration. *Ophthalmol Retina* 2022; 6: 185–195. <https://doi.org/10.1016/j.oret.2021.09.010>
- Tekin K, Teke MY. Bacillary layer detachment: a novel optical coherence tomography finding as part of blunt eye trauma. *Clin Exp Optom* 2019; 102: 343–344. <https://doi.org/10.1111/1/cxo.12876>
- Yordi S, Sarici K, Cetin H, et al. Bacillary Detachment in Neovascular Age-Related Macular Degeneration: Incidence, Clinical Features, and Response to Anti-VEGF Therapy. *Ophthalmol Retina* 2022; 6: 1061–1069. <https://doi.org/10.1016/j.oret.2022.05.022>
- Ramtohul P, Engelbert M, Malclès A, et al. Bacillary layer detachment: Multimodal imaging and histologic evidence of a novel optical coherence tomography terminology: literature review and proposed theory. *Retina (Philadelphia, Pa)* 2021; 41: 2193–2207. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000003217>
- Spaide R, Curcio C. Anatomical correlates to the bands seen in the outer retina by optical coherence tomography: literature review and model. *Retina (Philadelphia, Pa)* 2011; 31: 1609–1619. <https://doi.org/10.1097/IAE.0b013e3182247535>
- Ataş F, Kaya M, Saatci A. Bacillary Layer Detachment in Acute Vogt-Koyanagi-Harada Disease. *Turk J Ophthalmol* 2022; 52: 400–404. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000002914>
- Fernández-Vigo J, López-Guajardo L, Dolz-Marco R, et al. Multilayered Exudative Bacillary Layer Detachment in Active Choroidal Neovascularization: A New Optical Coherence Tomography Sign. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina* 2024; 55: 92–94. <https://doi.org/10.3928/23258160-20231207-01>
- Jung J, Soh Y, Yu D, et al. Bacillary layer detachment because of macular neovascularization. *Retina (Philadelphia, Pa)* 2021; 41: 2106–2114. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000003153>
- Palmieri F, Younis S, Raslan W, et al. Bacillary Layer Detachment in Neovascular Age-Related Macular Degeneration: Case Series. *Biomedicine* 2023; 11: 988. <https://doi.org/10.3390/biomedicine11030988>
- Yordi S, Cakir Y, Cetin H, et al. Bacillary Layer Detachment in Neovascular Age-Related Macular Degeneration from a Phase III Clinical Trial. *Ophthalmol Retina* 2024; 8: 754–764. <https://doi.org/10.1016/j.oret.2024.02.007>
- Serels C, Bhatte P, Srivastava S, et al. Bacillary Layer Detachment as a Presenting Feature of Ocular Sarcoidosis. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina* 2023; 54: 686–690. <https://doi.org/10.3928/23258160-20231023-02>
- Markan A, Aggarwal K, Gupta V, et al. Bacillary layer detachment in tubercular choroidal granuloma: A new optical coherence tomography finding. *Indian J Ophthalmol* 2020; 68: 1944–1946. https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_1434_20
- Socci da Costa D, Gomes E Silva A, Melichar A, et al. Bacillary layer detachment in serpiginous-like choroiditis of presumed intraocular tuberculosis: Report of two cases. *Am J Ophthalmol Case Rep* 2022; 27: 101653. <https://doi.org/10.1016/j.ajoc.2022.101653>
- Govetto A, Radice P, Lucchini S, et al. Recovery of bacillary layer detachment associated with macula-off rhegmatogenous retinal detachment: Evidence of foveation mechanisms? *Am J Ophthalmol Case Rep* 2023; 32: 101923. <https://doi.org/10.1016/j.ajoc.2023.101923>
- Spaide RF. Healing mechanisms after macular hole repair suggests process of foveation Retina (Philadelphia, Pa) 2023; 43: 539–546. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000003727>
- Staurenghi G, Sadda S, Chakravarthy U, et al. Proposed lexicon for anatomical landmarks in normal posterior segment spectral-domain optical coherence tomography: the IN OCT consensus. *Ophthalmology* 2014; 121: 1572–1578. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.02.023>