

Vrste keratoplastike i indikacije za njihovu primenu

S. Stanojlović

Institut za očne bolesti, Klinički centar Srbije, Beograd

Kratak sadržaj

Keratoplastika predstavlja najčešću i najuspešnije transplantaciju tkiva i organa. Kliničke indikacije za perforativnu keratoplastiku vremenom su se menjale. Tokom osamdesetih i ranih devedesetih godina, pseudofakna bulozna keratopatija postala je najčešći razlog za keratoplastiku, dok su keratokonus i „propao“ kalem sledeće dve najznačajnije indikacije u Sjedinjenim Američkim Državama. S druge strane, keratokonus i „propao“ kalem bili su i ostali najčešći razlozi za keratoplastiku u Evropi. Kornealno stromalno ožiljavanje predstavlja vodeću indikaciju za keratoplastiku u zemljama u razvoju. Daljim unapređenjem medikamentne terapije i uvođenjem novih hirurških tehnika kao što je zadnja lamelarna i endotelijalna keratoplastika, indikacije za keratoplastiku mogle bi da se promene u referentnim kornealnim institucijama u narednom periodu.

Ključne reči: Keratoplastika – vrste keratoplastike – indikacije.

Keratoplastika predstavlja najčešću i najuspešnije transplantaciju tkiva i organa, ako se izuzme transfuzija krvi. Eksponencijalni porast učestalosti navedene operacije nastao je zahvaljujući formiranju očnih banki i razvoju odgovarajućih medija za čuvanje donorskih rožnjača sa zadovoljavajućim kliničkim rezultatima. Keratoplastika može da bude i autotransplantacija ako se kao donor koristi rožnjača drugog, nefunkcionalnog oka, ili autorotorna kada se rotira transplantat na istom oku.

Perforativna (penetrantna) keratoplastika (PKP) podrazumeva transplantaciju pune debljine rožnjače, dok se kod lamelarne keratoplastike primenjuje kalem parcijalne debljine. Indikacije za keratoplastiku obuhvataju četiri široke kategorije koje se često preklapaju, a to su: (1) optička, (2) tektonska, (3) terapijska i (4) kozmetska keratoplastika.

Optička keratoplastika

Optička keratoplastika je najčešća i čini više od 90% svih keratoplastika. Njen primarni cilj je poboljšanje vidne funkcije, ali nekada se istovremeno postiže i terapijski efekat eliminisanjem postojećeg bola (keratopathia bullosa). Takođe, kod tektonske i terapijske keratoplastike može da se dobije i povoljan optički rezultat.

Tokom poslednje dve decenije uočeni su određeni trendovi u pogledu kliničkih indikacija za perforativnu keratoplastiku^{1,2,5,9,10,21}. Pre masovne implantacije intraokularnih sočiva u Evropi i Sjedinjenim Američkim Državama, keratokonus i „propao“ kalem („graft failure“) bile su dve vodeće indikacije za PKP. Tokom

osamdesetih i ranih devedesetih godina, pseudofakna keratopathia bullosa (PKB) postala je najčešći razlog za keratoplastiku¹⁸, dok su keratokonus i „propao“ kalem sledeće dve indikacije^{6,11}. Mada se PKB navodi kao glavna indikacija u nekoliko institucija u SAD-u (Tab. 1)^{2,4,9}, uočen je opadajući trend njene incidencije, što je verovatno rezultat bolje hirurške tehnike i intraokularnih sočiva kao i masovne upotrebe viskoelastika⁹.

Keratokonius i „propadanje“ kalema najčešće su indikacije za keratoplastiku u Evropi, dok je pseudofakna keratopathia bullosa na trećem mestu (Tab. 1)^{1,5,10,21}. Objasnjenje se zasniva na činjenici da se zbog nedostatka donorskog materijala prednost daje pacijentima sa najboljim izgledima za uspeh keratoplastike, ali i veće prevalencije keratokonusa u ovim geografskim područjima^{10,11}. Imajući u vidu povećan interes za duboku lamelarnu keratoplastiku može se očekivati opadanje postojećeg trenda. Rekeratoplastika usled „propadanja“ kalema druga je najčešća indikacija za PKP sa rastućim trendom. Međutim, uvođenjem novih hirurških tehnika kao što je zadnja lamelarna i endotelijalna keratoplastika, indikacije za keratoplastiku mogle bi da se promene u referentnim kornealnim institucijama u narednom periodu¹.

Pokazalo se da postoje razlike u pogledu indikacija za keratoplastiku u razvijenim zemljama u odnosu na zemlje u razvoju. Kornealno stromalno ožiljavanje predstavlja najčešću indikaciju za keratoplastiku u zemljama u razvoju, potom slede akutni infektivni keratitisi, zamućen kalem, afakna keratopathia bullosa, kornealne distrofije i keratokonus (Tab. 1)^{3,20,23}. Među

ožiljcima dominiraju sanirani infektivni keratitisi. Kasno postavljanje dijagnoze, neadekvatna terapija i ne-sprovođenje standardnih protokola kod kornealnih infekcija, glavni su razlog za visok procenat kornealnih ožiljaka posle infektivnih keratitisa. Kao drugi razlog navodi se veća prevalencija mikotičnih keratitisa u ovim geografskim područjima²⁰. (Tab.1).

Tabela 1. Indikacije za KPP u različitim studijama

	Propao grafit (failed graft)	PKB/AKB	Keratokonus	Fuchs-ova distrof.	Stromalni ožiljci	Drugo	Svega
Kang²							
SAD							
1980-1981	10.8%	19.4%	20.6	13.4%	15.6%	7.6%	33.8%
1990-1991	19.0%	5	8.2%	13.0%	8.9%	30.0%	316
2000-2001	27.0%	16.7%	11.8%	23.8%	10.7%	12.0%	374
Cosar²							
SAD							
1996-2000	18.1%	27.2%	15.4%	15.2%	7.8%	24.1%	1529
Dobbins⁴							
SAD							
1982-1996	8.9%	31.5%	11.4%	23.2%	11.2%	13.8%	4217
Fasolo⁵							
Italija							
2001-2004	14.1%	13.8%	46.9%	3.6%	2.9%	/	4415
Al-Yusuf¹							
GB							
1980-1999	40.9%	7.6%	15%	9.3%	/	7.6%	784
Legouis¹⁰							
Francuska							
1991-2005	9.9%	9.9%	28.8%	9.4%	7.7%	-	3736
Sony²⁰							
Indija							
1994-2003	11.5%	13.4%	2.37%	0.45%	38.03%	Akutni Keratit 28.3%	2022

U periodu od juna 2001. do juna 2006. godine, u našoj ustanovi, urađeno je 200 perforativnih keratoplastika (Graf. 1). Najčešća indikacija za PKP je stromalno ožiljavanje rožnjače, 44.6% (Tab. 2). Dominiraju post-herpetični stromalni ožiljci, 30.9%, (Sl.1) i povrede, 30.0%. (Graf.1, Tab.2).

Tabela 2. Indikacije za optičku KPP na Institutu za očne bolesti u Beogradu u periodu od 2001. do 2006. godine.

STROMALNI O ILLJCI	56 (30.9%)
• POSTHERPETIČNI	44.6%
• POVREDE	30.0%
Keratokonus	42 (23.2%)
Keratopatija buloza	28 (15.5%)
Distrofije	27 (14.5%)
• makularna	90%
Fuchs-ova distrofija	16 (8.8%)
Propadanje grafta (Graft failure)	13 (7.1%)

U većini studija navodi se opadajući trend herpetičnih keratitisa tokom poslednjih deset godina, koji možda odražava bolje medikamentozno lečenje herpetičnog keratitisa upotrebom aciklovira^{10,21}, ali i veću selekciju pacijenata sa navedenom primarnom dijagnozom za rekeratoplastiku¹ (Sl.1).

Terapijska keratoplastika

Terapijska keratoplastika je hirurška intervencija čiji je primarni cilj (1) rešavanje infektivnog/inflamatornog keratitisa koji je rezistentan na uobičajenu medikamentnu terapiju i/ili (2) uspostavljanje strukturnog integriteta oka (tektonska keratoplastika). Najčešće su prisutne obe indikacije. Za razliku od optičke, akutna rehabilitacija vida ovde je od sekundarnog značaja i može se postići u narednim fazama lečenja u bolje kontrolisanim uslovima. Terapijska keratoplastika indikovana je u sledećim situacijama:

- a) inflamatorni/infektivni keratitis progredira uz maksimalnu medikamentnu terapiju;
- b) infektivni proces ima tendenciju da zahvati skleru;
- c) preteća ili aktuelna perforacija rožnjače.

Terapijska keratoplastika pruža mogućnost hirurškog debridmana infektivnog procesa. Njen cilj je

- (1) kompletno odstranjenje infektivnog inokuluma ili redukcija na nivo na kom egzogeni antiinfektivni/antiinflamatorni agensi sa endogenim odbrambenim mehanizmima postaju efikasni i
- (2) uspostavljanje strukturnog integriteta oka (tektonska keratoplastika)

Bakterijski keratitisi

Većina adekvatno lečenih bakterijskih keratitisa dobro reaguje na primenjenu medikamentnu terapiju s obzirom na specifične antibiotike koji su nam na raspolaganju. Međutim, usled odlaganja odgovarajuće terapije infektivni proces brzo progredira do perforacije rožnjače. Zahvaljujući produkciji kolagenaza, pseudomonas aeruginosa u stanju je da razvije perforaciju rožnjače za 24 do 48h. Takođe, perforacija rožnjače može da nastane i nakon resorpcije infiltrata u toku konzervativnog lečenja. Izuzetak predstavlja infektivna kristalinska keratopatija i mycobacterium keratitis koji ne reaguju na medikamentnu terapiju. Infektivnu kristalinsku keratopatiju najčešće izaziva alfa hemolitički streptokok, ali i druge bakterije, gljivice (kandida) i virusi. Obično se javlja nakon kornealnih operacija i progredira sve dok se ne uradi keratoplastika.

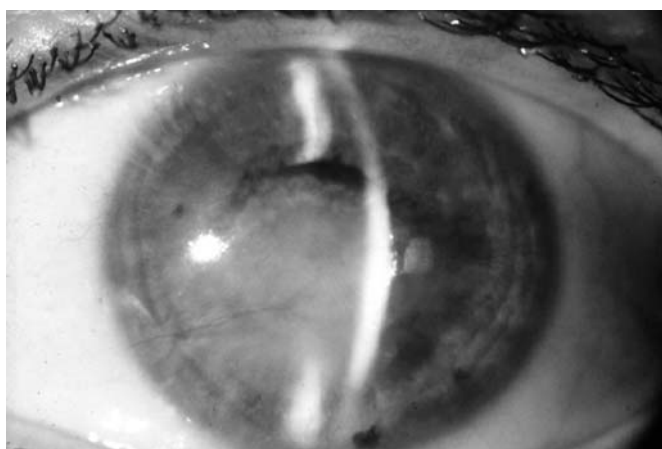
Mikotični keratitisi

Terapijska keratoplastika najčešće je indikovana kod mikotičnih keratitisa obzirom na neefikasnost medikamentne terapije u 20 do 29% slučajeva⁷.

Akantameba keratitisi

Indikacije za penetrantnu keratoplastiku kod akantameba keratitisa promenile su se u proteklom periodu kako se medikamentnom terapijom postizao veći uspeh. Operacija je indikovana kod nekontrolisane infekcije sa širenjem na skleru i pretećom perforacijom.

Grafikon 1: Indikacije za KPP na Institutu za očne bolesti u periodu od 2001 do 2006 g.



Slika 1: Postherpetični leukom rožnjače

Nekontrolisane, progresivne infekcije posledica su kasno postavljene dijagnoze, neadekvatne terapije ili rezistencije. Acanthamoeba keratitis je u porastu, a nošenje kontaktnih sočiva predstavlja najveći rizik (1:10000). Većina komercijalno dostupnih sredstava za dezinfekciju sočiva neefikasna su za akantamebu. Najbolja prevencija infekcije postiže se nošenjem jednodnevnih kontaktnih sočiva⁸.

Herpetični keratitis

Rezidualno stromalno ožiljavanje rožnjače nakon herpetičnog keratitisa najčešća je indikacija za keratoplastiku. Terapijska odnosno tektionska keratoplastika indikovana je kod formiranja descemetokele ili perforacije rožnjače u sklopu nekrotičnog stromalnog keratitisa. Primena kombinovane profilaktičke antivirusne terapije i kortikosteroida značajno povećava uspeh keratoplastike na inflamiranom oku kod HSV keratitisa. Takođe, pojedinačne kornealne suture i pravovremena ekstrakcija labavih dodatno smanjuje rizik od recidiva.

Povećan rizik od pratećeg endoftalmitisa postoji kod mikotičnog keratitisa, perforacije rožnjače i prethodno operisane katarakte. Pre terapijske keratoplastike, pacijenti se tretiraju odgovarajućom lokalnom i sistemskom terapijom prema uzroku infekcije. Cilj ope-

racije je da se odstrani nekrotično ili infektivno tkivo tokom trepanacije, a ukoliko je moguće i 1mm zdravog kornealnog tkiva. Oslobađanjem perifernih prednjih sinehija smanjuje se rizik za pojavu sekundarnog glaukoma u postoperativnom toku. Sočivo predstavlja efikasnu barijeru koja sprečava širenje infekcije u vitreus, pa operaciju katarakte treba odložiti. Priprema donorske rožnjače uvek se obavlja nakon trepanacije domaćina, obzirom da je nekada potreban veći donorski kalem zbog nekrotičnih ivica i dodatnog proširivanja otvora trepanacije. Kalem se ušiva pojedinačnim suturama.

Ishod terapijske keratoplastike analizira se na osnovu:

- (1) eradikacije infekcije,
- (2) providnosti kalema i
- (3) funkcionalnog ishoda.

Uspeh terapijske keratoplastike zavisi od uzroka infekcije, virulencije infektivnog agensa i njegove osetljivosti na terapiju, faze bolesti u kojoj se izvodi operacija, veličine kalema, stepena inflamacije i postoperativne terapije. Najbolju prognozu za PKP imaju stromalni ožiljci nakon sanacije infekcije i inflamacije.

Tektionska keratoplastika

Primarni cilj tektionske keratoplastike je uspostavljanje normalnog anatomskog integriteta, uključujući ekstremna istanjenja rožnjače, perforacije i traumatski gubitak tkiva.

Najčešći uzrok perforacije rožnjače je infekcija (bakterijska, gljivična, virusna), koja se navodi kod 24–55 % svih perforacija¹⁷. Oštećenje nastaje kombinacijom direktne invazije mikroorganizama i još značajnije hemotakse leukocita domaćina sa oslobađanjem kolagenaza i pojavom kornealnog ulkusa. Virusni keratitisi (HSV i HZV) mogu da razviju perforaciju usled recidiva ulceroznog keratitisa, perzistentnog defekta i neurotrofične keratopatije. Zbog sporije progresije, mikotični keratitisi su ređe praćeni perforacijom rožnjače.

Inflamatorna stanja kao što su kolagenoze, Wegenerova granulomatoza i Mooren-ov ulkus često se manifestuju pojavom perifernog, a nekada i centralnog ulceroznog keratitisa. Lokalna upotreba steroida obično pogoršava ili inicira stromalni melting u navedenim oboljenjima, mada perforacija rožnjače može da se javi i spontano.

Povrede različite etiologije (hemijske, termičke, hirurške, penetrantne), suvo oko (Sjögren-ov sindrom, Stevens-Johnson sindrom, okularni cikatricijalni pemfigoid) i ekspanzivna keratopatija (paraliza facijalisa, ektropion, tiroidna oftalmopatija), takođe su mogući uzroci perforacije rožnjače. Kod odsutne prednje komore, intervencija je indikovana tokom prvih 24 do 48h da bi se izbegle trajne periferne sinehije. Tkivni lepak, izobutil-2-cianoakrilat, koristi se za manje perforacije, prečnika 1–2 mm u nivou m. Desemeti. Veće perforaci-

je, koje ne mogu da se reše primenom lepka ili je ona bila neuspešna, najčešće se tretiraju perforativnom tektonskom keratoplastikom.

Kozmetska keratoplastika

Primarni cilj kozmetske keratoplastike je postizanje normalnog izgleda oka sa ograničenim vidnim potencijalom. Transplantacija rožnjače iz kozmetskih razloga veoma je retka s obzirom da se zadovoljavajući estetski rezultati postižu primenom kozmetskih i protetskih kontaktnih sočiva.

Lamelarna keratoplastika

Lamelarna keratoplastika (LKP) podrazumeva postavljanje donorskog kalema parcijalne debljine u ležište na rožnjači domaćina pripremljeno lamelarnom disekcijom. Kriterijumi za lamelarnu keratoplastiku podrazumevaju relativno zdravu površinu oka, adekvatnu funkciju endotela i nezahvaćenu m. Descemeti. Idealnu populaciju pacijenata čine mlade aktivne osobe, deca, monokulusi, pacijenti koji loše saraduju ili su visoko rizični za odbacivanje kalema. LKP pruža prednosti ekstraokularne operacije kojom su izbegnute potencijalne komplikacije, ekspulzivna hemoragija, endoftalmitis, glaukom i razvoj katarakte. Tehnički teže izvođenje operacije i nešto manja vidna oština u poređenju sa PKP glavni je nedostatak LKP.

Indikacije za optičku LKP obuhvataju keratokonus i druge kornealne ektazije, stromalne distrofije i degeneracije koje ne zahvataju m. Descemeti, leukome kod nepenetrantnih povreda ili posle saniranih infektivnih keratitisa, hirurški uslovljene abnormalnosti nakon refrakcionih operacija.

Tektonska LKP indikovana je u rehabilitaciji kornealnih istanjenja kao što su Terrien-ova marginalna degeneracija, Mooren-ov ulkus, periferni ulcerozni procesi sa istanjenjem rožnjače imunološke etiologije ili uspostavljanje normalnog anatomskog integriteta posle hirurških ekscizija dermoida, pterigijuma ili neoplazmi.

Hirurška tehnika podrazumeva inicijalnu anularnu keratotomiju dubine od 0.3 do 0.4 mm od epitelne površine, a potom lamelarnu disekciju u jednoj lamelarnoj ravni u posteriornoj trećini strome. Vidnu oštrinu nakon LKP može da ograničava iregularna disekcija donorskog kalema i ležišta na rožnjači domaćina, zadržavanje debria u kontaktnoj površini ili mehanički nabori zadnjeg sloja u vidnoj osovini.

Duboka prednja lamelarna keratoplastika

Perforativna keratoplastika ima relativno visoku stopu uspeha u poređenju sa transplantacijom drugih tkiva. Međutim, imunološko odbacivanje kalema ne može se zanemariti naročito kod pacijenata sa vaskularizovanom

rožnjačom i visokim rizikom za rekeratoplastiku. Dubokom prednjom lamelarnom keratoplastikom (DLKP) izbegnut je rizik odbacivanja endotela, a postižu se optički rezultati uporedivi sa PKP. Za mnoge hirurge to još uvek nije operacija izbora obzirom da je teža za izvođenje i duže traje u poređenju sa PKP. S druge strane, novije hirurške tehnike bazirane na primeni vazduha i viskoelastika u ekspoziciji Descemetove membrane redukuju hirurško vreme i povećavaju bezbednost operacije¹⁹.

Jedina apsolutna kontraindikacija za DLKP je keratopathia bullosa. Najčešća indikacija je keratokonus i to su pacijenti koji imaju najveću korist od čuvanja sopstvenog zdravog endotela. Poređenjem rezultata DLKP i PKP kod keratokonusa dobijeni su slični rezultati u obe grupe²². Većina hereditarnih distrofija, uključujući Avellino, granularnu i amiloidnu distrofiju predstavljaju dobre indikacije za DLKP. Oboljenja površine oka sa deficitom limbalnih stem ćelija kao što su Stevens-Johnson-ov sindrom, okularni cikatricijalni pemfigoid i hemijske/termičke povrede često su praćena stromalnim opacitatima koji mogu da budu uzrok loše vidne oštine posle rekonstrukcije površine oka i limbalne transplantacije. Imajući u vidu visoku stopu odbacivanja kod pacijenata sa limbalnom transplantacijom i simultanom ili sekundarnom PKP, DLKP je preferencijalna opcija za stromalne opacitate kod navedenih pacijenata¹⁹.

Posteriorna lamelarna keratoplastika

Posteriorna lamelarna keratoplastika (PLK) podrazumeva transplantaciju kornealnog endotela i bešavno postavljanje posteriornog lamelnog kalema kroz skleralnu inciziju. Najčešće indikacije su Fuchs-ova distrofija, keratopathia bullosa i „propadanje“ kalema usled dekompenzacije endotela.

Mogu se izdvojiti tri osnovne tehnike¹²:

1. PLK kroz skleralnu inciziju od 9 mm i inserciju donorskog kalema prečnika 7.5 mm. Ovu tehniku prvi je opisao Gerrit Melles 1998. godine¹³, a postala je popularna pod nazivom DLEK (Deep lamellar endothelial keratoplasty).

2. PLK kroz skleralnu inciziju od 5 mm i inserciju savijenog donorskog kalema prečnika 5.0 mm¹⁴. Ova tehnika poznata je kao DLEK sa malom incizijom.

3. PLK sa skidanjem Descemetove membrane i insercijom savijenog donorskog kalema od 9.0 mm, DSEK (Descemet-stripping endothelial keratoplasty)¹⁵ ili DSAEK (Descemet-stripping automated endothelial keratoplasty), ako se se u preparaciji donorskog tkiva koristi mikrokeratotom.

U poređenju sa perforativnom keratoplastikom, navedene tehnike praćene su minimalnim promenama u refrakciji transplantirane rožnjače, eliminisane su kom-

plikacije vezane za suture i poznu dehiscenciju rane i postiže se brža rehabilitacija vida. Određena ograničenja u pogledu konačne vidne oštine kod DLEK—a posledica su iregularnosti na dodirnoj površini kalema i ležišta domaćina. DSEK pruža glatku površinu ležišta domaćina i bolju adherenciju kalema. Strukturne promene u stromi, nastale usled hroničnog edema, mogu da perzistiraju i posle transplantacije i uspostavljanja normalne funkcije endotela, što je takođe razlog niže vidne oštine u odnosu na PKP¹².

DMEK (Descemet membrane endothelial keratoplasty) predstavlja transplantaciju same m. Descemeti sa endotelom, prečnika 9.0 do 10.0 mm, kroz kornealni rez od 3.5 mm. Ovom tehnikom postiže se izuzetno glatka površina kako na donorskom tkivu tako i na ležištu domaćina. To je jedan od glavnih preduslova za brz i kompletan oporavak vida. Takođe, u odnosu na DSEK, navedena operacija opisuje se kao lakša i tehnički dostupniji za izvođenje¹⁶.

Lista čekanja za PKP

Naša lista čekanja za transplanatciju rožnjače, u septembra 2006.godine, obuhvatala je 404 pacijenta (Graf. 2). To je svakako očekivani rezultat činjenice da Srbija još uvek nema formiranu očnu banku (Tab. 3).

Tabela 3. Lista čekanja za KPP na Institutu za očne bolesti obuhvata 404 pacijenta (septembar, 2006. godine).

STROMALNI OŽILJCI	117 (29%)	
Keratopathia bullosa	89 (22%)	80.8% PKB
Keratokonus	86 (21.3%)	
Distrofije	55 (13.6%)	87.3% makularna
Fuchs-ova distrofija	41 (10.15%)	
Propadanje grafa (graft failure)	16 (3.96%)	

Literatura

- Al-Yusuf N., Mavrikakis I., Mavrikakis E., Daja S.M.: *Penetrating keratoplasty: indications over a 10 year period*. Br. J. Ophthalmol., (2004); 88:998–1001.
- Cosar C.B., Sridhar M.S., Cohen E.J., Held E.L., Alvim Pde T., Rapuano C.J. et al.: *Indications for Penetrating Keratoplasty and Associated Procedures, 1996–2000*. Cornea., (2002); 21(2):148–151.
- Chen W.L., Hu F.R., Wang I.J.: *Changing indications for penetrating keratoplasty in Taiwan from 1987 to 1999*. Cornea., (2001); 20:141–144.
- Dobbins K.R., Price F.W. Jr, Whitson W.E.: *Trends in the indications for penetrating keratoplasty in the midwestern United States*. Cornea., (2000); 19:813–816.
- Fasolo A., Frigo A.C., Bohm E., Genisi C., Rama P., Spadea L. et al.: *The CORTES Study: Corneal transplant indications and graft survival in an Italian cohort of patients*. Cornea., (2006); 25:507–515.
- Flowers C.W., Chang K.Y., McLeod S.D., Irvine J.A., McDonnell P.J., Rao N. et al.: *Changing indications for penetrating keratoplasty, 1989–1993*. Cornea., (1995); 14:583–588.
- Forster R.K., Rebell G.: *Therapeutic surgery in failures of medical treatment for fungal keratitis*. Br. J. Ophthalmol., (1975); 59:366–371.
- Hammersmith K.: *Diagnosis and management of acanthamoeba keratitis*. Current Opinion in Ophthalmology., (2006); 17:327–331.
- Kang P.C., Klintworth G.K., Kim T., Carlson A.N., Adelman R., Stinnett S. et al.: *Trends in the indications for penetrating keratoplasty*. Cornea., (2005); 24:801–803.
- Legeais J.M., Parc C., d'Hermies F., Pouliquen Y., Renard G.: *Nineteen years of penetrating keratoplasty in the Hotel-Dieu Hospital in Paris*. Cornea., (2001); 20:603–606.
- Mamalis N., Craig M.T., Coulter V.L., Lundergan M.K., Olson R.J.: *Penetrating keratoplasty 1981–1988: clinical indications and pathologic Findings*. J Cataract Refract Surg., (1991); 17:163–167.
- Melles G.R.: *Posterior lamellar keratoplasty (DLEK to DSEK to DMEK)*. Cornea., (2006); 25(8):879–881.
- Melles G.R., Eggink F.A., Lander F., Pels E., Rietveld F.J., Bekhuis W.H. et al.: *A surgical technique for posterior lamellar keratoplasty*. Cornea., (1998); 17:618–626.
- Melles G.R., Lander F., Niuewendaal C.: *Sutureless, posterior lamellar keratoplasty*. Cornea.,(2002); 21:325–327.
- Melles G.R., Wijdh R.H., Niuewendaal C.: *A technique to excise the Descemet membrane from a recipient cornea*. Cornea.,(2004); 23:286–288.
- Melles G.R., Ong T.S., Ververs B., van der Weels J.: *Descemet membrane endothelial keratoplasty (DMEK)*. Cornea., (2006); 25:987–990.
- Portnoy S.L., Insler M.S., Kaufman H.E.: *Surgical management of corneal ulceration and perforation*. Surv. Ophthalmol., (1989). 34:47–58.
- Smith R.E., McDonald H.R., Nesburn A.B., Minckler D.S. et al.: *Penetrating keratoplasty: changing indications, 1947 to 1978*. Arch Ophthalmol., (1980); 98:1226–1229.
- Shimmura S., Tsubota K.: *Deep anterior lamellar keratoplasty*. Curr. Opin. Ophthalmol., (2006); 17:349–355.
- Sony P., Sharma N., Sen S., Vajpayee R.B.: *Indications of penetrating keratoplasty in northern India*. Cornea., (2005); 24:989–991.
- Yahalom C., Mechoulam H., Solomon A., Raikup F.D., P'eer J., Frucht-Pery J.: *Forty years of changing indications in penetrating keratoplasty in Israel*. Cornea., (2005); 24:256–258.
- Watson S.L., Ramsay A., Dart J.K., Bunce C., Craig E.: *Comparison of deep lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty in patients with keratokonus*. Ophthalmology., (2004); 111:1676–1682.
- Zhang C., Xu J.: *Indications for penetrating keratoplasty in East China, 1994–2003*. Graefes Arch Clin Ophthalmol., (2005); 243:1005–1009.

Indications and types of penetrating keratoplasty

S. Stanojlović

Institute of Ophthalmology, Clinical Center of Serbia, Belgrade

Abstract

Penetrating keratoplasty (PK) is one of the most common and successful tissue transplantation worldwide. Over time, the leading indications for corneal transplantation have changed. During the 1980s and early 1990s, bullous keratopathy became the most common reason for PK followed by keratoconus and graft failure as the next most common indications in the United States. On the other hand, in Europe, keratoconus and graft failure were and have remained the major causes for PK. Corneal scarring is the leading indication for corneal transplantation in developing countries. Through further improvements in medical management and the advent of better surgical techniques for lamellar and endothelial transplantation, the indications for PK and the role of a referral corneal institution may well change over the next years.

Key words: Keratoplasty – types of keratoplasty – indications.
