

Keratokonuso gydymas vienmomente refrakcijos ydos korekcijos ir ragenos sustiprinimo operacija

Lina Socevičienė,

Simona Stech

Akių klinika „Lirema“,
Verkių g. 34,
LT-08221 Vilnius, Lietuva

Darbo tikslas. Analizuoti regėjimo ir ragenų pakitimus po vienmomentės kombinuotos operacijos – dalinės refrakcijos ydos korekcijos eksimeriniu lazeriu (*photorefractive keratectomy*, PRK) ir ragenos sustiprinimo procedūros (*corneal crosslinking*, CXL). Toks gydymas taikomas keratokonusu sergantiems pacientams siekiant pagerinti regėjimą ir sustabdyti ligos progresavimą.

Tyrimo medžiaga ir metodai. Stebėjome 24 tokiu būdu operuotas keratokonusu sergančių pacientų akis. 24 atvejais analizuoti pusės metų pooperacinio sekimo duomenys, 16 – vienerių metų. Palyginamosios analizės būdu vertintas nekoreguoto ir geriausio koreguoto regėjimo aštrumo pasikeitimas prieš operaciją, po pusės metų ir praėjus metams po operacijos. Ligos stabilizavimas vertintas lyginant regėjimo aštrumą (nekoreguotą ir koreguotą) ir maksimalios keratometrijos reikšmę praėjus pusei metų ir metams po operacijos.

Rezultatai. Vidutinis kombinuota vienmomente operacija gydytų pacientų amžius $27,14 \pm 4,41$ (min 20, max 37 metai). Gydytų keratokonusu sergančių pacientų akių ligos stadijos (pagal Amsler-Krumeich klasifikaciją): pirmoji stadija – 7 akys (29 %), antroji – 13 akių (54 %), trečioji – 4 akys (17 %). Šia operacija negydytas nė vienas ketvirtosios stadijos atvejis.

Nustatytas statistiškai patikimas nekoreguoto regėjimo aštrumo pokytis stebėjimo laikotarpiais (prieš operaciją – $0,3 \pm 0,17$; pusė metų po operacijos – $0,75 \pm 0,23$; metai po operacijos – $0,71 \pm 0,23$; Friedmano kriterijus = 28,84, lls = 2, $p < 0,001$): statistiškai patikimas skirtumas, palyginti pirmąjį vizitą su apsilankymu po 6 mėn. bei po metų (abiem atvejais $p < 0,001$), statistiškai patikimai stabilu lyginant vizitus po 6 mėn. ir po metų ($p = 0,650$). Taip pat nustatytas statistiškai patikimas geriausio koreguoto regėjimo aštrumo pokytis stebėjimo laikotarpiais (prieš operaciją – $0,62 \pm 0,22$; pusė metų po operacijos – $0,83 \pm 0,16$; metai po operacijos – $0,84 \pm 0,15$; Friedmano kriterijus = 21,11, lls = 2, $p < 0,001$): statistiškai patikimas skirtumas tarp pirmojo ir antrojo bei pirmojo ir trečiojo vizitų (atitinkamai $p = 0,006$ ir $p = 0,001$), statistiškai patikimai stabilu tarp antrojo ir trečiojo vizitų ($p = 0,625$).

Nustatytas statistiškai patikimas maksimalios keratometrijos reikšmės (K_{max}) pokytis stebėjimo laikotarpiais (prieš operaciją – $50,37 \pm 2,65$; pusė metų po operacijos – $47,48 \pm 2,41$; metai po operacijos – $47,58 \pm 2,39$; Friedmano kriterijus = 26,98, lls = 2, $p < 0,001$): statistiškai patikimas skirtumas tarp pirmojo ir antrojo bei pirmojo ir trečiojo vizitų (abiem atvejais

$p < 0,001$), statistiškai patikimai stabilu tarp antrojo ir trečiojo apsilankymo ($p = 0,983$).

Nepastebėta jokių nepageidaujamų su ragenos vienmomente kombinuota operacija susijusių reiškinių ar komplikacijų.

Išvados. Kombinuota vienmomentė operacija išsaugo ir pagerina prieš operaciją buvusį regėjimo aštrumą, leidžia lengviau ir tiksliau parinkti keratokonuso sukeltos refrakcijos ydos korekciją, suplokština, normalizuoja centrinę optinę ragenos zoną, sustabdo keratokonuso progresavimą. Ši procedūra sumažina kiaurinės ragenos transplantacijos būtinybę. Reikalingas tolesnis pacientų stebėjimas vertinant šio gydymo ilgalaikį efektą ir saugumą.

Raktažodžiai: keratokonusas, fotorefrakcinė keratektomija (PRK), ragenos sustiprinimas (CXL), regėjimo aštrumas, keratometrija

ĮVADAS

Keratokonusas – tai degeneracinė akių liga, kuriai būdingi struktūriniai ragenos audinio pokyčiai, sukelti progresuojantį ragenos plonėjimą ir jos formos kitimą. Tolygiai sferiškai išgaubta rageną igauna kūgio formą. Dėl to atsiranda sunkiai koreguojama refrakcijos yda, sutrinka rega (1).

Keratokonuso sukeltam regėjimo sutrikimui gydyti ilgą laiką buvo ir šiuo metu yra naudojami kieti kontaktiniai lęšiai. Tačiau ligai progresuojant, pasiekus galutines stadijas, lieka vienintelis galimas gydymas – ragenos persodinimas. Remiantis gyd. T. Seiler, E. Spoerl, G. Wollensak tyrimu ir sukurta metodika, nuo 1998 m. pasaulinėje praktikoje taikomas keratokonuso gydymo metodas – ragenos sustiprinimo procedūra (*corneal crosslinking*, CXL). Ši operacija biomechanškai sustiprina rageną, stabilizuoja jos formą, sustabdo keratokonuso progresavimą. Tačiau tai nepagerina regėjimo (2, 3). Pradedamos taikyti ligos deformuotas ragenas normalizuojančios operacijos – intrarageninių žiedų segmentų implantavimas, fotorefrakcinė keratektomija eksimeriniu lazeriu (PRK). Šios operacijos kombinuojamos su CXL procedūra (4–8).

Akių klinikoje „Lirema“ ragenos sustiprinimo procedūra atliekama nuo 2008 metų. Atlikus analizę nustatyta, kad visiems gydytiems pacientams keratokonuso progresavimas sustojo, liga stabilizavosi. Tačiau tai neturėjo jokios įtakos regėjimo

pagerėjimui arba regėjimas pagerėjo nežymiai (9). Keratokonusu sergantys pacientai po chirurginio akių gydymo tikisi juntamo rezultato, t. y. geresnio regėjimo (10).

Siekiant ne tik sustabdyti ligą, bet ir pagerinti operuojamų pacientų regėjimą, nuo 2010 m. akių klinikoje „Lirema“ pradėtas taikyti kombinuotas gydymo būdas – vienmomentė refrakcijos ydos korekcijos ir ragenos sustiprinimo operacija. Eksimeriniu lazeriu atliekama paviršinės abliacijos procedūra, t. y. fotorefrakcinė keratektomija (PRK), koreguojama dalis refrakcijos ydos. Kadangi keratokonusu sergančios ragenos yra plonos, refrakcijos ydos – aukšto laipsnio, pilna korekcija eksimeriniu lazeriu neįmanoma. Todėl šio operacijos etapo tikslas – normalizuoti ragenos paviršių, maksimaliai išlyginti centrinę optinę zoną. Tai pagerina regėjimą arba padidina galimybę koreguoti keratokonuso sukeltą refrakcijos ydą akiniais arba kontaktiniais lęšiais. Iš karto po to atliekamas ragenos stiprinimas (11–13).

Šio darbo tikslas – analizuoti vienmomentės kombinuotos operacijos efektą pacientams, sergantiems keratokonusu. Vertinamas ligos stabilizavimas ir regėjimo aštrumo išsaugojimas arba pagerinimas.

TYRIMO MEDŽIAGA IR METODAI

Perspektyvusis stebėsenos tyrimas atliktas akių klinikoje „Lirema“. Stebėti pacientai, kuriems,

remiantis anamneze bei klinikiniais tyrimais, diagnozuotas progresuojantis keratokonusas ir taikytas chirurginis gydymas vienmomente kombinuota dalinės refrakcijos ydos korekcijos ir ragenos sustiprinimo operacija. Operacija atlikta pagal Atėnų protokolą: eksimeriniu lazeriu fototerapinės keratektomijos būdu (PTK) pašalintas epitelis centrinėje 6,5 mm ragenos zonoje, fotorefrakcinės keratektomijos būdu (PRK) atlikta maksimaliai įmanoma dalies refrakcijos ydos korekcija (atliekant ne gilesnę kaip 50 μm abliaciją), po to iš karto atlikta CXL (11, 12). Šio gydymo maksimalus efektas dėl pasikeitusio regėjimo ir ragenos formos (keratometrijos) išryškėja ne anksčiau kaip praėjus keturiems ar šešiams mėnesiams po operacijos. Ar keratokonusas neprogresuoja, rodo stabilus regėjimo aštrumas ir nesikeičianti ragenos forma, t. y. stabili K_{max} (kiekvieno vėlesnio atliekamo tyrimo metu).

Prieš operaciją kiekvienam pacientui tirtas geriausias nekoreguotas ir geriausias koreguotas regėjimo aštrumas (5 metrų atstumu naudojant Snellen'o optotipus, vertinant dešimtainėje sistemoje nuo 0,1 iki 1,0). Atlikta akies priekinio segmento tomografija (Pentacam) – šiuo tyrimu nustatyta ragenos storis ploniausiame ragenos taške ir didžiausia ragenos laužiamosios gebos (K_{max}) reikšmė. Tokie pat tyrimai atlikti praėjus pusei ir metams po operacijos.

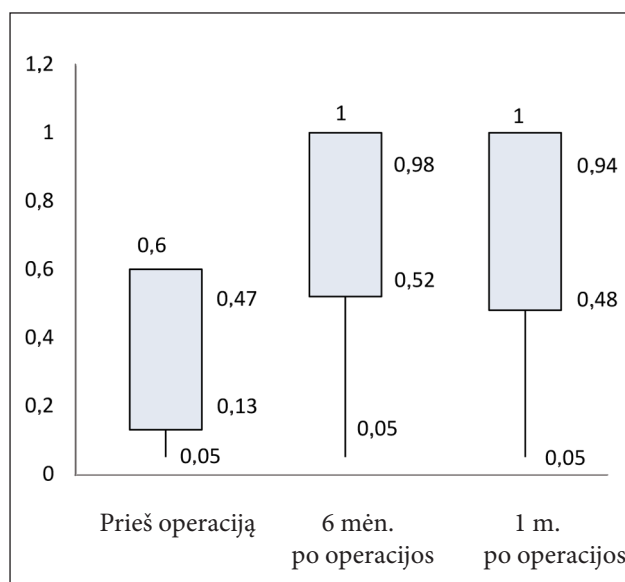
Vertinant operacijos efektą dėl pasikeitusio regėjimo lygintas geriausias nekoreguotas ir geriausias koreguotas regėjimo aštrumas prieš operaciją ir po šešių mėnesių bei praėjus metams po operacijos. Rezultato stabilumas vertintas lyginant K_{max} reikšmę praėjus pusei metų ir metams po operacijos.

Duomenys analizuoti SPSS 17.0 versija ir statistiniu R paketu (<http://www.r-project.org/>). Rodiklių rezultatams stebėjimo laikotarpiu palyginti naudotas Friedmano kriterijus kelioms priklausomoms imtims ir daugkartiniai palyginimai (*post hoc*) nustatyti laikotarpiais, kai rodiklių skirtumas statistiškai patikimas. Pasirinktas reikšmingumo lygmuo 0,05.

REZULTATAI

Analizavome 24-ias 21 paciento akis. Trims pacientams atlikta abiejų akių operacija. 24 atvejais analizuoti pusės metų pooperacinio sekimo duomenys, 16 – vienu metų. Operuotos 6 moterys ir 15 vyrų. Pacientų amžiaus vidurkis – $27,14 \pm 4,41$ metai (min 20, max 37). Dažniausia tokiu būdu gydyti antrosios stadijos (pagal Amsler-Krumeich klasifikaciją) keratokonusu sergantys pacientai – 13 akių (54 %), 7 akys (29 %) – pirmosios stadijos, 4 akys (17 %) – trečiosios stadijos.

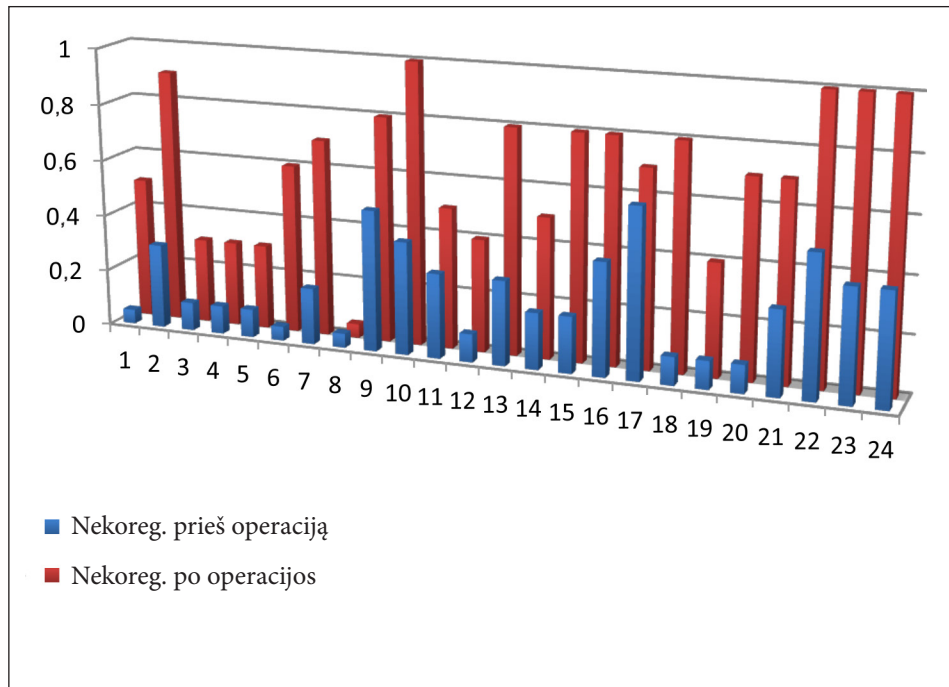
Vidutinis nekoreguotas regėjimo aštrumas vertintas šiais laikotarpiais: pirmas – prieš operaciją, antras – pusė metų po operacijos, trečias – metai po operacijos. Rezultatai atitinkamai: I – $0,3 \pm 0,17$ (nuo 0,05 iki 0,60), II – $0,75 \pm 0,23$ (nuo 0,05 iki 1,0), III – $0,71 \pm 0,23$ (nuo 0,05 iki 1,0) (1 pav.). Nustatytas statistiškai patikimas regėjimo aštrumo pagerėjimas lyginant pirmojo vizito rezultatą su rezultatu po 6 mėn. ir po metų (abiem atvejais $p < 0,001$) ir statistiškai patikimai stabilu lyginant po 6 mėn. ir po metų ($p = 0,650$).



1 pav. Vidutinis nekoreguotas regėjimo aštrumas stebėjimo laikotarpiais

Rezultatų analizė kiekvienos operuotos akies atveju parodė, kad praėjus pusei metų po kombinuotos operacijos 23 atvejais iš 24 (95,8 %) nekoreguotas regėjimo aštrumas po operacijos pagerėjo (2 pav.).

Apibendrinant nekoreguoto regėjimo aštrumo kitimą nustatyta, kad vienu atveju nekoreguotas regėjimo aštrumas nepakito (4,2 %), vienu atveju pagerėjo viena eilute (4,2 %), dviem atvejais – po

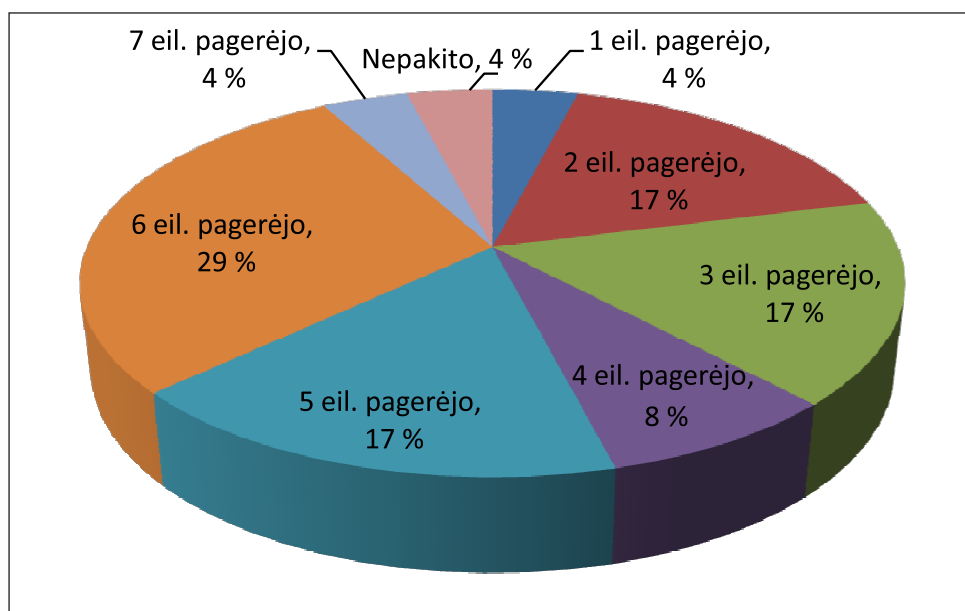


2 pav. Nekoreguotas regėjimo aštrumas prieš ir po operacijos kiekvienu atveju

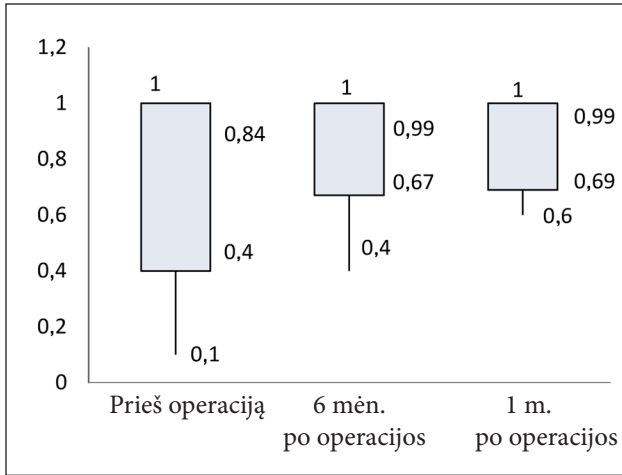
operacijos pagerėjo keturiomis eilutėmis (8,4 %). Dviem, trimis ir penkiomis eilutėmis pagerėjo grupėms po keturis pacientus (po 16,7 %), septyni atvejai – regėjimas pagerėjo šešiomis eilutėmis (29,4 %), o vienam pacientui regėjimas pagerėjo septyniomis eilutėmis (4,2 %) (3 pav.).

Koreguoto regėjimo aštrumo vidurkis kiekvienu tirtuoju laikotarpiu: I – $0,62 \pm 0,22$ (nuo 0,1 iki 1,0), II – $0,83 \pm 0,16$ (nuo 0,4 iki 1,0), III – $0,84 \pm 0,15$ (nuo 0,6 iki 1,0) (4 pav.).

Vertinant geriausią koreguotą regėjimo aštrumą kiekvienu atveju atskirai prieš operaciją ir pusė



3 pav. Nekoreguoto regėjimo aštrumo dinamika po kombinuotos operacijos



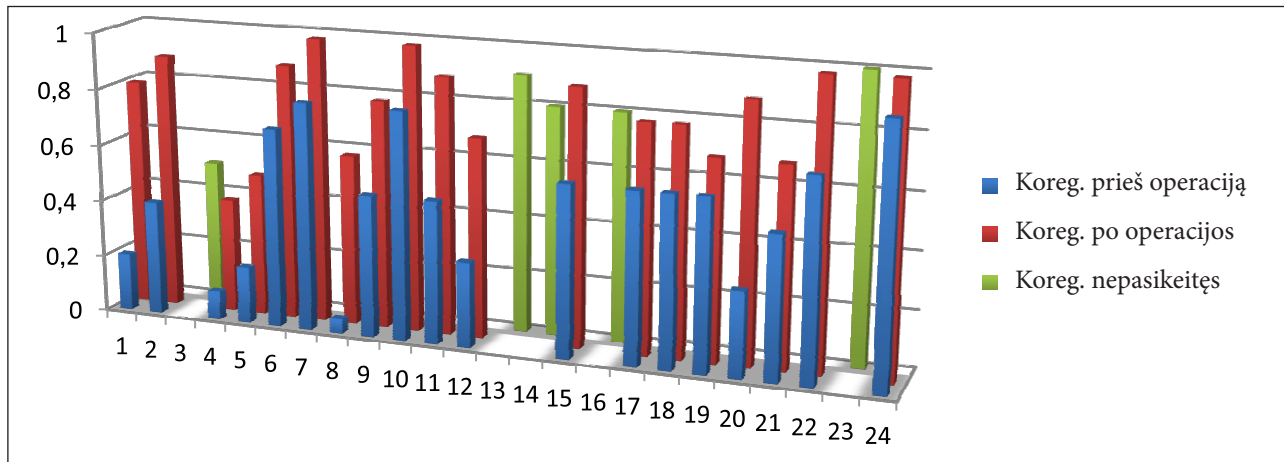
4 pav. Vidutinis koreguotas regėjimo aštrumas stebėjimo laikotarpiais

metų po operacijos pagerėjimas nustatytas 19 kombinuota operacija gydytų akių (79,2 %) (5 pav.).

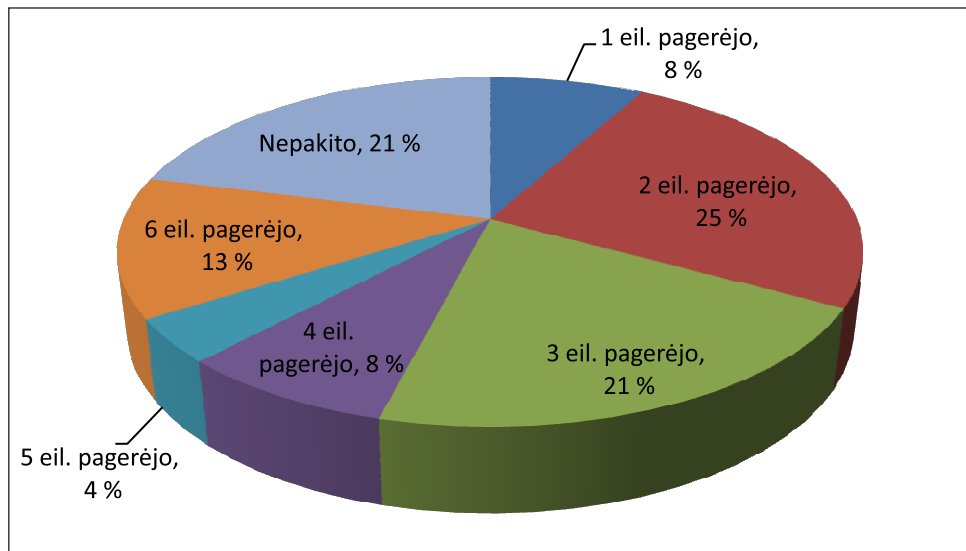
Penki atvejai – koreguotas regėjimo aštrumas nekito (20,8 %), du atvejai – pagerėjo viena eilute (8,3 %), šeši – dviem eilutėmis (25 %), penki – trimis eilutėmis (20,8 %), du – keturiomis eilutėmis (8,3 %), vienas atvejis – penkiomis eilutėmis (4,2 %), trys atvejai – šešiomis eilutėmis (12,5 %) (6 pav.).

Vertinant pooperacinę riziką regėjimui paaiškėjo, kad tokiu būdu operuotos akys neprarado nė vienos eilutės nekoreguoto ir nė vienos eilutės geriausio koreguoto matymo.

Nustatytas statistiškai patikimas vidutinės maksimalios keratometrijos reikšmės (K_{max}) pokytis stebėjimo laikotarpiais (prieš operaciją – $50,37D \pm 2,65D$; pusė metų po operacijos –

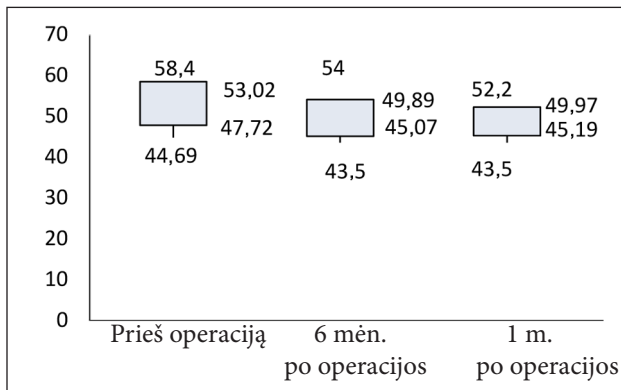


5 pav. Koreguotas regėjimo aštrumas prieš ir po kombinuotos operacijos kiekvienu atveju



6 pav. Geriausio koreguoto regėjimo aštrumo dinamika po kombinuotos operacijos

47,48D \pm 2,41D; metai po operacijos – 47,58D \pm 2,39D; Friedmano kriterijus = 26,98, IIs = 2, $p < 0,001$): sumažėjo lyginant pirmojo ir antrojo bei pirmojo ir trečiojo vizitų rezultatus (abiem atvejais $p < 0,001$) ir išliko stabilus lyginant antrojo ir trečiojo vizitų rezultatus ($p = 0,983$) (7 pav.)



7 pav. Vidutinė K_{max} stebėjimo laikotarpiais

Vertinant kiekvieną atvejį atskirai, iš visų 24 turimų pusmečio rezultatų K_{max} po keturis atvejus (16,7 %) nekito, sumažėjo 1D, 2D, 4D ir 5D; trimis atvejais (12,5 %) sumažėjo 3D; vienu atveju (4,2 %) sumažėjo 6D (8 pav.).

Po metų 16 rezultatų parodė, kad lyginant antrojo ir trečiojo vizitų K_{max} išliko stabilus 13 atvejų (81,25 %), sumažėjo dar 1D dviem atvejais (12,5 %),

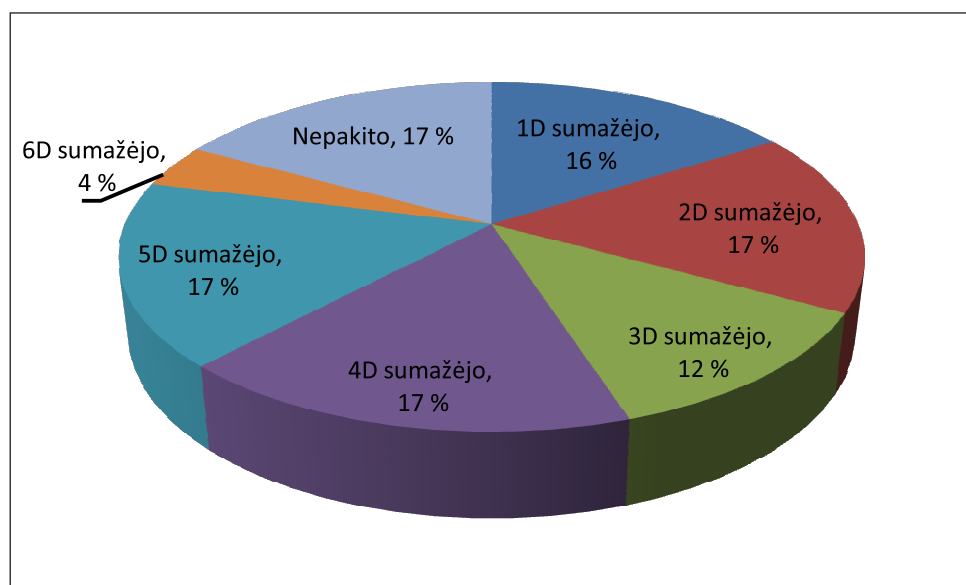
dviem atvejais padidėjo 1D (12,5 %). Reikalingas tolesnis kombinuota operacija gydytų pacientų stebėjimas, kad patvirtintume ligos stabilizavimą ilgesnį laikotarpį.

APTARIMAS

Ragenos sustiprinimo operacija iš esmės pakeitė keratokonusus sergančių pacientų gydymą. Vis dėlto pirminis šios operacijos tikslas yra ligos sustabdymas, bet ne regėjimo pagerinimas.

Kieti kontaktiniai lęšiai dažnu atveju pagerina keratokonusus sergančių akių regėjimą, tačiau didelė dalis pacientų juos sunkiai toleruoja, gali naudoti tik ribotą laiką arba iš viso netoleruoja ir negali naudoti (14). Dar viena galimybė pagerinti keratokonusus sergančių pacientų regėjimą yra ragenos persodinimo operacija. Tačiau dėl donorinės ragenos trūkumo tokios operacijos prieinamumas mūsų šalyje yra ribotas. Atlikus ragenos persodinimą, laukia ilgas reabilitacinis laikotarpis, nemaža ankstyvųjų ir vėlyvųjų pooperacinių komplikacijų tikimybė, galimybė pakankamai pagerinti regėjimą – nedidelė (15).

Siekiant ne tik sustabdyti keratokonusus progresavimą, bet saugiai ir efektyviai pagerinti šia liga sergančių pacientų regėjimą, ieškoma naujų gydymo būdų. Ragenos sustiprinimo operacija kombinuojama su kitais ragenos formą veikiančiais, refrakcijos ydas koreguojančiais gydymo būdais, t. y. intrarageninių žiedų segmentų



8 pav. K_{max} kitimas praėjus pusei metų po kombinuotos operacijos

implantavimas, paviršinė fototerapinė keratektomija eksimeriniu lazeriu (PRK).

Apžvelgėme kombinuota vienmomente operacija gydytų keratokonuso sergančių pacientų akių rezultatus. Tai vienu metu atliktos PRK, koreguojančios refrakcijos ydą, ir iš karto po jos CXL, sustabdančios ligos progresavimą kombinuota operacija. Ji atliekama pagal literatūroje aprašytą metodiką – Atėnų protokolą (11, 12).

Dėl aukšto laipsnio refrakcijos ydos (dažniausia astigmatizmo) ir plonesnės ragenos keratokonuso pažeistose akyse refrakcijos ydos korekcija galima tik iš dalies, o ne visa – PRK čia traktuojama ne kaip refrakcinė operacija, bet kaip centrinę ragenos optinę zoną normalizuojantis kombinuotos operacijos etapas. Vis dėlto turi ženkliai reikšmę gerinant regėjimą – tai parodė mūsų gauti rezultatai: vidutinis nekoreguotas regėjimo aštrumas pagerėjo nuo $0,3 \pm 0,17$ iki $0,75 \pm 0,23$ ir vidutinis koreguotas pagerėjo nuo $0,62 \pm 0,22$ iki $0,83 \pm 0,16$. Šie duomenys koreliuoja su kitų autorių duomenimis: A. J. Kanellopoulos nurodo taip gydytų akių tiek vidutinį logMAR nekoreguoto regėjimo aštrumo pagerėjimą (nuo 0,96 iki 0,3 – atitinka nuo 0,1 iki 0,5 pagal Snellen'o lentelę), tiek vidutinį logMAR geriausio koreguoto regėjimo aštrumo pagerėjimą (nuo 0,39 iki 0,11 – atitinka nuo 0,4 iki 0,8 pagal Snellen'o lentelę) (11). G. D. Kymionis ir bendra autoriai aprašo vidutinio nekoreguoto regėjimo aštrumo pagerėjimą logMAR skalėje nuo 0,99 iki 0,63 (atitinkamai nuo 0,1 iki 0,2 pagal Snellen'o lentelę) ir vidutinio geriausio koreguoto regėjimo aštrumo pagerėjimą logMAR skalėje nuo 0,63 iki 0,19 (atitinkamai nuo 0,2 iki 0,6) praėjus metams po operacijos (16).

Kaip keratokonuso neprogresavimo, ligos stabilizavimo kriterijų vertinome K_{\max} – maksimalią keratometrijos reikšmę ragenos topografijoje. Jos reikšmingas sumažėjimas praėjus pusei metų po vienmomentės kombinuotos operacijos rodo ragenos paviršiaus suplokštėjimą, t. y. ragenos formos „normalizavimąsi“. Nepasikeitusią K_{\max} reikšmę po metų vertiname kaip ligos neprogresavimą (17, 18). A. J. Kanellopoulos ir kt. autoriai stebėjo pacientus po PRK ir CXL vidutiniškai trejus metus – liga akivaizdžiai neprogresavo. Mažesnės apimties A. Stojanovic ir kt. autorių bei G. D. Kymionis ir kt. autorių tyrimuose nėra duomenų apie ligos progresavimą praėjus metams po tokio gydymo (7, 8, 19–21). G. Alessio ir kt. autoriai, lyginda-

mi rezultatų stabilumą po kombinuotos operacijos ir vien tik po CXL operacijos, įrodė rezultatų stabilumą dvejų metų stebėjimo laikotarpiu (22).

Nė vienu iš mūsų tyrimo metu vertintų atvejų nepastebėjome regėjimui reikšmingų komplikacijų.

Po kombinuotos vienmomentės operacijos penkiais atvejais (20,8 %) stebėta švelnios strijos ir audinio pilkšvumas giliuosiuose ragenos stromos sluoksniuose. Tokie ragenų pakitimai – *haze*, t. y. praeinanti ragenos drumstis, aprašomi ir po vienos (nekombinuotos) CXL operacijos (23).

IŠVADOS

Vienmomentė kombinuota refrakcijos ydos korekcijos ir ragenos sustiprinimo operacija sustabdo keratokonuso progresavimą, išsaugo ir dažnu atveju pagerina prieš operaciją buvusį regėjimo aštrumą, normalizuoja ir stabilizuoja ragenos formą, leidžia lengviau ir tiksliau parinkti keratokonuso sukeltos refrakcijos ydos korekciją. Ši operacija sumažina kiaurinės ragenos transplantacijos būtinybę.

Reikalingas tolesnis pacientų stebėjimas vertinant šio gydymo ilgalaikį efektą ir saugumą.

Gauta 2015 03 30

Priimta 2015 05 26

Literatūra

1. Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol.* 1998; 42: 297–319.
2. Wollensak G, Spoerl E, Seiler T. Riboflavin/ultraviolet A-induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus. *Am J Ophthalmol.* 2003; 135: 620–7.
3. Raiskup-Wolf F, Hoyer A, Spoerl E, Pillunat LE. Collagen crosslinking with riboflavin and ultraviolet-A light in keratoconus: long term results. *J Refract Surg.* 2008; 34: 796–801.
4. Colin J, Cochener B, Savary G, Malet F. Correcting keratoconus with intracorneal rings. *J Cataract Refract Surg.* 2000; 26(8): 1117–22.
5. Coskunseven E, Jankov MR, Hafezi F, Atun S, Arslan E, Kymionis GD. Effect of treatment sequence in combined intrastromal corneal rings and corneal collagen crosslinking for keratoconus. *J Cataract Refract Surg.* 2009; 35(12): 2084–91.

6. El-Raggal TM. Sequential versus concurrent KERARINGS insertion and corneal collagen cross-linking for keratoconus. *Br J Ophthalmol*. 2011; 95(1): 37–41.
7. Greenstein SA, Fry KL, Bhatt J, Hersh PS. Natural history of corneal haze after collagen crosslinking for keratoconus and corneal ectasia: Scheimpflug and biomicroscopic analysis. *J Cataract Refract Surg*. 2010; 36: 2105–14.
8. Krueger RR, Kanellopoulos AJ. Stability of simultaneous topography-guided photorefractive keratectomy and riboflavin/UVA cross-linking for progressive keratoconus: case reports. *J Refract Surg*. 2010; 26(10): S827–32.
9. Socevičienė L, Kuzmienė L. Ragenos sustiprinimo procedūra pacientams, sergantiems keratokonusu: pirmieji gydymo rezultatai akių klinikoje „Lirima“. *Medicinos teorija ir praktika*. 2011; 17(3): 401–5.
10. Labiris G, Giarmoukakis A, Sideroudi H, Gkika M, Fanariotis M, Kozobolis V. Impact of keratoconus, cross-linking and cross-linking combined with photorefractive keratectomy on self-reported quality of life. *Cornea*. 2012; 31: 734–9.
11. Kanellopoulos AJ. The Athens Protocol. The management of keratoconus and post-LASIK ectasia by means of combined, same-day, topography-guided partial PRK and collagen cross-linking. *J Cataract Refract Surg*. 2011; 31–4.
12. Kanellopoulos AJ, Binder PS. Management of corneal ectasia after LASIK with combined, same-day, topography-guided partial transepithelial PRK and collagen cross-linking: the Athens Protocol. *J Refract Surg*. 2011; 27(5): 323–31.
13. Kymionis GD, Grentzelos MA, Kankariya VP, Pallikaris IG. Long term results of combined transepithelial phototherapeutic keratectomy and corneal collagen crosslinking for keratoconus: Cretan protocol. *J Cataract Refract Surg*. 2014; 40: 1439–45.
14. Erdurmus M, Yildiz EH, Abdalla YF, Hammersmith KM, Rapuano CJ, Cohen EJ. Contact lens related quality of life in patients with keratoconus. *Eye Contact Lens*. 2009; 35: 123–27.
15. Ing JJ, Ing HH, Nelson LR, Hodge DO, Bourne WM. Ten-year postoperative results of penetrating keratoplasty. *Ophthalmology*. 1998; 105(10): 1855–65.
16. Kymionis GD, Grentzelos MA, Kounis GA, Diakonis VF, Limnopoulou AN, Panagopoulou SI. Combined transepithelial phototherapeutic keratectomy and corneal collagen cross-linking for progressive keratoconus. *Ophthalmology*. 2012 Sep; 119(9): 1777–84.
17. Tu KL, Aslanides IM. Orbscan II anterior elevation changes following corneal collagen crosslinking treatment for keratoconus. *J Cataract Refract Surg*. 2009; 25: 715–22.
18. Goldich Y, Marcovich A, Barkana Y, Mandel Y, Hirsh A, Morad Y, et al. Clinical and corneal biomechanical changes after collagen crosslinking with riboflavin and UV irradiation in patients with progressive keratoconus: results after two years of follow-up. *Cornea*. 2012; 31(6): 609–14.
19. Stojanovic A, Zhang J, Chen X, Nitter TA, Chen S, Wang Q. Topography-guided transepithelial surface ablation followed by corneal collagen cross-linking performed in a single combined procedure for the treatment of keratoconus and pellucid marginal degeneration. *J Refract Surg*. 2010; 26: 145–52.
20. Cennamo G, Intravaja A, Boccuzzi D, Marotta G, Cennamo G. Treatment of keratoconus by topography guided customized photorefractive keratectomy: two-year follow-up study. *J Refract Surg*. 2008; 24: 145–9.
21. Kymionis GD, Kontadakis GA, Kounis GA, Portaliou DM, Karavitaki AE, Magarakis M, et al. Simultaneous topography-guided PRK followed by corneal collagen cross-linking for keratoconus. *J Refract Surg*. 2009; 25: S807–11.
22. Alessio G, L'abbate M, Sborgia C, La Tegola MG. Photorefractive keratectomy followed by crosslinking versus crosslinking alone for management of progressive keratoconus: two year follow-up. *Am J Ophthalmol*. 2013; 155: 54–65.
23. Kanellopoulos AJ. Comparison of sequential vs same-day simultaneous collagen cross-linking and topography-guided PRK for treatment of keratoconus. *J Refract Surg*. 2009; 25(9): S812–8.

Lina Socevičienė, Simona Stech

COMBINED KERATOCONUS SURGERY: PHOTOREFRACTIVE KERATECTOMY WITH SIMULTANEOUS CORNEAL CROSSLINKING

Summary

Purpose. To analyze visual acuity and corneal changes after combined corneal surgery for keratoconus: excimer laser photorefractive keratectomy (PRK) for partial correction of refractive error and simultaneous corneal crosslinking (CXL) for disease stabilisation.

Methods. To show visual acuity change we evaluate and compare the uncorrected (UDVA) and best-corrected (BCDVA) visual acuity before, after half a year and a year after the surgery. Disease stability has been assessed by comparing the UDVA, BCDVA and maximum keratometry (K_{max}) value after half a year and a year after the surgery.

Results. We analyse 24 keratoconus cases, operated with combined surgery. There are 16 cases with one year postoperative data and 24 cases with half a year postoperative data. The mean patients' age was 27.14 ± 4.41 (20 to 37 years). Groups according to the stages of keratoconus (by Amsler-Krumeich classification) were the following: 7 eyes (29%) in the 1st stage of the disease, 13 eyes (54%) in the 2nd stage and 4 eyes (17%) in the 3rd stage. There was no case of the 4th stage keratoconus.

A statistically reliable change of the mean UDVA was assessed during the monitoring periods (first – before the surgery: 0.3 ± 0.17 , second – after half a year postop.: 0.75 ± 0.23 , third – after a year postop.: 0.71 ± 0.23 ; Friedman's criteria: = 28.84, $l_s = 2$, $p < 0.001$). There is

improvement comparing the data of the first visit and the data of next visits (for both cases $p < 0.001$) and a stable result comparing the data of the second and third visits ($p = 0.650$). A statistically reliable change in the mean BCDVA was assessed during the monitoring periods (first: 0.62 ± 0.22 , second: 0.83 ± 0.16 , third: 0.84 ± 0.15 ; Friedman's criteria: = 21.11, $l_s = 2$, $p < 0.001$). There is improvement comparing the data of the first visit and next visits ($p = 0.006$ and $p = 0.001$, respectively) and a stable result comparing the data of the second and third visits ($p = 0.625$).

A statistically reliable change of the mean highest keratometric value (K_{max}) was assessed during all three monitoring periods (first: 50.37 ± 2.65 , second: 47.48 ± 2.41 , third: 47.58 ± 2.39 ; Friedman's criteria: = 26.98, $l_s = 2$, $p < 0.001$): decrease of the value between the first and next visits (for both cases $p < 0.001$), a stable value between the second and third visits ($p = 0.983$).

There were no complications, undesirable or side effects related with the combined keratoconus surgery.

Conclusions. PRK combined with simultaneous CXL surgery keeps and improves preoperative visual acuity, halts the progression of keratoconus. It normalizes the central optical zone of the cornea, reduces the keratoconus induced refractive error, and results in easier and more precise spectacle or contact lens prescription. This procedure reduces the need for penetrating corneal transplantation. Further monitoring of keratoconus patients in order to assess the long-term effect and safety is needed.

Key words: keratoconus, photorefractive keratectomy (PRK), corneal crosslinking (CXL), visual acuity, keratometry