

Szaruhártya-átültetés a 21. század elején

Módis László dr. ■ Lukács Miklós dr. ■ Makhoul Sára dr.

Debreceni Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Szemészeti Tanszék, Debrecen

Az *Orvosi Hetilap* alapítója, Markusovszky Lajos halálának 130. évében
a Szerkesztőség felkérésére készített tanulmány.

Szaruhártya-átültetés (keratoplasztika) akkor szükséges, amikor különböző kórállapotok következtében konzervatív kezeléssel nem gyógyítható, súlyos látáscsökkenéssel járó szaruhártyahomályok alakulnak ki, vagy a cornea szabályos szerkezete, görbülete torzul, funkciója elvész. A humán transzplantációk között a keratoplasztika a legsikeresebb műtéti eljárás. Az utóbbi évtizedekben a perforáló keratoplasztikák helyét egyre inkább átveszik a lamelláris transzplantációk, amikor csak a cornea kóros rétegét títetjük át. Az elülső forma a mély elülső lamelláris keratoplasztika („deep anterior lamellar keratoplasty” – DALK), mely elsősorban keratoconusban ajánlott. A hátsó lamelláris transzplantáció fő formája a Descemet leválasztásos automatizált endothelialis keratoplasztika („Descemet’s stripping automated endothelial keratoplasty” – DSAEK) és a Descemet-membrán endothelialis keratoplasztika („Descemet’s membrane endothelial keratoplasty” – DMEK). Indikációja az endothelium pusztulásával járó szürkehályog-műtét után kialakuló keratopathia bullosa és a Fuchs endothelialis dystrophia. A lamelláris keratoplasztikáknak több előnyük van a perforáló műtétekkel szemben. Jobb a posztoperatív látóélesség, gyorsabb a sebgyógyulás, a betegrehabilitáció, és az esetleges immunológiai kilökődés lefolyása is enyhébb és jobban kezelhető.
Orv Hetil. 2023; 164(28): 1087–1093.

Kulcsszavak: cornea, szaruhártya-átültetés, lamelláris keratoplasztika

Corneal transplantation at the beginning of the 21st century

Corneal transplantation (keratoplasty) is necessary when various disorders result in corneal opacities with severe visual loss that cannot be treated conservatively, or the regular structure and curvature of the cornea is distorted, and its function is lost. Among human transplantation, keratoplasty is the most successful surgical procedure. In recent decades, penetrating keratoplasties have been increasingly replaced by lamellar techniques, where only the abnormal layer of the cornea is transplanted. The anterior form is deep anterior lamellar keratoplasty (DALK), recommended mainly for keratoconus. The main forms of posterior lamellar keratoplasty are Descemet’s stripping automated endothelial keratoplasty (DSAEK) and Descemet’s membrane endothelial keratoplasty (DMEK). The indications are bullous keratopathy after cataract surgery with endothelial destruction and Fuchs endothelial dystrophy. Lamellar keratoplasty has several advantages over penetrating surgery. Postoperative visual acuity is better, wound healing, patient rehabilitation are faster and the course of any immune rejection is milder and can be better managed.

Keywords: cornea, keratoplasty, lamellar keratoplasty

Módis L, Lukács M, Makhoul S. [Corneal transplantation at the beginning of the 21st century]. Orv Hetil. 2023; 164(28): 1087–1093.

(Beérkezett: 2023. április 3.; elfogadva: 2023. április 23.)

Rövidítések

ACAID = (anterior chamber-associated immune deviation) elülső csarnokhoz társult immundeviáció; DALK = (deep anterior lamellar keratoplasty) mély elülső lamelláris keratoplasztika; DMEK = (Descemet’s membrane endothelial keratoplasty)

Descemet-membrán endothelialis keratoplasztika; DSAEK = (Descemet’s stripping automated endothelial keratoplasty) Descemet leválasztásos automatizált endothelialis keratoplasztika; GAG = glükózaminoglikán; PKP = (penetrating keratoplasty) perforáló keratoplasztika

A szaruhártya a szemgolyó egyik legfontosabb törőközege, transzparenciája és megfelelő görbületi sugara biztosítja, hogy a külvilág képe a retinán élesen képződjék le. Ha különböző gyulladások, degenerációk, dystrophiák, fertőzések, gyulladások, sérülések következtében a cornea átlátszatlaná válik, vagy funkcióját veszti, szaruhártya-átültetés (keratoplasztika) szükséges. Ilyenkor a szaruhártya helyére ép, humádonor-corneát ültetünk. Az összes humán transzplantáció közül a keratoplasztika az egyik leggyakoribb és legsikeresebb műtéti eljárás [1].

Ez a siker elsősorban a szaruhártya immunprivilegizált állapotának köszönhető, amely a transzplantációt követő csökkent gyulladási reakciót jelenti. Ebben szerepet játszik a cornea relatíve sejtzegény volta, a recipiens szaruhártya afferens nyirok- és efferens ereinek hiánya, az elülső csarnokhoz kapcsolódó, T-sejtekkel kapcsolatos tolerancia (ACAID – anterior chamber-associated immune deviation) és a cornea érmentessége.

A fejlődő országokban a cornealis vakság vezető okát a különböző fertőző szembetegségek képezik, köztük még mindig előkelő helyen szerepel a trachoma. A fejlett világban a beavatkozás főbb indikációit a keratopathia bullosa, a keratoconus, a különböző okokból kialakult hegek, degenerációk, dystrophiák, illetve a megismételt transzplantációk jelentik [2–6].

Napjainkban évente több mint 184 000 műtétet végeznek a világ 116 országában [7]. A beavatkozások száma jelentős földrajzi eltérést mutat: a műtétek nagy része az USA-ban (85 000) és az Európai Unió (30 000)

országokban történik [7, 8], ezen belül Magyarországon mintegy évi 500 műtétet végzünk [9].

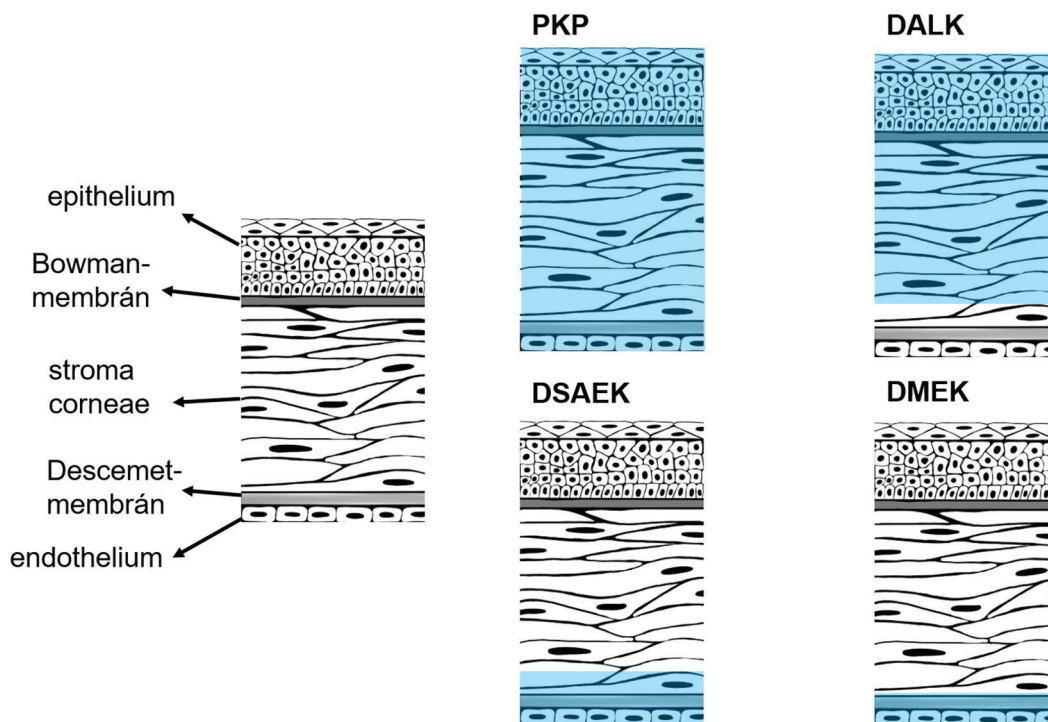
Becslések szerint világszerte közel 13 millió ember vár szaruhártya-átültetésre. Figyelemre méltó, hogy különböző okok miatt a Föld lakossága több mint felének nincs lehetősége szükség esetén szaruhártyadonorhoz és -átültetéshez jutni [7].

A szaruhártya-átültetés hosszú évtizedekig egyet jelentett a teljes vastagságú perforáló keratoplasztikával (PKP), az ezredfordulótól azonban egyre inkább elterjedtek azok a technikák, amelyek során csak a szaruhártya kóros rétege, rétegei kerülnek átültetésre. Ezek pontos megismeréséhez szükséges a szaruhártya szöveti szerkezetének ismerete (1. ábra).

A szaruhártya rövid anatómiai, élettani jellemzése

A szaruhártya a szemgolyó rostos burkának elülső, külvilág felé eső része, amely óraüveg-szerűen illeszkedik a sclerához. Átmérője egészséges felnőtt emberben horizontálisan átlagosan 11–12 mm, vertikálisan 10–11 mm. Görbületi sugara 7,6–7,8 mm, amely 42–44 dioptria (D) törőerőnek felel meg. Vastagsága centrálisan 540 µm, amely a limbus felé vastagodva eléri a 670–680 µm-t. Születés után a cornea fejlődése még nem fejeződik be, jellemzőit, méreteit néhány éves korban éri el.

Az ép humán szaruhártya öt rétegből áll, amelyek a következők: epithelium corneae, membrana limitans



1. ábra

A szaruhártya és az egyes keratoplasztika-típusok sémás szövettani szerkezete. A kék szín a transzplantált szövetrészt jelöli

DALK = mély elülső lamelláris keratoplasztika; DMEK = Descemet-membrán endothelialis keratoplasztika; DSAEK = Descemet leválasztásos automatizált endothelialis keratoplasztika; PKP = perforáló keratoplasztika

anterior (Bowman), substantia propria corneae (stroma corneae), membrana limitans posterior (Descemet) és endothelium corneae.

Az epithelium 6–8 soros, el nem szarusodó laphámsejtekből áll, a felszínükön elhelyezkedő microvillusokhoz kapcsolódik a könnyfilm. A hámborítás alatt a Bowman-membrán található, amely kollagénrostokból (IV-es típus) és glükózaminoglikánokból (GAG) épül fel, biztosítva a cornea szilárdságát, és szerepe van a cornea védekező és sebgyógyulási folyamataiban is.

A stroma alkotja az egész cornea vastagságának 90%-át. A cornealamellák strukturális alapját kollagénrostok és GAG-ok (kondroitin-szulfát, kondroitin, keratán-szulfát) képezik. Ezek az óriásmolekulák kifejezett vízkötő képességgel rendelkeznek, duzzadásra hajlamosak.

A GAG-ok proteoglikánokon keresztül kapcsolódnak a kollagénrostokhoz, amelyek rendkívül rendezett módon 2 µm vastagságú lamellákba rendeződnek. A lamellák közé módosult fibrocyták, keratocyták vannak beágyazva. A Descemet-membrán elülső csíkozott és hátsó csíkozatlan zónából áll, az utóbbi az endothel-sejtek basalis membránjának tekinthető. Az endotheliumot egyrétegű, lapos, hatszög alakú sejtek alkotják, amelyek zonula occludenssel kapcsolódnak egymáshoz. Egy felnőtt ember corneája átlagosan 2700–3200 endothel-sejtet tartalmaz mm²-enként. Számuk az életkor előrehaladtával fokozatosan csökken, évente átlagosan 0,5%-kal [10]. Amennyiben az endothel-sejtek száma egy kritikus érték alá csökken (általában 700 sejt/mm²), a szaruhártya integritása sérül, reverzibilisen, majd irreverzibilisen ödémássá válik, elveszti átlátszóságát, és következményes látásromlás alakul ki [11].

Az egészséges cornea nem tartalmaz ereket. Anyagcseréje a limbus körüli conjunctivalis érrendszer széli hurokhálózatán és a ciliaris érrendszer sclerális erein, valamint a csarnokvíz felől diffúzió útján zajlik. A cornea hámja az oxigént a levegőből nyeli el. Érzőidegei a nervus trigeminus I. ágából erednek. Az idegek velőshüvely nélküliek, szabadon végződnek az epithelium sejtjei között.

Ez a viszonylag egyszerű felépítésű, ugyanakkor szuperorganizált szöveti szerkezet teszi lehetővé a szaruhártya görbületi sugarának, állandó dehidráltóságának, ezáltal transzparenciájának fenntartását.

A keratoplasztika típusai

Az első sikeres humán keratoplasztikát *Eduard Zirm* végezte 1905-ben, csaknem 50 évvel előzve meg az első sikeres veseátültetést. Ez perforáló műtéti technika volt, a cornea teljes vastagságának átültetésével. Néhány évvel később hazánkban is elkezdődtek a transzplantációk, *Fejér Gyula* 1909-ben, majd *ifjabb Imre József* az 1930–40-es években végzett műtéteket Budapesten. A szaruhártya-átültetések a második világháború után kezdődtek újra, Debrecenben *Kettesy Aladár* professzor nevével fémjelvezve. Utóda és tanítványa, *Alberth Béla* tökéletesi-

tette a műtéti technikát, és a szaruhártya-átültetést rutin-beavatkozássá tette [6].

Míg a múlt században a PKP volt a leggyakrabban végzett műtéti eljárás, az ezredforduló után a műtéti technikák, a műszerezettség, a mikrosebészet fejlődésével egyre inkább teret nyertek a lamelláris keratoplasztikai formák, amikor csak a szaruhártya kóros részét transzplantáljuk [12]. Az elülső szövetrészt érintő műtéti típus a mély elülső lamelláris keratoplasztika (deep anterior lamellar keratoplasty – DALK).

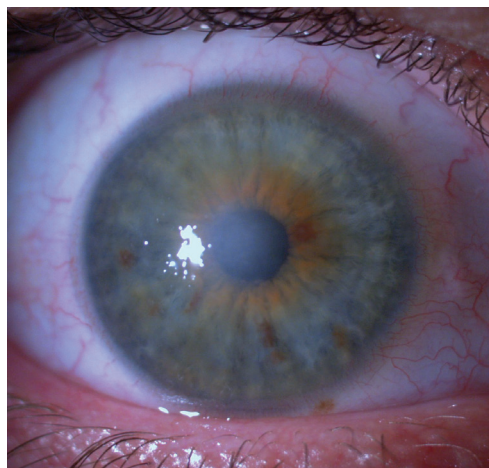
A hátsó lamelláris transzplantációnak két fő formája ismert, a Descemet leválasztásos automatizált endothelialis keratoplasztika (Descemet's stripping automated endothelial keratoplasty – DSAEK) és a Descemet membrán endothelialis keratoplasztika (Descemet's membrane endothelial keratoplasty – DMEK).

Előnyük a perforáló műtétekkel szemben, hogy a szemgolyó vagy nem kerül megnyitásra (DALK), vagy az kis seben (2,8 mm) keresztül történik (DSAEK/DMEK). Általában jobb a műtét utáni látóélesség, gyorsabb a sebgyógyulás, a felépülési idő, nem szükséges olyan hosszas utókezelés, mint a PKP-k után. További fontos szempont, hogy lamelláris műtétek után az immunológiai reakciók kevésbé súlyos formában zajlanak és jobban kezelhetők.

A keratoplasztika indikációi

Perforáló műtét indokolt a cornea teljes vastagságára kiterjedő különböző degenerációk, hegek, sérülések, gyulladások, illetve megismételt átültetések esetén (2. ábra). A DALK indikációit a felszíni degenerációk, hegek, az elülső határhártya- és stromadystrophiák, valamint az ectaticus kórképek, a keratoconus jelentik.

A hátsó lamelláris keratoplasztika leggyakoribb indikációi a iatrogén ártalom hatására, szürkehályog-műtét, phacoemulsificatio után kialakuló keratopathia bullosa és a Fuchs endothelialis corneadystrophia. Ritkábban PKP után is szóba jön, amikor csak az endothelium károsodik, mint endothelialis rejeckciók után.



2. ábra | Szaruhártyahomályt okozó degeneráció

A keratoplasztika prognózisa

Műtétet követően kedvező a prognózis, ha a cornea betegsége a centrális részre lokalizálódik, inaktív stádiumban van, és csak egy kvadránsban tartalmaz újdonszövődött ereket. Idesorolható a keratoconus, a dystrophiák, a degeneratív elváltozások, az inaktív heges állapotok.

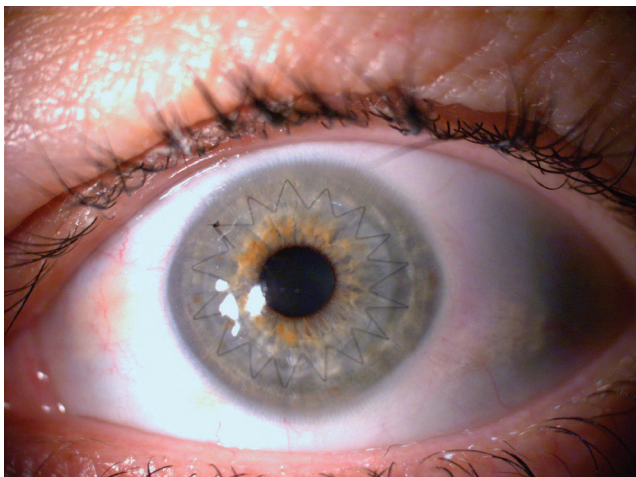
Kedvezőtlen és kétséges a prognózis, ha a szaruhártya megvastagszik, több szektorban erezett, a fennálló betegség aktív stádiumban van, vagy recidívát mutat. Ide tartoznak az akut infekciók, az erezett leucomák, az enyhe vegyi sérülések, az ismételt szaruhártya-átültetés utáni állapotok. Ezek a kilökődés szempontjából a nagy rizikójú esetek.

Posztoperatív terápia keratoplasztika után

A kilökődés megakadályozása miatt minimum fél évig kortikoszteroidos szemcseppentés szükséges. Nagy rizikójú esetekben a kezelés fél év után is folytatandó, ami szükség szerint szisztémás kortikoszteroid- vagy immunszuppresszív terápiával egészíthető ki. Varratszedés leghamarabb fél évvel a műtétet követően történik. Lamelláris műtétek után a szteroidcseppentés időtartama rövidebb. Hátsó lamelláris keratoplasztikák után az első napokban a beteg a hátán fekszik, hogy a felfelé szálló levegő a helyén tartsa a donort.

Perforáló keratoplasztika (PKP)

A PKP lényege, hogy a corneát körkessel, trepánnal teljes vastagságban kimetszik, majd szintén teljes vastagságú donorszövettel pótolják. A donor átmérője a leggyakrabban 7 és 8 mm között változik, néhány tized mm-rel meghaladva a recipiens átmérőjét. A donort tovaftató, ritkábban csomós varratokkal, illetve ezek kombinációival rögzítik (3. ábra).



3. ábra | Perforáló keratoplasztika utáni állapot, tovaftató varratsorral

Eredmények PKP után

Kedvező prognosztikai csoportba tartozó, több ezer szemét vizsgáló tanulmányban a transzplantátum túlélési aránya 5 éves követés után 90%, 10 év múlva pedig 82% volt [13]. Kétséges és kedvezőtlen prognosztikai csoportba sorolt esetekben ez az arány több mint a felére csökken [14].

A műtétet követő látóélesség szintén függ a szaruhártya alapbetegségétől. A transzplantátum megtapadása esetén – amennyiben kilökődés nem következik be – átlagosan a betegek több mint 70%-ának 0,5 a várható legjobban korrigált látóélessége 10 éves követés után [15].

A PKP szövődményei

A szemmegnyitó műtétekkel kapcsolatos intra- és posztoperatív komplikáció előfordulhat szaruhártya-átültetések után is. Természetesen számolnunk kell speciális, keratoplasztika utáni komplikációkkal, szövődményekkel is.

A száraz szem szinte minden PKP után előfordul, hiszen a cornea kimetszésével átvágjuk azokat a cornealis idegeket, amelyek a szaruhártya táplálásában, anyagcseréjében döntő szerepet játszanak.

Mikrobás keratitis (1–25%) alakulhat ki elhúzódó hámosodás, hosszas kortikoszteroidcseppentés szövődményeként. A laza varratok is kedveznek kórokozók megtapadásának [16].

Szemnyomás-emelkedés, glaucoma a műtétet követően mintegy 20%-ban fordul elő. Antiglaucomás szemcseppekre nem reagáló esetekben műtét szükséges, amely lehet filtrációs beavatkozás vagy söntimplantáció is [17].

Mind az infekciók, mind a glaucoma kedvez a műtét utáni leggyakoribb (20–30%) szövődményeknek, a transzplantátum kilökődésének. A rejekciók 30%-a irreverzibilis [14].

A műtėti technikának, az immunológiának, a gyógyszeres terápiának a fejlődésével a nagyobb rizikójú csoportba tartozó esetek is sikeresebben operálhatók, mint az elmúlt évtizedekben. Immunológiai rejekció mind a korai, mind a késői posztoperatív szakban előfordulhat. Definíció szerint komplex, immunmediált folyamat, amely az átültetett cornea dekompenzációjával, transzparenciájának csökkenésével jár [18]. A szaruhártya-átültetést követő rejekció a cornea fő anatómiai rétegeivel szemben alakul ki, ugyanakkor a cornea gyakran teljes vastagságban érintett. A leggyakoribb és legsúlyosabb forma, az endothelialis rejekció 8–40%-ban fordul elő [19].

Mivel az endothelium sejtek pusztulásával jár, az endothelialis pumpa kimerülésével a transzplantátum elszürküléséhez vezethet. A transzplantáció után hetekkel, hónapokkal, de akár évekkel, évtizedekkel később is kialakulhat. Általában conjunctivalis vérbőséggel kezdődik. A cornea hátlapján gyulladásozó sejtekből álló preci-

pitátumok láthatók, amelyek sejtcsoportok vagy vonalak (Khodadoust-vonal) formájában lehetnek jelen. Ennek következménye a cornea állományának ödémája, megvastagodása, elszürkülése, majd ereződése.

Terápiaként kortikoszteroidcsepp használata szükséges, kezdetben akár óránkénti használattal, amely kiegészíthető subconjunctivalis injekcióval. A szteroidok szisztémásan is javallottak, adagjuk lehet akár 2 mg/ttkg, akár lökésterápia is, csökkenő dózissal, a transzplantátum állapotának megfelelően. Terápiarezisztens formában kalcineurininhibitorok, antimetabolitok (mikofenolat-mofetil, 2 g/die), illetve ezek kombinációja jön szóba, amelyek legalább egy évig adandóak.

Amennyiben a transzplantátum hosszú távon tisztán marad, de a páciens látóélessége nem megfelelő, ennek hátterében refraktív eltérés, gyakran astigmia áll [6, 20]. Ilyenkor panaszként csökkent, torz látás, egyszerűes kettős látás, anisometropia, aniseiconia alakul ki. Varratszédést követően javítható, kezelhető szemüveggel, kontaktlencsével, műtéti beavatkozással.

Mély elülső lamelláris keratoplasztika (DALK)

A műtét lényege, hogy a recipiens corneát a Descemet-membránig lefejtjük, és Descemet-membrántól, endotheliumtól megfosztott donorról pótoljuk. A legelterjedtebb az Anwar–Teichmann-féle „big bubble” technika. A stroma és a Descemet-membrán szétválasztása repeszéssel, levegő befecskendezésével, a maradék szövetrészek lefejtése mikroszipesszel és ollóval történik. A donorszövetet a perforáló műtétéhez hasonlóan tovaftató varratsorral rögzítjük.

Eredmények DALK után

Mivel a DALK relatíve új technika, a hosszú távú követési adatok még nem olyan nagyszámúak és részletesek, mint a PKP után. Az eddigi közlések szerint azonban érzékelhető, hogy DALK-ot követően a transzplantátum túlélési aránya nagyobb, mint a PKP-é. *Arundhati és mtsai* szignifikánsan nagyobb arányú grafftúlélésről számoltak be DALK után (93,9%) a PKP-val szemben (72%), 10 éves követés után [21].

Evidenciákön és metaanalízisen alapuló tanulmányok szerint azonban a látóélességben hosszú távon nincs szignifikáns különbség a két műtéttípus között [22, 23].

A DALK szövődményei

DALK során speciális intra- és posztoperatív komplikációk fordulhatnak elő. A leggyakoribb intraoperatív komplikáció, ha lamellálás közben Descemet-membránruptura alakul ki. Ilyenkor általában perforáló műtétbe szükséges konvertálni.

A leggyakoribb korai posztoperatív szövődmény a Descemet-membrán leválása és dupla elülső csarnok képződése. Néhány nap alatt magától is rendeződhet, de végső megoldás a csarnok levegővel vagy gázzal való feltöltése.

Ha a donor és a recipiens nem tapad kellően jól össze, a felszínükön („interface”) gyűrődések, redők alakulhatnak ki, amelyek nagyrészt átmenetiek, és maguktól kismulnak. Itt azonban szövettörmelékek, kórokozók gyűlhetnek meg, ereződés is kialakulhat, amelyek felelősek lehetnek az immunológiai rejekció beindulásáért.

DALK után a recipiens endothelsejtjei megmaradnak, ezért az endothelialis transzplantátum kilökődése nem fordulhat elő, de természetesen epithelialis és stromalis rejekció igen. A rejekció klinikai tünetei hasonlóak, de lefolyásuk sokszor enyhébb, mint PKP után. A kezelés során lokális kortikoszteroidterápia gyakran elegendő.

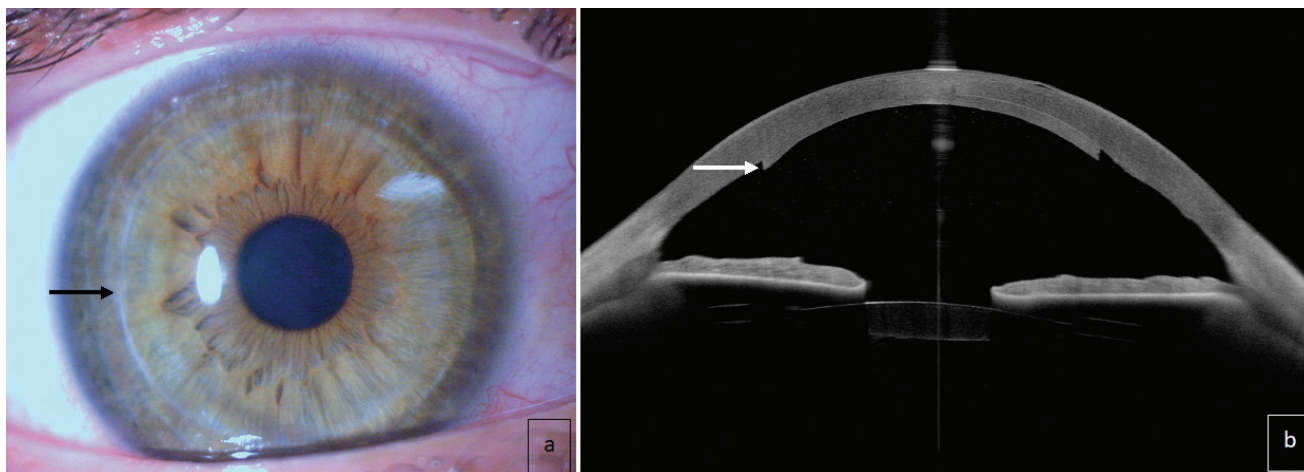
Kilökődési epizódok is nagyobb valószínűséggel fordulnak elő PKP után, mint DALK-ot követően (metaanalízis eredménye: 'odds ratio' = 2,69; 95%-os konfidenciaintervallum: 1,62–4,48). A rejekciók 2%-a irreverzibilis DALK után, míg a PKP esetében ez az arány 28% [22, 23].

Az endothelsejtek száma ugyanakkor mindkét műtétet követően csökken, de DALK után a csökkenés mértéke kisebb. PKP után a sejtvesztés fokozatos, általában 10 évvel a műtét után stabilizálódik, ekkorra 67%-os sejtszámcsökkenés következik be [24]. Ezzel szemben az endothelsejtek száma a DALK utáni korai posztoperatív időszakban csökken, 6 hónap és 1 év között stabilizálódik, és műtét után közel 10 évig már nem változik [25].

Szemnyomás-emelkedés, glaucoma DALK után is előfordul, incidenciája azonban kevesebb mint 5%, ami jóval alacsonyabb, mint PKP esetében. Jobban is kezelhető, általában konzervatív kezelés elégséges, még PKP után gyakrabban sebészeti beavatkozás a megoldás [26].

Hátsó lamelláris keratoplasztika (DSAEK/DMEK)

A recipiens szem előkészítése mindkét műtétnél hasonló, speciálisan erre a célra kialakított horgokkal, spatulákkal történik a Descemet-endothelium leválasztása a cornea hátsó felszínéről (descemetorhexis). Különbség a donor előkészítésében van: DSAEK-nél a mikrokeratommal készített metszés vékony stromalis szövetet, Descemet-membránt, endotheliumot tartalmaz. DMEK-nél manuális preparálás után a donor csak magából a Descemet-membránból és az endotheliumból áll. Az összehajtott (DSAEK), összepöndörödött (DMEK) donor elülső csarnokba juttatása kis seben, különböző eszközökkel, csipeszekkel, mikromanipulátorokkal történik. A donor kiterítése után mindkét esetben elülső csarnokba adott levegő- vagy gáztamponád feszíti fel a recipiens hátsó stromájára, a megtapadásához varrat nem szükséges (*4. ábra*). DMEK esetén tehát teljesen helyreállítjuk a szaruhártya anatómiai rétegeit is.



4. ábra | Hátsó lamelláris keratoplasztika (Descemet leválasztásos automatizált endothelialis keratoplasztika – DSAEK) utáni állapot. Az a) ábrán a transzplantátum széle követhető (nyíl), a b) ábrán OCT- (optikaikoherencia-tomográfias) felvétel mutatja a megtapadt donort (nyíl)

Eredmények hátsó lamelláris keratoplasztika után

A transzplantátum túlélése 5 évvel a műtét után 70–90% közé tehető DSAEK-et követően, míg DMEK után ez az arány 90% feletti, különböző centrumok adatai szerint. A graft megtapadása szempontjából tehát a DMEK jobb eredménnyel jár, mint a DSAEK, és mindkét technika a perforáló műtét eredményeit is megelőzi [27, 28].

Hátsó lamelláris keratoplasztika után jobb látóélesség várható, mint perforáló műtétet követően. DSAEK-nél a betegek 23%-a, DMEK-nél 30–40%-a rendelkezett 0,8 visussal 3 évvel a műtét után [27, 28].

A hátsó lamelláris keratoplasztika szövődményei

Az egyik leggyakoribb intraoperatív komplikáció lehet a donorszövet, a donorendothelium sérülése, hiszen a preparáció és az implantáció is túlzott szöveti manipulációval társulhat.

A DMEK vékonyabb szöveti jellegéből adódóan előfordulhat a transzplantátum hibás orientációja (fejfelé elhelyezkedése), ilyenkor a szaruhártya a műtét után nem tisztul fel.

A legjelentősebb posztoperatív komplikáció a donorszövet diszlokációja, leválása, ami általában a műtét utáni napon, napokban következhet be. Természetesen a késői posztoperatív szakban is előfordulhat, főként trauma (akár nagyobb szemdörzsölés) hatására. A megoldást az ismételt levegőbefecskendezés („re-bubbling”) jelenti. A donor leválása DMEK-et követően gyakoribb (4–36%), mint DSAEK után (0,7–14,8%), a vékonyabb transzplantátum miatt [28, 29].

A glaucoma incidenciája hátsó lamelláris keratoplasztikát követően 1–20%-ra tehető, a legtöbb esetben konzervatív kezelése elégséges és sikeres [30].

Hátsó lamelláris keratoplasztika esetén a szaruhártya legimmunogénebb rétegét ültetik át. Ugyanakkor figye-

lemre méltó, hogy a DSAEK után a rejekció kevesebb-szer (5–8%) fordult elő, mint a PKP-t követően (14%), 5 éves megfigyelési periódus során [28]. A rejekciós ráta DMEK után még alacsonyabb, több műtéti technikát összehasonlító tanulmány alapján ez DMEK után 0,7–5%, DSAEK után 5–12%, PKP-t követően pedig 18–31% közé tehető [28, 31].

Irreverzibilis, a transzplantátum elszürkülésével járó kilökődés 9%-ban fordult elő DMEK, 13%-ban DSAEK és 28%-ban PKP után, ugyanazon centrumban végzett különböző műtéti típusokat összehasonlítva [14].

Általánosságban elmondható, hogy DMEK után a rejekció valószínűsége 15× alacsonyabb, mint DSAEK-et követően. Ez a kedvezőbb arány annak tulajdonítható, hogy DMEK esetén kevesebb sejtes elemet transzplantálunk, hiszen a stromalis szövetrész ezekben az esetekben hiányzik [32].

Az endothelsejtszám csökkenése különböző módon zajlik DSAEK/DMEK, mint PKP után. A kezdeti sejtszámcsökkenés hátsó lamelláris keratoplasztikát követően nagyobb, mint perforáló műtét után, majd évi átlagos 12%-os sejtvészttel számolva alakul ki az 50%-ot meghaladó sejtszámcsökkenés 5 évvel a műtétet követően.

Összegezve megállapítható, hogy az elmúlt évtizedekben a hagyományos, klasszikusnak számító PKP-k helyett egyre inkább átveszik a lamelláris technikák. Az előbbinél a szaruhártyát a teljes vastagságában ültetjük át, az utóbbiaknál csak a kóros részeket.

A lamelláris műtétek kevésbé invazív beavatkozások, kisebb traumával járnak. A betegek gyakran korábban érik el a jó látóélességet, és a posztoperatív rehabilitációs időszak is rövidebb lehet. Fontos megemlíteni, hogy kevesebb az intraoperatív és posztoperatív szövődmények kockázata, mint a perforáló műtéteknél, illetve ezek jobban kezelhetők.

A szaruhártya-átültetések jövőjét tekintve ígéretesek a lézeres trepanációval elért eredmények [33], illetve a sejtszínű transzplantációk is.

Anyagi támogatás: A közlemény megírása nem részesült anyagi támogatásban.

Szerzői munkamegosztás: M. L., L. M. és M. S. a kézirat elkészítésének minden fázisában egyaránt részt vett. A cikk végleges változatát valamennyi szerző elolvasta és jóváhagyta.

Érdekltségek: A szerzőknek nincsenek érdekltségeik.

Irodalom

- [1] Singh R, Gupta N, Vanathi M, et al. Corneal transplantation in the modern era. *Indian J Med Res.* 2019; 150: 7–22.
- [2] Módis L Jr., Szalai E, Facsó A, et al. Corneal transplantation in Hungary (1946–2009). *Clin Exp Ophthalmol.* 2011; 39: 520–525.
- [3] Pluzsik MT, Seitz B, Flockerzi FA, et al. Changing trends in penetrating keratoplasty indications between 2011 and 2018. *Histopathology of 2123 corneal buttons in a single center in Germany.* *Curr Eye Res.* 2020; 45: 1199–1204.
- [4] Park CY, Lee JK, Gore PK, et al. Keratoplasty in the United States. A 10-year review from 2005 through 2014. *Ophthalmology* 2015; 122: 2432–2442.
- [5] Kovács K, Szentmáry N, Pluzsik MT, et al. Graft survival using cadaver and multiorgan donors between 2008 and 2017 in our department. [Cadaverből és multiorgan donorból származó szaruhártyák túlélése 2008 és 2017 között klinikánkon.] *Orv Hetil.* 2021; 162: 488–496. [Hungarian]
- [6] Módis L. Keratoplasty. In: Süveges I. (ed.) *Diseases of the ocular surface and the cornea.* [Szaruhártya-átültetés. In: Süveges I. (szerk.) *A szemfelszín és a cornea betegségei.*] Medicina Könyvkiadó, Budapest, 2019; pp. 175–209. [Hungarian]
- [7] Gain P, Jullienne R, He Z, et al. Global survey of corneal transplantation and eye banking. *JAMA Ophthalmol.* 2016; 134: 167–173.
- [8] European Cornea and Cell transplantation Registry. Summary final report of the ECCTR project. Available from: <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5c9dc9246&appId=PPGMS> [accessed: February 22, 2023].
- [9] Fodor M, Rentka A, Pásztor D, et al. Keratoplasty in Hungary based on the National Keratoplasty Registry (1992–2021). [Szaruhártya-átültetés Magyarországon – az Országos Keratoplastica Regiszter adatai (1992–2021).] *Szemészet* 2022; Supplementum I. 159: 24–25. [Hungarian]
- [10] Niederer RL, Perumal D, Sherwin T, et al. Age-related differences in the normal human cornea: a laser scanning in vivo confocal microscopy study. *Br J Ophthalmol.* 2007; 91: 1165–1169.
- [11] Basak SK. Low endothelial cell count and clear corneal grafts. *Indian J Ophthalmol.* 2004; 52: 151–153.
- [12] Módis L, Kettesy B, Szalai E, et al. Experiences with endothelial keratoplasty. [Endothelialis keratoplasztikával szerzett tapasztalatok.] *Szemészet* 2009; 146: 35–40. [Hungarian]
- [13] Thompson RW Jr., Price MO, Bowers PJ, et al. Long-term graft survival after penetrating keratoplasty. *Ophthalmology* 2003; 110: 1396–1402.
- [14] Williams KA, Lowe M, Bartlett C, et al. Risk factors for human corneal graft failure within the Australian corneal graft registry. *Transplantation* 2008; 86: 1720–1724.
- [15] Pramanik S, Musch DC, Sutphin JE, et al. Extended long-term outcomes of penetrating keratoplasty for keratoconus. *Ophthalmology* 2006; 113: 1633–1638.
- [16] Griffin B, Walkden A, Okonkwo A, et al. Microbial keratitis in corneal transplants: a 12-year analysis. *Clin Ophthalmol.* 2020; 14: 3591–3597.
- [17] Wu S, Xu J. Incidence and risk factors for post-penetrating keratoplasty glaucoma: a systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE* 2017; 12: e0176261.
- [18] Panda A, Vanathi M, Kumar A, et al. Corneal graft rejection. *Surv Ophthalmol.* 2007; 52: 375–396.
- [19] Mannis MJ, Holland EJ, Gal RL, et al. The effect of donor age on penetrating keratoplasty for endothelial disease: graft survival after 10 years in the Cornea Donor Study. *Ophthalmology* 2013; 120: 2419–2427.
- [20] Lakatos É, Tóth BK, Nagy ZZs, et al. The effect of intraocular pressure on refractive power of the cornea and the human eye, based on the Liou–Brennan model eye. [A szemnyomás változásának hatása a szaruhártya és a szem törőerejére a Liou–Brennan-modellszem alapján.] *Orv Hetil.* 2022; 163: 1872–1879. [Hungarian]
- [21] Arundhati A, Chew MC, Lim L, et al. Comparative study of long-term graft survival between penetrating keratoplasty and deep anterior lamellar keratoplasty. *Am J Ophthalmol.* 2021; 224: 207–216.
- [22] Keane M, Coster D, Ziaei M, et al. Deep anterior lamellar keratoplasty versus penetrating keratoplasty for treating keratoconus. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014; 7: CD009700.
- [23] Song Y, Zhang J, Pan Z. Systematic review and meta-analysis of clinical outcomes of penetrating keratoplasty versus deep anterior lamellar keratoplasty for keratoconus. *Exp Clin Transplant.* 2020; 18: 417–428.
- [24] Patel SV, Hodge DO, Bourne WM. Corneal endothelium and postoperative outcomes 15 years after penetrating keratoplasty. *Am J Ophthalmol.* 2005; 139: 311–319.
- [25] Sarnicola V, Toro P, Sarnicola C, et al. Long-term graft survival in deep anterior lamellar keratoplasty. *Cornea* 2012; 31: 621–626.
- [26] Huang OS, Mehta JS, Htoon HM, et al. Incidence and risk factors of elevated intraocular pressure following deep anterior lamellar keratoplasty. *Am J Ophthalmol.* 2016; 170: 153–160.
- [27] Price DA, Kelley M, Price FW Jr., et al. Five-year graft survival of Descemet membrane endothelial keratoplasty (EK) versus Descemet stripping EK and the effect of donor sex matching. *Ophthalmology* 2018; 125: 1508–1514.
- [28] Woo JH, Ang M, Htoon HM, et al. Descemet membrane endothelial keratoplasty versus Descemet stripping automated endothelial keratoplasty and penetrating keratoplasty. *Am J Ophthalmol.* 2019; 207: 288–303.
- [29] Ang M, Wilkins MR, Mehta JS, et al. Descemet membrane endothelial keratoplasty. *Br J Ophthalmol.* 2016; 100: 15–21.
- [30] Sharma RA, Bursztny LL, Golesic E, et al. Comparison of intraocular pressure post penetrating keratoplasty vs Descemet's stripping endothelial keratoplasty. *Can J Ophthalmol.* 2016; 51: 19–24.
- [31] Anshu A, Price MO, Price FW Jr. Risk of corneal transplant rejection significantly reduced with Descemet's membrane endothelial keratoplasty. *Ophthalmology.* 2012; 119: 536–540.
- [32] Liu S, Wong YL, Walkden A. Current perspectives on corneal transplantation. *Clin Ophthalmol.* 2022; 16: 631–646.
- [33] Módis L, Szalai E, Flaskó Z, et al. Femtosecond laser-assisted keratoplasty. [Femtoszekundumlézeres keratoplasztika.] *Orv Hetil.* 2018; 159: 671–676. [Hungarian]

(Módis László dr.,

Debrecen, Nagyerdei krt. 98., 4032
e-mail: modis.laszlo@med.unideb.hu)

A cikk a Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) feltételei szerint publikált Open Access közlemény, melynek szellemében a cikk bármilyen médiumban szabadon felhasználható, megosztható és újraközölhető, feltéve, hogy az eredeti szerző és a közlés helye, illetve a CC License linkje és az esetlegesen végrehajtott módosítások feltüntetésre kerülnek. (SID_1)