



SUBJEKTYVIOSIOS REFRAKCIJOS IR AKOMODACINIŲ FUNKCIJŲ TYRIMŲ METODINĖS REKOMENDACIJOS

Skirta optometrininkams

Parengė Lietuvos optometrininkų asociacijos darbo grupė:

Rasa Palevičienė

Vaida Kačergienė

Danutė Slapšinskienė

Diana Karpė

Jana Šestelienė

2020 m.

Turinys

Terminų paaiškinimai ir apibrėžimai	3
Subjektyviosios refrakcijos tyrimas	4
1. Sferinio komponento nustatymas	4
1.1. Hipermetropinio sferinio komponento nustatymas	5
1.2. Miopinio sferinio komponento nustatymas	5
1.3. Sferinio komponento nustatymas „rūko“ metodu	6
2. Astigmatinio komponento nustatymas	6
2.1. Astigmatinio komponento nustatymas spinduline figūra	6
2.2. Astigmatinio komponento nustatymas Jackson'o kryžminiu cilindru	7
3. Sferinio komponento tikslinimas	9
3.1. Sferinio refrakcijos komponento tikslinimas +/-0,25 D lęšiu	9
3.2. Dvispalvis (duochrominis) testas	9
3.3. Kryžminių grotelių testas	10
4. Binokulinio balanso nustatymas	10
4.1. Binokulinio balanso nustatymas vertikalia prizme	11
4.2. Binokulinio balanso nustatymas poliarizuotu testu	11
4.3. Binokulinio balanso nustatymas pakaitiniu dengimu	11
5. Subjektyvaus paciento matymo komforto įvertinimas	11
Akomodacinių funkcijų tyrimas	12
1. Akomodacijos amplitudės nustatymas	12
1.1 Akomodacijos amplitudės nustatymas, tiriant artimiausią gero matymo tašką objekto artinimo metodu („push up“ testas)	12
1.2. Akomodacijos amplitudės nustatymas, tiriant neigiamais sferiniais lęšiais	13
2. Teigiamos ir neigiamos akomodacijos nustatymas	13
3. Akomodacijos pajėgumo (angl. <i>facility</i>) nustatymas	13
Šaltiniai	15

Terminų paaiškinimai ir apibrėžimai

Subjektyviosios refrakcijos tyrimas – tai geriausios optinių lęšių kombinacijos nustatymas, kuri suteikia geriausią koreguotos regos aštrumą, remiantis tiriamojo atsakymais.

Akies refrakcija – (lot. *refractio* – lūžis) tai akies gebėjimas laužti šviesos spindulius. Skiriama fizinė ir klinikinė akies refrakcijos.

Fizinė akies refrakcija – tai akies optinės sistemos, kurią sudaro rageną, priekinės kameros skystis, lęšiukas ir stiklakūnis, laužiamoji geba.

Klinikinė akies refrakcija - tai pagrindinio akies židinio nuotolio santykis su akies obuolio ašies ilgiu. Skiriamos šios akies klinikinės refrakcijos: emetropija (taisyklinga) ir ametropija (ydinga).

Regos aštrumas – (lot. *visus*) akies gebėjimas išskirti du taškus, esančius vienas nuo kito tam tikru atstumu.

Emetropija (E) – tai taisyklinga klinikinė refrakcija - pagrindinis akies židinio nuotolis sutampa su akies obuolio ašies ilgiu.

Ametropija – tai ydinga klinikinė refrakcija - pagrindinio akies židinio nuotolio ir akies obuolio ašies ilgio santykis netaisyklingas. Skiriamos šios ametropijos rūšys: miopija, hipermetropija ir astigmatizmas.

Miopija (M) (trumparegystė) – tai pagrindinio akies židinio nuotolio ir akies obuolio ašies ilgio netaisyklingas santykis, kai lygiagretūs šviesos spinduliai, perėję akies optinę sistemą, susikerta prieš tinklainę.

Hipermetropija (H) (toliaregystė) - tai pagrindinio akies židinio nuotolio ir akies obuolio ašies ilgio netaisyklingas santykis, kai lygiagretūs šviesos spinduliai, perėję akies optinę sistemą susikerta už tinklainės.

Astigmatizmas (As) – tai dviejų refrakcijų pavidalų arba vienos ir tos pačios, tik skirtingo laipsnio, refrakcijos buvimas vienoje akyje, kai skirtinguose akies optinės sistemos meridianuose susidaro skirtinga šviesos spindulių laužiamoji geba.

Presbiopija (P) - tai fiziologinis, su amžiumi susijęs, akies akomodacijos nusilpimas.

Akomodacija (A) – tai akies gebėjimas, keičiant savo optinės sistemos laužiamąją galią, aiškiai matyti įvairiu atstumu nutolusius objektus.

Akomodacijos amplitudė (AA) – tai skirtumas tarp akies refrakcijos ramybės būsenos ir esant maksimaliai akomodacijai arba skirtumas tarp statinės ir dinaminės refrakcijų.

Statinę refrakciją charakterizuoja tolimiausias gero matymo taškas, t. y. refrakcija, su kuria akis visai neakomoduoja.

Dinaminė refrakcija – tai akies refrakcija, kai akis akomoduoja.

Klinikinės refrakcijos tipas ir laipsnis gali būti nustatomi tiriant subjektyviais ir objektyviais būdais. Subjektyvūs būdai grindžiami tiriamojo atsakymais. Objektyvūs metodai grindžiami šviesos lūžio rodmenimis, tyrimo duomenys nepriklauso nuo tiriamojo atsakymų. Ypač taikytini objektyvūs metodai, norint tiksliai nustatyti klinikinę refrakciją vaikams arba sprendžiant darbingumo ir karinės ekspertizės klausimus. Tačiau suaugusiems žmonėms, norint išaiškinti klinikinę refrakciją, ypač parinkti optinę korekciją, kuri būtų optimaliausia, tinkamiausi yra subjektyvūs metodai. Taigi, objektyvūs ir subjektyvūs klinikinės refrakcijos tyrimo metodai vienas antrą papildo (A. Blužienė, V. Jašinskas; 2005).

Optometrininko praktikoje subjektyviosios refrakcijos tyrimas dažniausiai atliekamas objektyvių refrakcijos tyrimų rezultatų patikrinimui ar patikslinimui, taip pat nesant galimybių akies refrakciją nustatyti objektyviaisiais tyrimo metodais bei neturint duomenų apie ankstesnę regos korekciją. Akomodacinių funkcijų tyrimas optometrininko darbe gali padėti įvertinti paciento akomodacinių funkcijų galimybes žiūrint iš arti. Visi žemiau aprašyti tyrimo metodai yra išimtinai rekomendacinio pobūdžio, kuriuos savo nuožiūra optometrininkas gali, tačiau neprivalo pasirinkti ir taikyti praktinėje veikloje, jei pasirenka ir taiko kitus medicinos ar optometrijos mokslo ir praktikos įrodymais pagrįstus, saugius tyrimo metodus.

Subjektyviosios refrakcijos tyrimas

Subjektyviosios refrakcijos tyrimas apima šiuos tris etapus:

1. Sferinio komponento nustatymą;
2. Astigmatinio komponento nustatymą;
3. Binokulinio (abiakio) balanso įvertinimą.

Tyrimas pradedamas dešinės akies sferinio ir astigmatinio komponento nustatymu, po to tiriama kairė akis. Paskiausiai vertinamas binokulinis balansas. Tiriama nekintamo, silpno apšvietimo aplinkoje (prieblandoje).

Subjektyvaus sferinio ir cilindrinio komponentų nustatymo tikslas - perkelti kiekvienos akies tolimiausią gero matymo tašką (*punctum remotum*, PR) į begalybę. Tiriant nustatomas toks optinio lęšio sferinio bei cilindrinio komponentų derinys, kuris padeda gauti geriausią regos aštrumą, esant atpalaiduotai akomodacijai. Metodas paremtas paciento atsakymais.

1. Sferinio komponento nustatymas

Tyrimui naudojamas bandomasis rėmelis su bandomųjų lęšių rinkiniu arba kitas jų paskirtį atitinkantis prietaisas. Prieš tyrimą svarbu individualiai nustatyti ir sureguliuoti tarpvyzdinį atstumą, centravimo aukštį, bandomųjų lęšių pasvirimo kampą ir viršūnės nuotolį (*vertex distance*). Bandomieji lęšiai turi būti nepažeisti ir švarūs. Pacientas tyrimo metu turi jaustis patogiai. Sferinių lęšių santykis su akies optine sistema: teigiamo ženklo lęšiai (*convex*) didina optinės sistemos bendrą stiprumą ir sąveikoje su akies akomodacija, ją atpalaiduoja; neigiamo ženklo lęšiai (*concave*) mažina optinės sistemos bendrą stiprumą ir stimuliuoja akomodaciją. Tyrimas pradedamas nuo nekoreguoto regos aštrumo nustatymo nuotoliui ir artumui. Regos aštrumas nustatomas pagal mažiausius ženklus (optotipus), kuriuos pacientas atpažįsta be klaidų. Tiriama monokuliariai (po vieną akį) ir binokuliariai (abi akis vienu metu). Nekoreguotas regos aštrumas leidžia nustatyti emetropiją arba įtarti refrakcijos ydą. Jeigu regos aštrumas yra nepakankamas dėl refrakcijos ydos, akies matymas turi pagerėti žiūrint pro akies dengiklį – okluderį su 1-2 mm skylute (angl. *pinhole*). Jeigu matymas pro skylutę negerėja, optometrininkas turėtų įtarti organines regos blogėjimo priežastis (pvz. neskaidrias optines

terpes, tinklainės ar regos nervo ligas ir kt.) ir, esant poreikiui, nukreipti pacientą gydytojo oftalmologo konsultacijai.

Jeigu regos aštrumo tyrimas nepakankamai informatyvus, nežinoma kokią refrakcijos ydą pacientas turi, tiriant pirmiausia bandoma koreguoti teigiamais optiniais lęšiais tam, kad būtų atpalaiduota akomodacija. Jeigu nėra efekto, koreguojama neigiamais optiniais lęšiais.

1.1. Hipermetropinio sferinio komponento nustatymas

Hipermetropijos (H) dydį apibūdina didžiausio stiprumo teigiamas lęšis, kurio pagalba yra įmanomas geriausias regos aštrumas. Visas hipermetropijos laipsnis (*H totalis*) – tai slaptosios hipermetropijos (*H latentą*) ir aiškosios hipermetropijos (*H manifesta*) suma. Slaptoji hipermetropija – tai akomodacijos kompensuota H. Ją įtakoja krumplyno tonusas ir nevalinga akomodacija. Su amžiumi slaptosios toliaregystės dydis mažėja, kol visai pereina į aiškiają toliaregystę. Slaptąją H tiksliai išmatuoti įmanoma tik cikloplegijos sąlygomis. Aiškioji hipermetropija turi du komponentus – fakultatyvią H, kurios dalis yra kompensuota akies akomodacijos pastangomis ir absoliučią H, kuri yra likutinė ir nekompensuota akies akomodacijos. Todėl, aiškioji H gali būti koreguojama akomodacijos ir teigiamo sferinio lęšio.

$$VISA\ H = SLAPTOJI\ H + AIŠKIOJI\ H\ (\text{fakultatyvi} + \text{absoliuti (manifestuojanti)})$$

Subjektyvią H refrakciją matuojant be cikloplegijos, galima ištirti tik aiškiają visos hipermetropijos dalį. Matuojama stipriausiu teigiamu sferiniu lęšiu, su kuriuo gaunamas geriausias regos aštrumas. Tiriama monokuliariai, prieš akį dedant ir palaipsniui stiprinant teigiamus sferinius lęšius. Dioptrijų kitimo žingsnis parenkamas, atsižvelgiant į nekoreguotą regos aštrumą – kuo jis mažesnis, tuo didesnis žingsnis naudojamas (nuo +0,25 D iki +1,0 D). Vėliau, regos aštrumui gerėjant, žingsnis mažinamas. Laipsniškai stiprinant teigiamas dioptrijas, regos aštrumas gerėja tol, kol kompensuojama visa absoliuti H. Mažiausias teigiamas optinis lęšis, su kuriuo pacientas gerai mato, nusako absoliučią H dalį. Žinant, kad dalis visos H gali būti fakultatyvi, pasiekus maksimalų regos aštrumą, teigiamo lęšio stiprumą reikia didinti tol, kol bus rastas toks optinis lęšis, kuris neabejotinai sumažins regos aštrumą. Jei H anksčiau nebuvo koreguota, yra tikimybė, kad nebus lengva atpalaiduoti akies akomodaciją, todėl pridėjus stipresnį teigiamą lęšį, reikia duoti laiko pacientui įsižiūrėti, nes pradžioje regos aštrumas gali pablogėti, tačiau po kelių sekundžių rega vėl pagerėja. Pasiekus tokią lęšio dioptriją, kuri pablogina matymą, lęšio stiprumas laipsniškai mažinamas (-0,25 D), kol gaunamas geriausias regos aštrumas. Gauta lęšio dioptrija nusakys visą aiškiają H. Skirtumas tarp stipriausio ir silpniausio teigiamo lęšio, su kuriuo pacientas gerai mato, nusako fakultatyvios H dydį.

$$AIŠKIOJI\ H - ABSOLIUTI\ H = FAKULTATYVI\ H$$

(stipriausias lęšis – silpniausias lęšis)

1.2. Miopinio sferinio komponento nustatymas

Tiriama monokuliariai prieš akį dedant neigiamus sferinius lęšius. Atsižvelgiant į nekoreguoto regos aštrumo duomenis, pasirenkamas neigiamas lęšis ir dioptrijų kitimo žingsnis, kuriuo didinama sferinė korekcija. Kuo mažesnis regos aštrumas, tuo didesnį žingsnį galima rinktis (jeigu matymas yra mažesnis nei 0,2, tikslinga naudoti -1,0 D žingsnį). Matymui gerėjant, lęšio dioptrijų žingsnį reikia mažinti. Miopinės refrakcijos nustatymo pabaigoje galima remtis prielaida, kad neigiamo lęšio stiprumas, su kuriuo pasiektas 0,8 regos aštrumas, iki maksimalaus regos aštrumo gavimo neturi padidėti daugiau nei 0,5 – 0,75 D.

Pasiekus gerą regos aštrumą, keičiant optinius lęšius, rekomenduojama patikslinti ar rega pagerėjo optotipams tapus aiškesniais, ar jie tapo tamsesni. Jeigu pacientas pastebi, kad optotipai tapo tamsesni, bet mažesni – tai neigiamo lęšio hiperkorekcijos ženklas. Jeigu refrakcijos nustatymo pabaigoje, didinant neigiamo lęšio galią stebimas neproporcingai mažas regos aštrumo pasikeitimas, galima įtarti astigmatinę refrakciją.

Miopijos (M) dydį apibūdina mažiausio stiprumo neigiamas lęšis, su kuriuo pasiekiamas geriausias regos aštrumas.

1.3. Sferinio komponento nustatymas „rūko“ metodu

Šis metodas naudojamas tiriant tuos pacientus, kuriems reikia atpalaiduoti akomodaciją (vyresniems, nei 60 metų - netikslinga). Dažniausiai „rūko“ metodas naudojamas nustatant paciento objektyviąją refrakciją. Atliekama monokuliariai. Prie objektyviosios refrakcijos sferinio komponento pridedamas nuo +0,5 D iki +3,0 D lęšis, kuris parenkamas atsižvelgiant į paciento amžių ir refrakcijos ydą. Dažniausiai naudojamas +1,5 D, lęšis, kuris regos aštrumą turėtų pabloginti iki ~ 0,16. Jeigu regos aštrumas lieka geresnis – „rūkas“ nepakankamas, todėl teigiamą dioptriją reikėtų padidinti. Tuomet laipsniškai mažinama „rūko“ lęšio dioptrija (0,25 D žingsniu) ir stebima kaip gerėja regos aštrumas. 0,25 D „rūko“ sumažinimas, matymą turėtų pagerinti 1 eilute. Svarbu optinių lęšių keitimą atlikti greitai tam, kad pacientas neturėtų galimybės žiūrėti be „rūko“ lęšio. Teigiamas „rūko“ lęšis silpninamas tol, kol pasiekiamas geriausias regos aštrumas. Gautas sferinio lęšio stiprumas nurodo paciento subjektyviosios refrakcijos sferinį komponentą, esant fiziologiškai atpalaiduotai akomodacijai.

2. Astigmatinio komponento nustatymas

2.1. Astigmatinio komponento nustatymas spinduline figūra

Spindulinės figūros testas leidžia nustatyti astigmatinio refrakcijos komponento dydį bei ašies kryptį. Tiriama monokuliariai su pilna sferine korekcija (jeigu jos reikia). Prieš akį dedamas silpnas teigiamas lęšis (+0,5 D arba +0,75 D) – taikomas „rūko“ metodas, kuris pablogina regos aštrumą. „Rūko“ reikia tam, kad būtų tiksliai įvertinta astigmatizmo ašies kryptis bei būtų išvengta pagrindinių meridianų supainiojimo. Tyrime geriau naudoti neigiamus cilindrinis lęšius, nes Šturmo konoidas tuomet siaurėja nuo miopinio meridiano pusės, o tai reiškia, kad pacientas matys ryškėjančius demonstruojamos figūros spindulius. Naudojant teigiamus cilindrinis lęšius, pacientas stebės mažėjančią spindulinės figūros šakų ryškumą. Pacientui rodoma spindulinė figūra ir klausiama: „Ar visi figūros spinduliai vienodai neryškūs?“. Jeigu taip - astigmatizmo nėra. Norint įsitikinti, kad pacientas teisingai suprato klausimą ir tikrai mato vienodai neryškias spindulinės figūros šakas, reikia papildomai pridėti astigmatinį lęšį. Jeigu astigmatizmo nėra, šis lęšis jį laikinai suformuos bei padės įsitikinti paciento atsakymo teisingumu. Jeigu pacientas atsako, kad spindulinės figūros šakos yra skirtingo ryškumo, prašoma nurodyti, kurios figūros šakos (gali nurodyti laikrodžio valandomis arba įvardinti kryptį: vertikalios, horizontalios ar įstrižos) yra ryškesnės. Pagal ryškiau matomas šakas, galima apskaičiuoti astigmatizmo pagrindinio meridiano kryptį. Patogu skaičiuoti naudojant laikrodžio ciferblato analogiją ir neigiamus astigmatinius lęšius. Ašies kryptis skaičiuojama pagal formulę:

$$\text{Ašis} = \text{laikrodžio valanda (nurodyta paciento)} \times 30$$

Jei pacientas nurodo, kad ryškios yra dvi greta esančios figūros šakos, ašies skaičiavimo formulėje įrašomas nurodytų valandų vidurkis. Jeigu pacientas sako, kad vienodai ryškios yra

kelios greta nesančios spindulinės figūros šakos, galima įtarti, kad uždėtas nepakankamo stiprumo „rūko“ lęšis, yra netaisyklingas astigmatizmas arba tai artefaktas.

Pagal paskaičiuotą astigmatizmo ašies kryptį, įdedamas apytikris minusinis astigmatinis lęšis (pvz. $-0,5\text{ D}$) ir paciento klausama: „Kurios spindulinės figūros šakos dabar yra ryškesnės?“. Jeigu kryptis nepasikeitė, reikia stiprinti astigmatinį lęšį. Jeigu ryškesnių šakų kryptis pasikeitė 90° nuo pradinės, reiškia astigmatinis lęšis yra per stiprus ir jį reikia silpninti. Jeigu ryškesnių šakų kryptis pasikeitė neženkiai, reiškia tikroji ašies kryptis gali skirtis nuo pradžioje apskaičiuotos pagal formulę, nes jos tikslumo galima paklaida iki 15° . Būtina nepamiršti, kad didinant astigmatinio lęšio dioptriją $-0,5\text{ D}$, reikia perskaičiuoti sferinį ekvivalentą ir prie sferinio lęšio pridėti $+0,25\text{ D}$ (minusinė sfera mažinama, plusinė – didinama). Sferinis ekvivalentas perskaičiuojamas tam, kad nebūtų prarastas „rūko“ efektas. Idealus spindulinės figūros tyrimo rezultatas – visos figūros šakos yra vienodai ryškios, t.y. astigmatinis komponentas yra pilnai kompensuotas. Tolygiai nežymiai blausios spindulinės figūros šakos tyrimo pabaigoje rodo, kad buvo panaudotas pakankamo stiprumo „rūko“ lęšis. Prieš nuimant „rūko“ lęšį reikia žinoti, kad kartais nekoreguotas astigmatizmas provokuoja akomodacijos įtampą, kuri po astigmatinės korekcijos dingsta. Todėl, po spindulinės figūros tyrimo būtina patikrinti paciento regos aštrumą, nenuėmus „rūko“ lęšio. Jeigu regos aštrumas yra sumažėjęs, „rūko“ lęšio stiprumą reikia mažinti $0,25\text{ D}$ žingsniu tol, kol pasiekiamas geriausias regos aštrumas.

2.2. Astigmatinio komponento nustatymas Jackson'o kryžminių cilindru

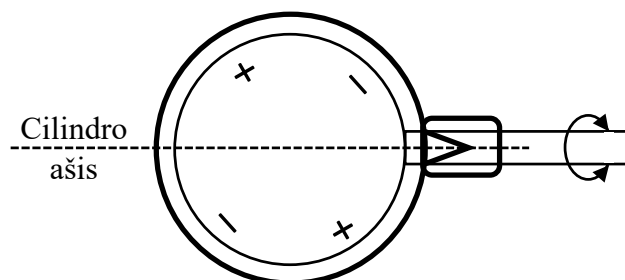
Testas atliekamas po objektyvios refrakcijos arba spindulinės figūros tyrimo, siekiant patikslinti astigmatizmo dydį ir ašį. Gali būti naudojamas $\pm 0,25\text{ D}$, $\pm 0,5\text{ D}$ arba $\pm 1,0\text{ D}$ Jackson'o kryžminis cilindras. Kryžminio cilindro dydis parenkamas pagal paciento regos aštrumą, jo gebėjimą skirti matomų vaizdų ryškumą. Naudojant $\pm 0,25\text{ D}$ kryžminį cilindą, gaunamas tikslesnis rezultatas, tačiau pacientui bus sunkiau pajusti skirtumą tarp pateikiamų vaizdų. Kai kurie autoriai rekomenduoja $\pm 0,5\text{ D}$ kryžminį cilindą naudoti ašies, o $\pm 0,25\text{ D}$ – astigmatizmo dydžio nustatymui. Tyrimas atliekamas monokuliariai. Demonstruojama taškinė figūra (1 pav.) arba O raidė, kurios dydis 1-2 eilutėmis mažesnis, nei maksimalus regos aštrumas. Pirmiausia atliekamas cilindro ašies mėginys, nes neteisinga ašies padėtis neleis tiksliai nustatyti astigmatizmo dydžio.



1 pav. Taškinė figūra

Cilindro ašies mėginys (rankenėlė=ašis). Tyrimas atliekamas su geriausia sferine korekcija (jeigu reikia). Prieš akį dedamas apytikslės astigmatinės korekcijos lęšis. Paciento prašoma žiūrėti į nurodytą objektą ir paaiškinama užduotis: „Uždėsiu papildomą lęšį, su kuriuo matysite blogiau ir parodysiu du vaizdo variantus, iš kurių Jums reikės išsirinkti ryškesnį.“ Kryžminio cilindro rankenėlė sutapatinama su korekcinio lęšio ašimi (2 pav.) ir ši pozicija įvardinama kaip „pirma“. Tuomet, rankenėlė apsuksama aplink savo ašį 180° (lęšis apverčiamas) ir įvardinama „antra“ pozicija. Pacientas turi palyginti abu variantus ir išsirinkti ryškesnį. Tuomet, korekcinio astigmatinio lęšio ašis sukama $15\text{--}20^\circ$ pasirinkta kryptimi. Jeigu dirbama su neigiamu

korekciniu astigmatiniu lęšiu, tai šio ašis pasukama link pasirinktos raudonos (neigiamos) kryžminio cilindro žymos. Dirbant su teigiamu - sukama link žalios arba juodos (teigiamos) žymos. Pasukus korekcinį astigmatinį lęšį, mėginys vėl kartojamas, kryžminio cilindro rankenėlę pridėdant lygiagrečiai prie pakeistos korekcinio lęšio ašies. Jeigu pasirenkama priešinga padėtis, nei anksčiau ir korekcinį lęšį reikia pasukti atgal, ašis pasukama dvigubai mažesniu žingsniu, nei buvusiam mėginyje, t. y. 5-10°. Kiekviename paskesniame cilindro ašies mėginyje pasukimo žingsnis yra mažinamas dvigubai.

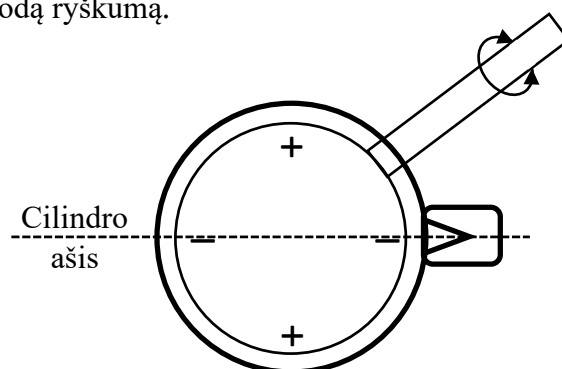


2 pav. Cilindro ašies mėginys

Cilindro ašies mėginys baigiamas, kai:

- pacientas nurodo, kad abu matomo vaizdo variantai yra vienodo ryškumo;
- cilindro ašies tikslinimo žingsnis tapo labai mažas (2-3°).

Cilindro stiprumo mėginys (meridianas=ašis). Atliekama su geriausia sferine korekcija (jeigu reikia). Apytikslio stiprumo astigmatinis lęšis dedamas prieš akį nustatyta ašimi. Dažniausiai naudojamas $\pm 0,25$ D kryžminis cilindras. Tyrimo metu, kryžminio cilindro raudona (neigiama) arba juoda (teigiama) žyma tapatinama su įdėto korekcinio astigmatinio lęšio ašimi (3 pav.), tokiu būdu sumažinant arba padidinant dioptriją ir pacientui įvardijama „pirma“ pozicija. Tuomet kryžminio cilindro rankenėlė apsikama 180° apie savo ašį ir kita žyma tapatinama su ašimi įvardinant „antrą“ poziciją. Paciento prašoma palyginti du matomus vaizdus ir pasirinkti vieną – ryškesnį. Priklausomai nuo atsakymo, astigmatinio lęšio dioptrija mažinama arba didinama: jeigu pacientas geriau mato su neigiama žyma, minusinis astigmatinis lęšis stiprinamas $-0,25$ D, jeigu teigiama – mažinamas $+0,25$ D. Mėginį atliekant su $\pm 0,5$ D kryžminių cilindru - žingsnis bus $0,5$ D. Astigmatinio lęšio dioptriją sumažinus arba padidinus $-0,5$ D, reikia perskaičiuoti sferinį ekvivalentą ir pakeisti sferinio lęšio dioptriją $+0,25$ D. Cilindro stiprumo mėginys baigiamas, kai pacientas nurodo, kad kryžminio cilindro abu meridianai suteikia vienodą ryškumą.



3 pav. Cilindro stiprumo mėginys

Jackson'o kryžminių cilindru galima nustatyti akies astigmatizmą ir neturint objektyvių duomenų. Tyrimas atliekamas su geriausia sferine korekcija (jeigu ji reikalinga). Pridedamas $\pm 0,5$ D kryžminis cilindras raudoną (neigiamą) meridiano žymą tapatinant su 90° arba 180°

ašimi, tuomet rankenėlė apsukama 180° apie savo ašį. Paciento prašoma įvertinti du matomus vaizdus ir pasirinkti ryškesnį. Jeigu pacientui matomas vaizdas ryškesnis neigiamai žymai esant vertikaliajoje pozicijoje - bus atvirkščio tipo astigmatizmas, jeigu horizontalioje – taisyklingas astigmatizmas. Tuomet nustatyta kryptimi įdedamas $-0,5$ D astigmatinis korekcinis lęšis, o prie sferinio komponento pridėjama $+0,25$ D ir atliekame aukščiau aprašytus astigmatizmo dydžio ir ašies patikslinimo mėginus. Jeigu pacientas nurodo, kad abi kryžminio cilindro pozicijos vienodos, o geriausia sferinė korekcija nesuteikia pilno regos aštrumo, galima įtarti esant įstrižą astigmatizmą. Tyrimas tęsiamas kryžminio cilindro žymas nukreipiant ties 45° arba 135° ašimis, ir rankenėlę pasukant 180° apie savo ašį. Paciento prašoma pasirinkti ryškesnį matomo vaizdo variantą. Orientuojamasi į neigiamo meridiano poziciją - šioje ašyje įdedamas $-0,5$ D korekcinis cilindrinis lęšis, o sferinis komponentas keičiamas $+0,25$ D. Toliau būtina atlikti patikslinančius astigmatizmo dydžio ir ašies mėginus.

3. Sferinio komponento tikslinimas

Sferinio refrakcijos komponento patikslinimui gali būti naudojami įvairūs testai, kurių rezultatai gali kiek skirtis. Patikimesniais laikomi tie rezultatai, kurie suteikia geriausią regos aštrumą su didesniu hipermetropiniu arba su mažiausiu miopiniu sferiniu komponentu. Tikslinimą galima atlikti kelis kartus: po sferinės korekcijos nustatymo, po astigmatinio komponento nustatymo ir po binokulinio balanso tyrimo (po binokulinio balanso tyrimo sferinė korekcija tikslinama keičiant stiprumą vienodai abiem akims). Ypač svarbu sferinį komponentą tikslinti po astigmatizmo korekcijos, nes tinkamo cilindrinio lęšio parinkimas neretai atpalaiduoja buvusią akomodacijos įtampą. Tai ypač aktualu jauno amžiaus pacientams ir tiems, kuriems anksčiau nebuvo koreguotas astigmatizmas.

Kada ir kurį sferinio komponento tikslinimo testą atlikti, optometrininkas sprendžia savarankiškai, atsižvelgdamas į savo patirtį, paciento refrakcijos ydą, turimą įrangą ir kt.

3.1. Sferinio refrakcijos komponento tikslinimas $\pm 0,25$ D lęšiu

Pilnai koreguotas sferinis komponentas turi suteikti geriausią regos aštrumą nuotoliui, esant atpalaiduotai akomodacijai. Norint įsitikinti, kad akomodacija yra pakankamai atpalaiduota, prie parinktos sferinės korekcijos pridėjamas $+0,25$ D lęšis. Jeigu regos aštrumas pablogėja - akomodacija atpalaiduota. Jeigu $+0,25$ D lęšis neblogina regos aštrumo, reiškia turime nepilnai koreguotą hipermetropiją arba perkoreguotą miopiją. Tokiu atveju, lęšį $+0,25$ D žingsniu reikia didinti tol, kol regos aštrumas pablogėja. Norint įsitikinti, jog parinkta sferinė korekcija suteikia geriausią regos aštrumą, prie turimos korekcijos pridėjamas $-0,25$ D lęšis. Jeigu pridėtas lęšis regos aštrumo negerina – korekcija pilna. Jeigu $-0,25$ D lęšis regos aštrumą pagerina, reiškia parinktas sferinis komponentas nepilnai koreguoja miopiją arba perkoreguoja hipermetropiją ir jį reikia pakeisti.

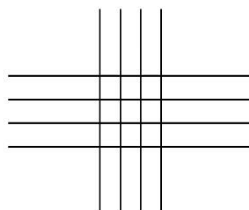
3.2. Dvispalvis (duochrominis) testas

Testas atliekamas su pilna korekcija. Jis pagrįstas akies chromatinėmis aberacijomis, todėl tinkamas daltonizmą turintiems pacientams. Skirtingo ilgio šviesos bangos lūžta skirtingai, todėl tinklainėje fokusuojamos ne vienodu atstumu. Raudonos ir žalios šviesos spindulių lūžio skirtumas akyje yra apie $0,5$ D, todėl simboliai abejose testo fonuose matomi lyg per skirtingo stiprumo lęšius. Tiriama monokuliariai. Testo metu paciento prašoma įvertinti ir palyginti

ženklų ryškumą raudoname ir žaliame fone (daltonizmo atveju: dešinėje ir kairėje pusėje). Jeigu pacientas ryškiau mato raudoname fone esančius ženklus, reiškia parinkta nepakankama miopinė korekcija arba per stipri hipermetropinė korekcija. Jeigu žaliame fone - per stipri miopinė arba per silpna hipermetropinė korekcija. Optimalus testo vertinimas yra tuomet, kai pacientas vienodai ryškiai mato ženklus, esančius abejose testo pusėse. Šio testo tikslumui didelę įtaką turi akies akomodacija, todėl norint išvengti jos įtakos, testo pradžioje galima naudoti +0,5 D „rūko“ lęšį, kuris laipsniškai silpninamas, arba paciento prašoma pirmiau įsižiūrėti į žaliame fone esančius simbolius ir tik tada lyginti su raudoname fone esančiais simboliais. Taip pat šis testas gali būti netikslus, jeigu akies optinės terpės yra nepakankamai skaidrios.

3.3. Kryžminių grotelių testas

Testas atliekamas su pilna toľumo korekcija. Pacientui rodomos kryžminės grotelės (4 pav.). Testui atlikti naudojamas $\pm 0,5$ D Jackson'o kryžminis cilindras, kurio neigiama žyma dedama vertikaliai (tapatinama su 90° ašimi). Pacientas vertikalias kryžminės figūros linijas matys, kaip pro papildomą -0,5 D lęšį, o horizontalias, kaip pro papildomą +0,5 D lęšį. Paciento prašoma palyginti, kurios figūros linijos (vertikalios ar horizontalios) yra ryškesnės. Jeigu ryškesnės vertikalios linijos, korekcija stiprinama -0,25 D žingsniu, jeigu horizontalios - stiprinama +0,25 D žingsniu. Testas kartojamas, kol gaunamas maksimaliai vienodas horizontalių ir vertikalinių linijų ryškumas.



4 pav. Kryžminės grotelės

Visi aprašyti sferinio ir astigmatinio refrakcijos komponento tyrimų metodai yra pakankamai patikimi, tačiau praktikoje galimos situacijos, kuomet tyrimų rezultatai yra prieštaringi. Reikia suprasti, kad sferos, astigmatizmo ašies ar dydžio neįmanoma išmatuoti vienu nekintančiu dydžiu, t. y. tikslumas turi tam tikras paklaidų ribas. Optometrininkas, priimdamas galutinį sprendimą, vadovaujasi geriausio regos aštrumo kriterijumi, remiasi savo profesine patirtimi, konkrečia paciento situacija bei dokumentuoja nustatytos refrakcijos rezultatus.

4. Binokulinio balanso nustatymas

Tyrimo tikslas - surasti ir pataisyti klaidas, galimai atsiradusias dėl nepakankamai atpalaiduotos akomodacijos subjektyviosios refrakcijos tyrimo metu. Šis tyrimas padeda kontroliuoti akomodacinės apkrovos balansą abiem akims su pilna korekcija. Gali būti naudojamos skirtingos technikos, kurios visos atskiria matymo laukus taip, kad tuo pačiu metu būtų galima palyginti abiejų akių regos aštrumo kokybę. Testai skiriasi tik pagal sukurta

matomų vaizdų disociacijos efektą. Kurį testą atlikti, optometrininkas sprendžia pagal savo patirtį, turimą įrangą ir kt. Tyrimai atliekami su pilna refrakcijos ydos korekcija nuotoliui. Po binokulinio balanso tyrimo, galutinis monokulinės refrakcijos dydis neturi pakisti daugiau, nei 0,5 D.

4.1. Binokulinio balanso nustatymas vertikalia prizme

Tyrimo metu pacientui rodoma viena optotipų eilutė arba vienas optotipas, keliomis eilutėmis didesnis, nei pacientas gali matyti. Prieš kairę akį dedama 6 D prizmė baze į viršų. Jeigu pacientas turi gerą binokulinį matymą, jam turi atsirasti vertikalūs dvejinimas: viršutinį vaizdą mato dešinė akis, apatinį – kairė. Klausinama, kuris vaizdas yra ryškesnis. Jeigu ryškiau matomas viršutinis vaizdas, prieš dešinę akį reikia dėti +0,25 D lęšį, jeigu ryškesnis apatinis – lęšis dedamas prieš kairę akį. Pacientui pakartojamas tas pats klausimas. Jeigu vaizdai tampa vienodi, geriau matančios akies sferinė dioptrija pakoreguojama +0,25 D ir prizmė išimama. Jeigu po korekcijos keitimo ryškesnis tapo kitos akies vaizdas, anksčiau nustatyta korekcija yra teisinga, todėl ką tik įdėtą +0,25 D lęšį reikia išimti.

4.2. Binokulinio balanso nustatymas poliarizuotu testu

Prieš akis dedami poliarizuoti lęšiai arba specialūs poliarizuoti akiniai. Kartu gali būti naudojami ir „rūko“ lęšiai. Svarbu, kad paciento galvos padėtis tyrimo metu būtų tiesi, nes ją pakreipus, pasikeičia poliarizacijos kryptis. Pacientui rodoma speciali poliarizacijos testo skaidrė: dvi (arba trys) optotipų eilutės. Viršutinė eilutė matoma dešine akimi, o apatinė – kaire. Prašoma palyginti viršutinės ir apatinės eilutės ryškumą. Jeigu geriau matoma viršutinė eilutė, tai prieš dešinę akį dedamas +0,25 D lęšis, jeigu apatinė – lęšis dedamas prieš kairę akį. Testas kartojamas tol, kol vaizdai tampa vienodi. Jeigu geriau matyti ima kita akis, paskutinis +0,25 D lęšis atmetamas. Atliekant šį testą pacientas neretai viena akimi mato šviesesnę vaizdą, todėl jį gali įvertinti, kaip ryškesnį. Formuluoju klausimą pacientui, reikia akcentuoti, kad rinktųsi ryškesnį, o ne šviesesnę vaizdą. Testo rezultatus ir vertinimą gali apsunkinti anizotropija bei nekoreguota heteroforija.

4.3. Binokulinio balanso nustatymas pakaitiniu dengimu

Prieš abi akis dedami „rūko“ lęšiai (+0,5 D arba +0,75 D). Rodomi optotipai, kurie atitinka 0,5-0,6 regos aštrumą. Pakaitomis dengiant kairę ir dešinę akį, paciento prašoma pasakyti, kuri akis mato ryškiau. Prieš geriau matančią akį dedamas +0,25 D lęšis, kol vaizdas tampa vienodas abiem akims.

5. Subjektyvaus paciento matymo komforto įvertinimas

Nustačius abiejų akių refrakciją, parinkus korekciją ir atlikus binokulinio balanso tyrimą, reikia įvertinti subjektyvius paciento pojūčius ir komfortą. Subjektyviai tiriant refrakciją kabinete, rezultatų tikslumui įtakos turi atstumas iki regos aštrumo testo. Jeigu jis yra 6 m atstumu, gauname paklaidą: $1/6 \text{ m} = 0,16 \text{ D}$, jeigu 5 m – $1/5 \text{ m} = 0,2 \text{ D}$. Nors toks paklaidų dydis neviršija 0,25 D žingsnio, norint gauti geriausią rezultatą, reikia prieš abi akis pridėti +0,25 D ir -0,25 D stiprumo lęšius ir įvertinti paciento regą bei komfortą. Rekomenduojama tyrimą

atlikti su bandomuoju rėmeliu (ne forofteriu) ir leisti pacientui įvertinti matymą natūralesnėmis sąlygomis (pvz. žiūrint pro langą).

Akomodacinių funkcijų tyrimas

Akomodacija - tai akies regimojo nervo (taip pat ir CNS) bei akies raumenų bendros veiklos rezultatas, susijęs su suliejimo (fuzijos) refleksu ir akių optinių ašių suartėjimu (konvergencija) (A. Blužienė, V. Jašinskas; 2005). Akomodaciją provokuoja inervacinis stimulus (neryškus vaizdas tinklainėje), kuris sąlygoja krumplyno raumens susitraukimą ir raiščių, jungiančių krumplyną su lęšiu, atsipalaidavimą. Akomoduojant didėja akies laužiamoji geba ir statinė akies refrakcija tampa dinamine.

Akomodacinių funkcijų tyrimo metu patalpoje turi būti geras, bet ne per ryškus apšvietimas. Tyrimai atliekami su pilnai koreguota refrakcijos yda. Neteisingai nustatyta arba nepilnai koreguota refrakcija, iškraipo akomodacinių funkcijų tyrimo rezultatus. Pirmiausia vertinamas paciento regos aštrumas artumui. Remiantis gautais duomenimis, surinkta anamneze, įvertinus skundus, planuojamas akomodacinių funkcijų ištyrimas. Jeigu pacientui nustatomas geras regos aštrumas artumui, optometrininkas savarankiškai sprendžia, ar reikia tirti kitas akomodacines funkcijas. Esant poreikiui, pasirinktinai gali būti tiriami šie akomodacijos parametrai:

- akomodacijos amplitudė / artimiausias gero matymo taškas;
- teigiama ir neigiama akomodacija (akomodacijos rezervai);
- akomodacijos pajėgumas (angl. *facility*).

Akomodacinių funkcijų tyrimai gali būti atliekami monokuliariai ir binokuliariai. Vienos akies akomodacija vadinama absoliučia, binokulinė – santykinė akomodacija. Santykinė akomodacija visada bus didesnė, nei absoliuti dėl konvergencijos įtakos. Jeigu regos aštrumas artumui yra sumažėjęs, paprastai tai reiškia nepakankamą akomodaciją. Akomodacijos galia priklauso nuo amžiaus – jam didėjant, akomodacija silpnėja. Natūralus fiziologinis akomodacijos nusilpimas dėl amžiaus vadinamas presbiopija. Prasidėjus presbiopijai, geriausias artimo matymo taškas tolsta, todėl žmonėms darosi sunku atlikti kasdienines veiklas: skaityti, dirbti kompiuteriu ir pan. Presbiopijos atveju, pacientui reikia parinkti artumo korekciją (artumo priedą). Jauniems pacientams akomodacijos nepakankamumas gali būti dėl per stiprios akomodacijos, jos paralyžiaus, binokulinio matymo sutrikimų, kitų patologijų.

1. Akomodacijos amplitudės nustatymas

1.1 Akomodacijos amplitudės nustatymas tiriant artimiausią gero matymo tašką objekto artinimo metodu („push up“ testas)

Akomodacijos amplitudė yra tiesiogiai susijusi su artimiausio gero matymo tašku, kai akis dar geba sufokusuoti ryškų vaizdą tinklainėje. Santykinė akomodacijos amplitudė bus 0,5 D didesnė, nei absoliuti. Paciento prašoma žiūrėti į artumo testo 1,0 - 0,8 eilutę 40 cm atstumu. Testas artinamas link akių tol, kol tampa neįmanoma ryškiai įžiūrėti optotipų. Nustačius atstumą, kuriame pacientas optotipų nebeatpažįsta, jį reikia išmatuoti liniuote. Matuojama nuo ragenos viršūnės iki optotipų lentelės. Nustatytas atstumas yra artimiausias gero matymo taškas (*punctum proximum*, PP), išreiškiamas metrais. Žinodami PP, pagal formulę paskaičiuojama akomodacijos amplitudė:

Akomodacijos amplitudė = $1/PP$ (metrais)

Pvz.: $PP = 0,2 \text{ m}$, tuomet: $1/0,2 \text{ m} = 5 \text{ D}$

Akomodacijos amplitudė priklauso nuo paciento amžiaus, todėl rezultatai yra lyginami su amžiaus norma. Skačiuojama pagal Hofstetter formules:

vidutinė akomodacijos amplitudė = $18,5 - 0,3 \text{ amžiaus (metais)}$

minimali akomodacijos amplitudė = $15 - 0,25 \text{ amžiaus (metais)}$

Praktiškai naudojama tik minimalios akomodacijos amplitudės formulė, pagal kurią vertinamas akomodacijos nepakankamumas.

1.2. Akomodacijos amplitudės nustatymas, tiriant neigiamais sferiniais lęšiais

Tyrimo metu pacientui rodomas smulkus 0,8-1,0 skaitymo lentelės tekstas 40 cm atstumu. Laipsniškai pridedami ir stiprinami neigiami sferiniai lęšiai $-0,25 \text{ D}$ žingsniu. Nustatomas didžiausias neigiamas lęšis, su kuriuo paciento matomas vaizdas tampa neryškus, bet dar matomas. Akomodacijos amplitudė apskaičiuojama pagal formulę:

$AA = 1/0,40 \text{ m}$ – pridėto optinio lęšio stiprumas

2. Teigiamos ir neigiamos akomodacijos nustatymas

Teigiamos akomodacijos nustatymas (teigiamas rezervas). Tiriama monokuliariai arba binokuliariai. Binokuliariai tiriami tik gerą binokulinį matymą turintys pacientai. Presbiopijos atveju, testas atliekamas su artumo korekcija. Paciento prašoma žiūrėti į $0,8 - 1,0$ regos aštrumą atitinkantį tekstą 40 cm atstumu. Įspėjama, kad bus pridėti papildomi lęšiai, kurie palaipsniui blogins matymą. Paciento prašoma stengtis įsižiūrėti ir išlaikyti ryškų vaizdą. Prieš akis dedami neigiami sferiniai lęšiai, jų galią palaipsniui didinant ($0,25 - 0,5 \text{ D}$ žingsniu). Didžiausias neigiamų lęšių stiprumas, su kuriuo pacientas dar gali matyti, yra teigiamas akomodacijos rezervas. Tyrimo rezultatų interpretavimui gali būti naudojama Morgano norma: vidutinė santykinė teigiama akomodacija = $-2,25 \text{ D} \pm 1,0 \text{ D}$. Sumažėję teigiami rezervai ($< -1,25 \text{ D}$) gali būti susiję su akomodacijos nepakankamumu.

Neigiamos akomodacijos nustatymas (neigiamas rezervas). Neigiamos akomodacijos tyrimas atliekamas tokiu pat principu, kaip ir teigiamos, tik naudojami teigiami bandomieji lęšiai, kurių tikslas atpalaiduoti akomodaciją. Neigiamos akomodacijos dydį įtakoja paciento akomodacijos gebėjimas adaptuotis, reaguojant į mažiausią akomodacijos stimulą, o santykinė neigiamai akomodacijai svarbus konvergentinės fuzijos gebėjimas. Tyrimo metu reikia stebėti, kad pacientas link savęs neartintų skaitymo lentelės, taip pagerinant matomo vaizdo ryškumą, nes gali būti nustatytas netikslus tyrimo rezultatas. Pagal Morgano normą vidutinė santykinė neigiama akomodacija = $+2,0 \text{ D} \pm 0,5 \text{ D}$. Sumažėję neigiami rezervai gali būti susiję su per stipria akomodacija.

3. Akomodacijos pajėgumo (angl. *facility*) nustatymas

Akomodacijos pajėgumas (lankstumas) rodo akies akomodacinio aparato gebėjimą tam tikru greičiu adaptuotis, keičiantis akomodacijos stimului. Akomodacijos pajėgumas gali būti

matuojamas tolumui ir artumui. Praktikoje dažniau tiriama artumui. Dažniausiai binokuliariai, tačiau esant ne normai, testas kartojamas monokuliariai. Tyrimas informatyvus tik tada, jeigu teigiama ir neigiama santykinė akomodacija yra $> 2,0$ D. Paciento prašoma žiūrėti į žodį skaitymo lentelės 0,8 eilutėje 40 cm atstumu. Pakaitomis prie akių pridedamas $\pm 2,0$ D lęšių laikiklis – fliperis ir skaičiuojamas akomodacijos įtempimo/atpalaidavimo ciklų skaičius per 1 minutę. Pirmiausiai dedami $+2,0$ D lęšiai (akomodacijos atpalaidavimui) ir paciento prašoma pasakyti, kada vaizdas taps ryškus. Kai ženklai išryškėja, fliperis apverčiamas ir prieš akis pridedami $-2,0$ D lęšiai (akomodacijos stimuliavimui) bei vėl prašoma pasakyti, kada vaizdas išryškės. Lęšių keitimo ciklai kartojami 1 minutę. Neturint fliperio, testą galima atlikti naudojant bandomuosius lęšius: binokuliariai įdedamami $+2,0$ D sferiniai lęšiai akomodacijos atpalaidavimui, o vėliau įdedami ir išimami $-4,0$ D sferiniai lęšiai akomodacijos stimuliavimui. Normalus santykinis akomodacijos pajėgumas yra 6 ir daugiau (vidutiniškai 13) ciklų per minutę arba daugiau nei 10 (vidutiniškai 17) ciklų, tiriant absoliučią akomodaciją. Jeigu absoliutus ir santykinis akomodacijos pajėgumas yra sumažėjęs – tai akomodacijos patologija, jeigu sumažėjęs tik santykinis, o absoliutus akomodacijos pajėgumas yra geras – tai vergencijos sutrikimas.

Akomodacinių funkcijų tyrimas optometrininko praktikoje gali būti naudingas parenkant aktualų artumo priedą presbiopinio amžiaus pacientams bei parenkant akomodacinius korekcinius lęšius jauno arba priešpresbiopinio amžiaus pacientams.

Šaltiniai:

1. Pamatizmeklėšanas metodes optometrijā, A. Švede, G.Krūmina, J. Fridrihsons; 2008
2. David A. Palay and Jay H. Krachmer „Primary Care Ophtalmology“ 2edition; 2005
3. A. Blužienė, V. Jašinskas „Akių ligų vadovas“; 2005
4. Dominique Meslin, Essilor Academy Europe „Practical refraction“; 2018
5. Richard J. Kolker, MD „Subjective Refraction and Prescribing Glasses The Number One (or Number Two) Guide to Practical Techniques and Principles“; 2015 (<https://www.aao.org>)
6. Negareh Yazdani, Abbas Azimi Khorasani, Hanieh Mirhajian Moghadam ir kt. „Evaluating Three Different Methods of Determining Addition in Presbyopia“; *Journal of Ophthalmic and Vision Research*. 2016 Jul-Sep; 11(3): 277–281 psl.
7. Peter M. Allen, Daniel J O`Leary „Accommodation functions: Co-dependency and relationship to refractive error“ Volume 46, Issue 4, February 2006, 491-505 psl.