

A Debreceni Egyetem Orvos- és Egészségtudományi Centrum Szemészeti Klinikájának (igazgató: Berta András egyetemi tanár) közleménye

Endothelialis keratoplasztikával szerzett tapasztalatok

MÓDIS LÁSZLÓ, KETTESY BEÁTA, SZALAI ESZTER, FODOR MARIANN, BERTA ANDRÁS

Célkitűzés: Hátsó lamelláris keratoplasztikával elért eredményeinek bemutatása.

Betegek és módszerek: Hat beteg 6 szemét operáltuk (6 nő, átlagéletkor 73 ± 10 év) pseudophakiás bullosus keratopathia miatt Descemet-leválasztásos automatizált endothelialis keratoplasztika (DSAEK) módszerével. Az alapbetegség mellett négy beteg simplex glaucomában, 3 rheumatizmusban, 1 pedig diabetes mellitusban szenvedett. A Descemet-hártya leválasztását manuálisan, a donor cornea lamellálását $300 \mu\text{m}$ -es mikrokeratom-fejjel végeztük. Az összehajtott lamellát 5 mm -es corneoscleralis seben implantáltuk. Rögzítettük a látásélességet, a cornea átlátszóságát, vastagságát, a topográfiával nyert keratometriás értékeket, az endothelialis sejtsűrűséget és a szemnyomást a műtét előtt és után. A követési idő 12 hónap volt minden esetben.

Eredmények: A látásélesség $0,02 \pm 0,03$ -ról $0,31 \pm 0,15$ -re javult ($p=0,02$, Wilcoxon). $3-3$ teljesen átlátszatlan, illetve szemitranszparens cornea közül 1 átlátszatlan maradt, 1 szemitranszparens, 4 teljesen tiszta lett a műtét utáni 3 hónapra, és a továbbiakban sem változott. A topográfias keratometriás értékek $43,2 \text{ D}$, illetve $38,6 \text{ D}$ -ről $42,8 \text{ D}$ és $40,7 \text{ D}$ -ra változtak a meredek, illetve a lapos tengelyben ($p=0,7$ és $p=0,03$). A cornea vastagsága $1007 \pm 393 \mu\text{m}$ -ről $788 \pm 304 \mu\text{m}$ -re változott a mintegy $300 \mu\text{m}$ -es lamella beültetése után ($p=0,02$). Az endothelialis sejtsűrűség átlagosan 11% -kal csökkent a $3.$ és $12.$ hónap között ($p=0,1$). A szemnyomás a műtét hatására nem emelkedett, kompenzált maradt ($p=0,62$).

Következtetések: A hátsó lamelláris keratoplasztika után már rövid távon is visusjavulás következett be, és a műtét kedvezően befolyásolta a szemfelszínt is. Bizonyos szaruhártya-betegségek esetében a módszer a perforáló keratoplasztika alternatívája lehet.

Kulcsszavak: szaruhártya-átültetés, endothelialis keratoplasztika, mikrokeratom

Módis L, Kettesy B, Szalai E, Fodor M, Berta A: Experience with endothelial keratoplasty

Aim: To describe our results with posterior lamellar keratoplasty.

Patients and methods: Six eyes of 6 patients (6 female, mean age 73 ± 10 years) with pseudophakic bullous keratopathy were operated on with a Descemet stripping automated endothelial keratoplasty technique. Additionally, 4 of the patients suffered from glaucoma, 3 from rheumatism, and 1 from diabetes mellitus. The Descemet stripping was performed manually, and the dissection of the donor was prepared with an automated microkeratome, using a $300\text{-}\mu\text{m}$ headpiece. The folded lamella was implanted through a 5-mm corneoscleral incision. The pre- and postoperative visual acuity, corneal transparency, thickness, topographic keratometry values, endothelial cell density and intraocular pressure (IOP) were recorded. The follow-up period was 12 months in every case.

Results: The visual acuity improved from 0.02 ± 0.03 to 0.31 ± 0.15 ($p=0.02$, Wilcoxon). Of the 3 opaque and 3 semi-transparent corneas, 1 remained opaque, 1 had become semitransparent and 4 had become clear 3 months postoperatively and there was no subsequent alteration. The topographic keratometry data changed from 43.2 D and 38.6 D to 42.8 D and 40.7 D in the steep and flat axis. ($p=0.7$ and $p=0.03$). The corneal thickness decreased from $1007 \pm 393 \mu\text{m}$ to $788 \pm 304 \mu\text{m}$ after the implantation of the $300\text{-}\mu\text{m}$ -thick lamella. The endothelial cell density diminished by a mean of 11% between the 3rd and 12th months ($p=0.1$). The IOP did not rise after surgery and remained compensated ($p=0.62$).

Conclusions: Posterior lamellar keratoplasty provided an improvement in the visual acuity and favorably influenced the ocular surface even shortly after surgery. In certain corneal disorders, it may be an alternative to penetrating keratoplasty.

Key words: corneal transplantation, endothelial keratoplasty, microkeratome

A keratoplasztikáknak számos formája, csoportosítása ismeretes. A transzplantáció technikája szerint két nagy csoportot különböztetünk meg, perforáló és lamelláris átültetést. Az utóbbi technikák reneszánszukat élik, hiszen a módszer több évtizedes történetre tekint vissza.

A mai modern, korszerű eszközökkel végzett elülső és hátsó lamelláris formák mintegy tíz éve terjedtek el.

A jelen tanulmányban a hátsó lamelláris keratoplasztika Descemet-leválasztásos formáját és eredményeinket mutatjuk be.

Betegek és módszerek

Betegek

Hat beteg 6 szemét operáltuk (6 nő, átlagéletkor 73 ± 10 év), minden esetben pseudophakiás bullosus keratopathia miatt. Négy beteg glaucomában is szenvedett, általános kísérő betegségeként pedig 3 rheumatismus és 1 diabetes mellitus fordult elő. A szürkehályog-műtét és a keratoplasztika között eltelt legrövidebb idő fél év, leghosszabb 9 év volt (1. táblázat).

Műtét előtt a betegek részletes szemészeti vizsgálaton és dokumentáción estek át. Rögzítettük a látásélességet, a cornea állapotát, a topo-

gráfiával nyert keratometriás értékeket (TMS-4, Tomey, Tennenlohe, Németország), a szaruhártya vastagságát (ultrahang, AL-2000, Tomey), az endothelialis sejtszámot (kontakt spekulár mikroszkópia, EM-1100, Tomey), valamint a szemnyomást (Goldmann). A vizsgálatokat a műtét utáni első héten, majd három hónapig 6 hetente, ezt követően az aktuális állapotnak megfelelően végeztük. A követési idő minden betegnél 12 hónap volt.

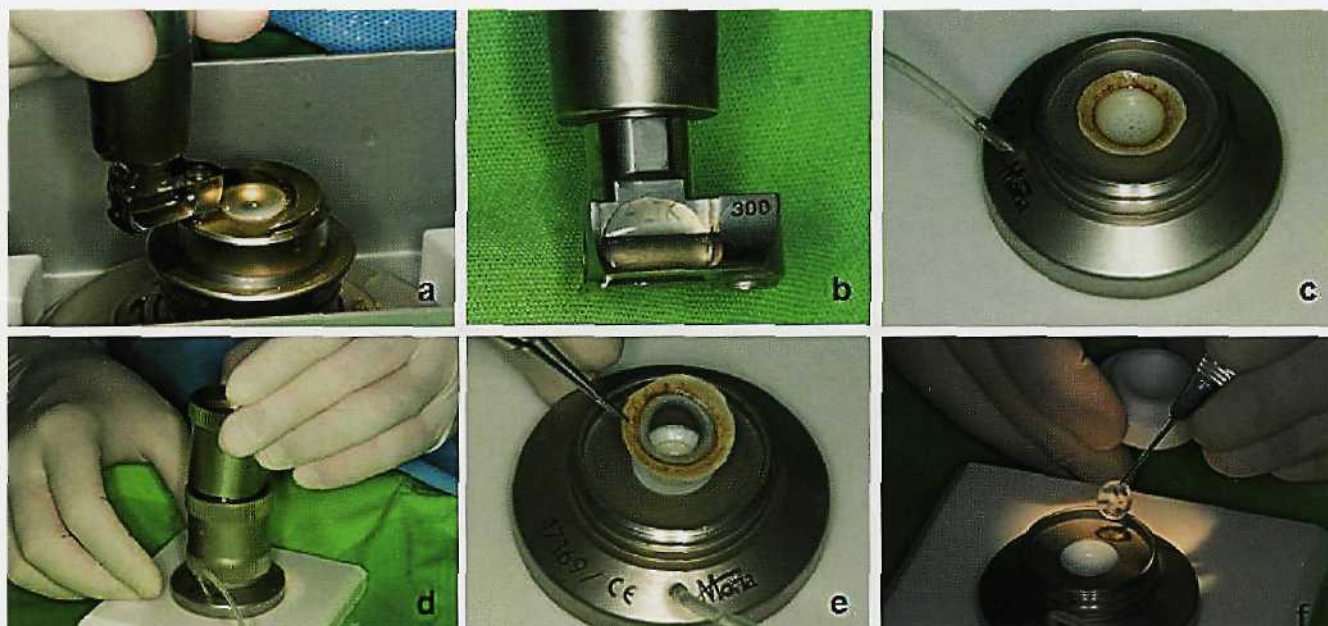
A műtét menete

Elsőként a donor előkészítése történt meg. A konzervált corneát mesterséges elülső csarnokra (Moria, Antony, Franciaország) helyeztük, majd

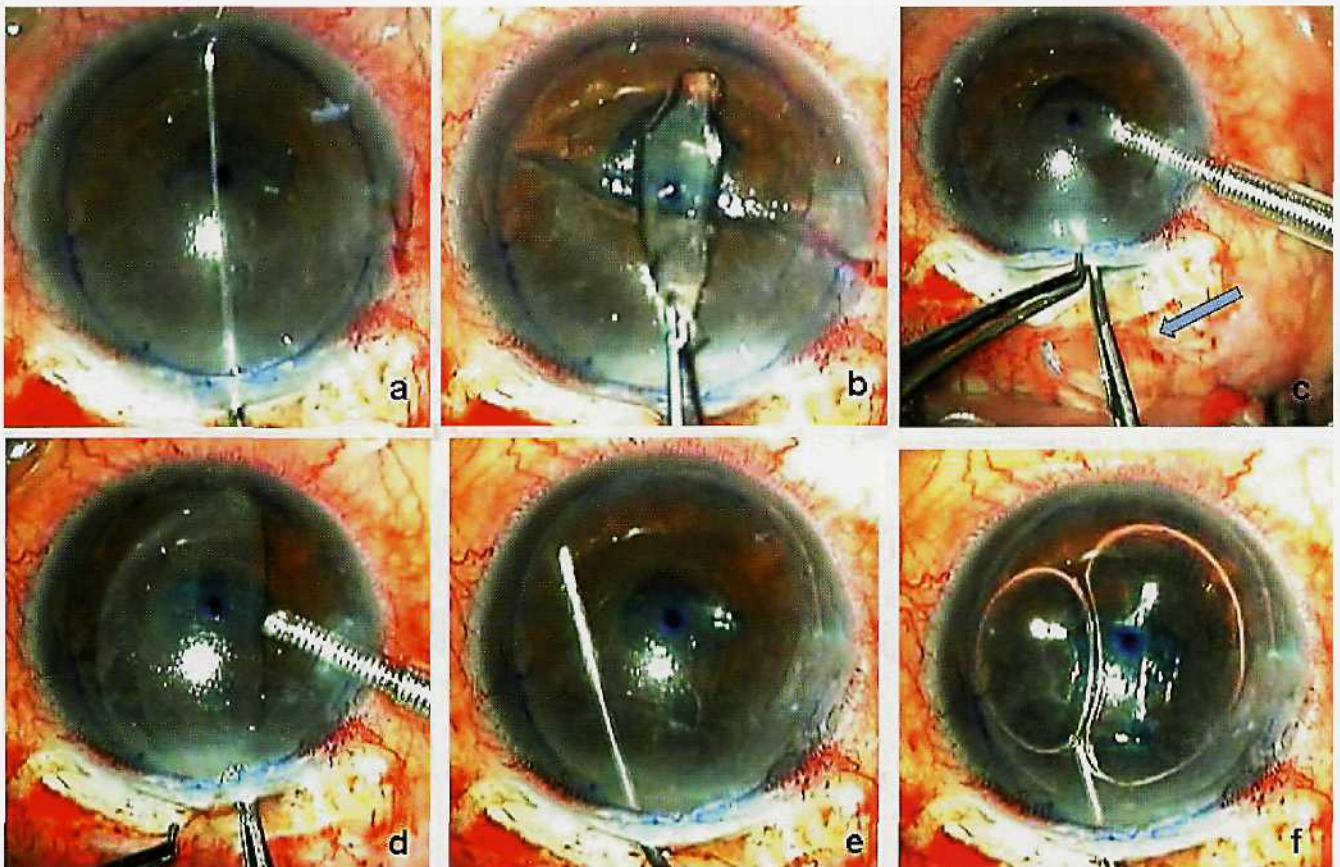
1. táblázat. A betegek szemészeti és általános anamnesztikus adatai

Eset	Életkor	Diagnózis	Szemészeti előzmények	Kísérő betegségek
1.	81	PBK	Phaco + PCL o.s. (1 éve)	Glaucoma simplex, floppy iris, AMD, rheumatismus
2.	77	PBK	Phaco + ACL o.d. (9 éve)	-
3.	53	PBK	Phaco + PCL o.d. (9 éve)	Glaucoma secundarium, IDDM, rheumatismus
4.	74	PBK	Phaco + PCL o.d. (fél éve)	Glaucoma simplex
5.	75	PBK	Phaco + PCL / PKP o.s. (7 éve / 2 éve)	Glaucoma secundarium, rheumatismus
6.	79	PBK	Phaco+PCL o.d. (2 éve)	-

PBK: pseudophakiás bullosus keratopathia; PKP: perforáló keratoplasztika; AMD: szenilis macula-degeneratio; IDDM: inzulindependens diabetes mellitus



1. ábra. A donor szövet preparálása. A donor corneát mesterséges elülső csarnokra feszítjük, majd mikrokeratommal lelamelláljuk az elülső felszínt (a, b). A maradék corneát endotheliummal felfelé vákuumtrepanáláshoz készítjük elő (c), és az endothelium felől trepanáljuk (d). A megmaradt hátsó lamella elválk a corneosclerális gyűrűtől (e), amelyet a beültetésig védőkupakba helyezünk (f)



2. ábra. A donor implantációja. A recipiens corneát 9 mm átmérőjű markerrel jelöljük körbe, és ennek mentén speciális horgokkal a cornea hátsó felszínét körbekarcoljuk, leválasztjuk (a), majd csipesz segítségével eltávolítjuk (b). Elülsőcsarnok-fenntartó kanült vezetünk be, és a donor szövetet összehajtvá (nyíl) az elülső csarnokba implantáljuk (c, d). A lamellát kanül segítségével simítjuk ki és pozicionáljuk (e). A műtét végén a csarnokba levegőt fecskendeztünk be, amely a transzplantátumot a helyén tartja (f)

gyűrű segítségével feszítettük fel. Ezt követően BSS-oldattal a nyomást fenntartva pneumatikus mikrokeratom segítségével (Moria) a cornea felső rétegét 300 μm vastagságban lamelláltuk le. Az így megmaradt corneaszövetet endotheliummal felfelé donorágyba helyeztük, majd kiterpanáltuk (hasonlóan, mint perforáló keratoplasztika esetében) (1. ábra).

A recipiens előkészítése során 9,0 mm átmérőjű, tripánkéssel jelölt, kör alakú markert érintettünk a cornea felszínéhez. Ez jelölte ki a hátsó felszínről leválasztandó Descemet-membrán határait. Ezt követően 12 óra irányában 5 mm-es corneosclerális sebet készítettünk. Az elülső csarnok fenntartására oldalnyíláson keresztül csarnokfenntartó kanült, infúziót vezetünk be. Speciálisan erre a célra kialakított horgokkal először körbekarcoltuk, majd leválasztottuk a Descemet-endothelium-réteget a szaruhártya hátsó felszínéről. A donor szövetet összehajtvá az elülső csarnokba implantáltuk, majd óvatosan, kanül segítségével kismítottuk és pozicionáltuk. A műtét végén a transzplantátumot helyén tartandó és kifeszítendő a csarnokba levegőt fecskendeztünk be (2. ábra). A corneosclerális sebet 10/0-és nylonnal zártuk, és subconjunctiválisan antibiotikumot és kortikoszteroidot adtunk be.

Posztoperatív kezelés

Műtét után a következő kezelési sémát alkalmaztuk. Két hétig antibiotikum és kortikoszteroid kombinációt írtunk fel, lokálisan, napi öt alkalommal. Ezt követően az első három hónapban csak kortikosztero-

id-cseppet ötszöri cseppentéssel, majd a harmadik hónap után háromszori cseppentéssel rendeltünk el. Testsúlykilogrammal arányos szisztémás kortikoszteroid-kezelésben részesítettük a korábban már perforáló keratoplasztikán átesett beteget. A glaucomás betegek korábban beállított terápiáján nem változtattunk.

Eredmények

A látásélesség 5 beteg esetén javult, 4 esetben jelentős táblaolvasást érve el (2. táblázat). Összességében a visus $0,02 \pm 0,03$ -ról $0,31 \pm 0,15$ -re javult ($p=0,02$, Wilcoxon) az egyéves követési idő után. Réslámpás vizsgálattal a műtét előtti 3-3 teljesen átlátszatlan, illetve szemitranszparens cornea közül 1 átlátszatlan maradt (1. eset), 1 szemitranszparens (5. eset), 4 teljesen tiszta lett a műtét utáni 3. hónapra, majd a továbbiakban sem változott (3. ábra). A topográfias keratometriás értékek 43,2 D, illetve 38,6 D-ről 42,8 D és 40,7 D-ra változtak a meredek, illetve a lapos tengelyben ($p=0,7$ és $p=0,03$). A cornea vastagsága $1007 \pm 393 \mu\text{m}$ -ről $788 \pm 304 \mu\text{m}$ -re csökkent a mintegy 300 μm -es lamella beültetése után ($p=0,02$).

Az endothelialis sejszám sem a műtét előtt, sem a műtét utáni első héten nem volt megítélhető a duzzadt stroma miatt. A 3. és 12. hónap között csak a 4 tiszt-

2. táblázat. A műtėti eredmények DSAEK után, látásélesség, corneavastagság és endothelialis sejtszám tekintetében

Eset	Preoperatív visus/CCT	Posztoperatív visus/CCT (1. hét)	Posztoperatív visus/CCT/ECD (3. hónap)	Posztoperatív visus/CCT/ECD (6. hónap)	Posztoperatív visus/CCT/ECD (12. hónap)
1.	kml/1500 felett	kml/1419	kml/1400/nv	kml/1400/nv	kml/1400/nv
2.	0,02/730	0,02/1083	0,2/1000/2100	0,5/853/2000	0,8/677/1800
3.	kml/1500 felett	kml/1103	0,1/670/2200	0,1/670/2100	0,2/636/2000
4.	0,1/650	0,01/1417	0,06/1200/2100	0,1/875/2000	0,2/600/1800
5.	kml/940	kml/1296	kml/1165/2000	0,04/800/1900	0,06/770/nv
6.	0,1/725	0,1/822	0,2/702/2200	0,3/664/2200	0,6/650/2000

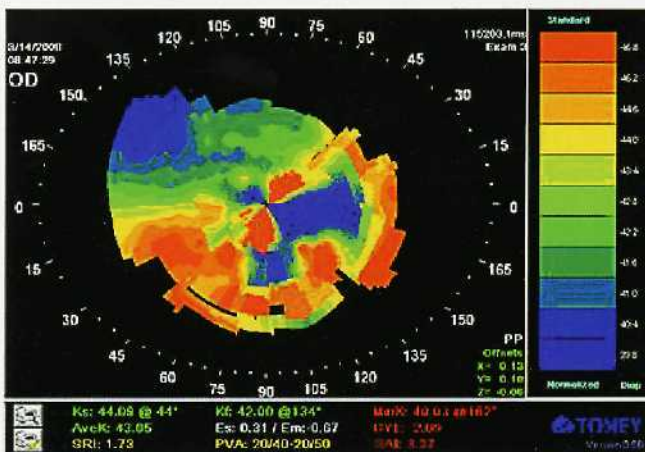
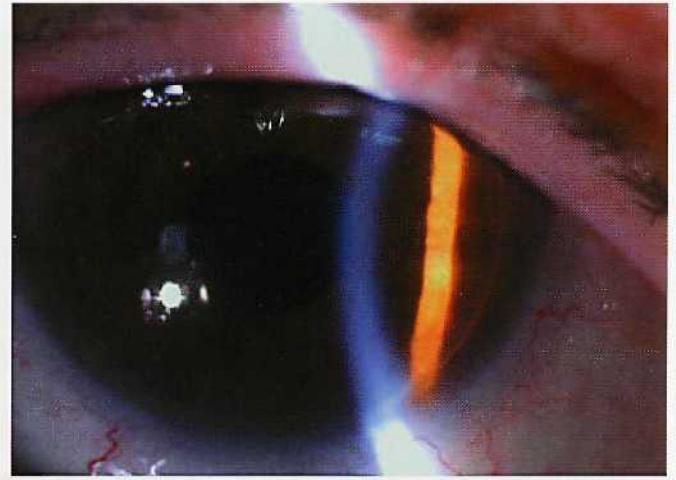
CCT: centrális corneavastagság (μm); ECD: endothelialis sejtszám (sejt/ mm^2); kml: kézmozgáslátás; nv: nem vizsgálható. Műtét előtt és a műtét utáni első héten az endothelium a stroma duzzanata miatt szintén nem volt vizsgálható, ezért nem is szerepel a táblázatban

ta transzplantátum esetén volt vizsgálható, ezekben az esetekben szignifikánsan nem változott (2120 ± 80 és 1900 ± 115 ; $p=0,1$).

A szemnyomás a műtét hatására nem emelkedett, kompenzált maradt a glaucomás betegek esetében is, végig a követési időszak alatt ($p=0,62$).

Komplikációk

Egy betegnél (4. eset) az első posztoperatív napon minimális vérplacenta jelent meg a transzplantátum hátlapján és viszonylag lassan, a 2. hónap végére szívódott fel. A vérzés a donor és a recipiens szövetei közé nem terjedt



be. Lamellaelmozdulás, -leválás, dupla csarnok, immunrejekció nem fordult elő egy esetben sem.

Megbeszélés

A lamelláris keratoplasztikák több évtizede terjedtek el szerte a világon, és ezek a műtéti megoldások ma a technikai fejlődésnek köszönhetően másodvirágzásukat élik. Az elülső lamelláris átültetések között magyar úttörő személyiséget is találhatunk, mint pl. *Alberth*-et, aki munkatársaival együtt vegyi sérülések esetén alkalmazta sikerrel ezt a technikát.^{1,2}

A hátsó lamelláris formáról elsőként *Tillet* számolt be 1956-ban, de ezt követően a technika néhány évtizedre feledésbe merült.²⁹ A 90-es évek végén *Melles és mtsai* kezdték el a hátsó lamelláris keratoplasztikát rutinszerűen alkalmazni (posterior lamellar keratoplasty, PLK).^{13,14} A műtét során 7,5 mm átmérőjű donor szövetet implantáltak 9 mm-es scleroseben keresztül. Röviddel ezt követően kevés módosítással az USA-ban is elterjed a módszer (deep lamellar endothelial keratoplasty, DLEK).²³ Majd *Melles* is módosította a technikát, 9 mm-es donorszövetet használt, amelyet összehajtván jutattott az elülső csarnokban, 5 mm-es scleroseben keresztül.¹⁵ A sclerosebet ekkor már varratok nélkül zárták. Az USA-ban a módszert kis sebben történő mély hátsó lamelláris keratoplasztikának nevezték el (small incision DLEK).²⁴ Az eddig ismertett technikák a hátsó cornealis lamella leválasztásához speciális műszereket kívántak, mint trepán, ollók és implantálóspatula. Majd 2003-tól terjedt el a „descemetorhexis”, amelynek során elégséges volt speciális horoggal és spatulával kizárólag a Descemet és endotheliumrétegének a leválasztása és átültetése (Descemet stripping endothelial keratoplasty, DSEK).^{16,17} Ha donorszövet előkészítéséhez mikrokeratomot használunk – mint a jelen tanulmányban is –, a módszert Descemet-leválasztásos automatizált endothelialis keratoplasztikának nevezzük (Descemet stripping automated endothelial keratoplasty, DSAEK).^{6,19,20} Az utóbbi években főként ez utóbbi módszer terjedt el, és az egész világon rutinjárássá vált. Legújabb formájakor kizárólag valóban csak a Descemet-membrán és az endothelium kerül átültetésre (Descemet membrane endothelial keratoplasty, DMEK).¹⁸

Jellegéből adódóan a beavatkozás a cornealis hátsó felszín patológiás, irreverzibilis folyamataiban ajánlott (3. táblázat). Mind a hat betegünk esetében pseudophakiás bullosus keratopathia miatt került sor a műtétre, és négy betegnek glaucomája, ezek közül pedig háromnak az elülső szegmentum állapotát befolyásoló sziszté-

más betegsége is volt (rheuma és diabetes). A leggyorsabb rehabilitáció (visusjavulás és teljesen tiszta cornea) annál a két betegnél fordult elő, akiknek semmilyen kísérő betegsége nem volt. Ezekben az esetekben ez a 3. hónapra bekövetkezett, míg a többi páciens esetében ez a periódus a 6–12. hónap közé volt tehető. Egy esetben pedig a cornea nem tisztult fel (1. eset), a sebgyógyulást valószínűleg a floppy iris szindróma és az általános betegségek befolyásolták. A posztoperatív látásélesség nemcsak a megfelelő sebészeti technikától, hanem a megfelelő donortapadástól, a cornea integritásának teljes helyreállításától, de főként a jó preoperatív visustól, a beteg életkorától és a szem, illetve a beteg kísérő betegségeitől függ.^{7,20,26} Eseteinkben, mint láttuk, a betegek döntően idősebbek voltak, rossz visussal, és csaknem mindegyiknél előfordult szemészeti és általános betegség is.

Ezzel szemben a topográfias indexek alapján elmondható, hogy a szemfelszínre minden esetben és összességében is kedvező hatással volt a műtéti beavatkozás, a topográfias keratometriás index 42,8 D és 40,7 D volt a meredek, illetve a lapos tengelyben a megfigyelési időszak végére. A szaruhártya státusát jelző corneavastagság szignifikánsan csökkent, a sejtszám pedig, igaz szintén csökkent, de nem változott számottevően az első év végére.

Az adatok összességében egyeztek a nemzetközi tanulmányok eredményeivel.^{6-8,22,25} Ezekben hasonlóan gyors visusjavulásról, sebgyógyulásról, szabályos posztoperatív szemfelszínről számolnak be.

Érdekes kérdés a cornea vastagságának a változása, hiszen a DSAEK technikát alkalmazva szövettöbbletet ültetünk be, hiszen csak a recipiens Descemet-membránt távolítjuk el az endotheliummal, és a donor cornea hasonló rétegét stromalis szövetrel implantáljuk, általában mintegy 300 mikron vastagságban. Ezért van az, hogy a szaruhártya vastagsága csökken ugyan, de nem tér vissza, csak közelít a normális értékhez. A nagy méretű donor szövet (9,0 mm átmérő) azonban lehetővé teszi, hogy nagyobb területen több endothelialis sejt kerüljön beültetésre, ezért jobban ki tudja fejteni dehidrááló hatását.

A gyakorló sebész számára érdekesek lehetnek azok a tanulmányok, amelyekben a hátsó lamelláris keratoplasztikát hasonlítják össze a perforáló keratoplasztikával (4. táblázat). *Heidemann, Bahar és Hjortdal* szerint az endothelialis sejtszám mindkét csoportban csökkent egy évvel a műtétet követően, de köztük szignifikáns különbség nem volt.^{4,9,10} Ez a sejtvesztés széles határok, 18–58% között változott. Az egyik legújabb tanulmány viszont több endothelialis sejtvesztésről számol

3. táblázat. Az endothelialis keratoplasztika indikációi és kontraindikációi

Indikációk

Fuchs-dystrophia
Pseudophakiás bullosus keratopathia
Endothelialis dystrophiák
Keratoplasztika utáni endothelialis rendellenességek

Kontraindikációk

Stomahomály
Nagyfokú irreguláris asztigmia
Cornealis neovaszakularizáció
Fiatal életkor (relatív kontraindikáció)
Aphakia (relatív kontraindikáció)

4. táblázat. Az endothelialis és a perforáló keratoplasztika összehasonlítása

Endothelialis keratoplasztika

Stabil, kis scleralis seb
Varrat nem szükséges
Gyors sebgyógyulás
Szemfelszínre gyakorolt hatás minimális
Nagyobb sikerrel ismétélhető
A nagyobb donormérettel (9 mm) több endothelsejt vihető át

Donorelmozdulás relatíve gyakori
Sok manipuláció az endothelialis oldalon
Bonyolult, költséges

Perforáló keratoplasztika

Teljes vastagságú cornealis seb, idegi plexusok átvágása
Tovafutó varratsor vagy csomós varratok
Lassú sebgyógyulás
Asztigmatizmus, hámosodási zavarok
Ismétlés esetén nő a rejekció esélye
A donor mérete általában kisebb (7–8 mm), kevesebb endothelsejt vihető át
Donorelmozdulás minimális
Kevés manipuláció az endothelialis oldalon
Költséghatékony

be DSEK után.²¹ Ebben szerepe lehet a különböző vizsgálóstratégiáknak is, de döntően az endothelialis oldalon végzett több manipulációnak köszönhető. A sejtszám nem független az implantáció technikájától, mikroszipesszel és speciális implantálóeszközökkel kevesebb endothelialis veszteséget írtak le, mint az összehajtott technikával, jöllehet egy prospektív tanulmány szerint ez a látásélességre nem volt hatással.⁵

Másik jelentős kérdés az immunológiai rejekció témaköre. Összességében irodalmi adatok alapján ez 10% körüli tehető.^{4,12} A fenti összehasonlító tanulmányokat alapul véve mindkét csoportban elvért fordult elő 1-2 eset, amelyek konzervatív kezeléssel megoldódtak, és a transzplantátum feltisztult.^{4,10} Allen szerint azonban perforáló műtét után a rejekció csaknem kétszer gyakoribb, és nehezebben is kezelhető, mint endothelialis keratoplasztika után.³ Ennek egyik oka lehet a varratok közismert szerepe a kilökődési reakcióban, de kétségtelen, hogy teljes vastagságú átültetés után egy, még lamelláris műtét után két évig használtak lokális kortikoszteroid-készítményt a betegeknél.^{11,28}

Kevésbé jelentős, de ismert komplikáció lehet még a lamella diszlokációja, részleges vagy teljes leválása. Ez általában 3–15% körüli, és mind a korai, mind a késői posztoperatív szakban jól kezelhető levegő befecskendezésével az elülső csarnokba és a graft pozicionálásával.^{26,27}

Összegezve, a Descemet-leválasztásos endothelialis keratoplasztika esetében elégséges csak a kóros réteg átültetése, cornealis varrat behelyezése nélkül. A műtét kedvezően befolyásolja a szemfelszínt, az asztigmatizmus minimális, a látásélesség már rövid távon javul. A vastagabb corneaállomány szemnyomás-emelkedést nem okoz, glaucomás betegeknél sem. A kísérő szemészeti és általános betegségek azonban a sebgyógyulást jelentősen késleltetik. Ez az új keratoplasztika-technika bizonyos szaruhártya-betegségek esetében a perforáló keratoplasztika alternatívája lehet.

Irodalom

1. Alberth B., Zajác M., Rác J., Süveges I.: The treatment of experimental lime burns with lamellar keratoplasty. I. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 1965; 168: 119-124.

2. Alberth B., Zajác M., Rác J., Süveges I.: On the treatment of lime burn with keratoplasty „a chaud”. II. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 1965; 168: 125-130.

3. Allan B.D., Terry M.A., Price F.W. Jr., Price M.O., Griffin N.B., Claesson M.: Corneal transplant rejection rate and severity after endothelial keratoplasty. Cornea 2007; 26: 1039-1042.

4. Bahar I., Kaiserman I., McAllum P., Slomovic A., Rootman D.S.: Comparison of posterior lamellar keratoplasty techniques to penetrating keratoplasty. Ophthalmology 2008; 115: 1525-1533.

5. Bahar I., Kaiserman I., Sansanayudh W., Levinger E., Rootman D.S.: Busin guide vs forceps for the insertion of the donor lenticule in Descemet stripping automated endothelial keratoplasty. Am J Ophthalmol 2009; 147: 220-226.

6. Chen E.S., Terry M.A., Shamie N., Hoar K.L., Friend D.J.: Descemet-Stripping automated endothelial keratoplasty. Six-month results in a prospective study of 100 eyes. Cornea 2008; 27: 514-520.

7. Cursiefen C., Kruse F.E.: Posteriore lamelläre Keratoplastik (DSAEK). Ophthalmologe 2008; 105: 183-192.

8. Gorovoy M.S.: Descemet-stripping automated endothelial keratoplasty. Cornea 2006; 25: 886-889.

9. Heidemann D.G., Dunn S.P., Chow C.Y.: Comparison of deep lamellar endothelial keratoplasty and penetrating keratoplasty in patients with Fuchs endothelial dystrophy. Cornea 2008; 27: 161-167.

10. Hjortdal J., Ehlers N.: Descemet's stripping automated endothelial keratoplasty and penetrating keratoplasty for Fuchs' endothelial dystrophy. Acta Ophthalmol 2009; Mar 19. [Epub ahead of print].

11. Jonas J.B., Rank R.M., Budde W.M.: Immunologic graft reactions after allogenic penetrating keratoplasty. Am J Ophthalmol 2002; 133: 437-443.

12. Koenig S.B., Covert D.J., Dupps W.J. Jr, Meisler D.M.: Visual acuity, refractive error, and endothelial cell density six months after Descemet stripping and automated endothelial keratoplasty (DSAEK). Cornea 2007; 26: 670-674.

13. Melles G.R.J., Eggink F.A.G.J., Lander F., Pels E., Rietveld F.J., Beekhuis W.H., Binder P.S.: A surgical technique for posterior lamellar keratoplasty. Cornea 1998; 17: 618-626.

14. Melles G.R.J., Lander F., van Dooren B.T.H., Pels E., Beekhuis W.H.: Preliminary clinical results of posterior lamellar keratoplasty through a sclerocorneal pocket incision. Ophthalmology 2000; 107: 1850-1857.

15. Melles G.R.J., Lander F., Nieuwendaal C.: Sutureless, posterior lamellar keratoplasty. Cornea 2002; 21: 325-327.