KAUNO MEDICINOS UNIVERSITETAS

Saulius Kušleika

HIPODINAMIJOS ĮTAKA KATARAKTOS GENEZEI

Daktaro disertacija

Biomedicinos mokslai, medicina (07 B)

Kaunas, 2007

Disertacija rengta 2002–2006 metais Kauno medicinos universitete

Mokslinis vadovas:

prof. habil. dr. Alvydas Paunksnis (Kauno medicinos universitetas, biomedicinos mokslai, medicina – 07 B)

Konsultantas:

doc. dr. Valerijus Barzdžiukas (Kauno medicinos universitetas, biomedicinos mokslai, medicina – 07 B)

DAŽNIAUSIAI VARTOTOS SANTRUMPOS

ANOVA – vienfaktorinė dispersinė analizė (*angl. Analysis Of Variance*)

C – lęšiuko žievinės drumstys

df – laisvės laipsnių skaičius

LOCS III – lęšiuko drumsčių klasifikacija, trečioji versija (*angl. lens opacity classification system version III*)

MET-min./sav. – metabolinio ekvivalento minutės per savaitę

mM – milimolis

n – tiriamųjų skaičius

NC – lęšiuko branduolio spalva

NO – lęšiuko branduolio intensyvumas

P – lęšiuko užpakalinės pokapsulinės drumstys

PI – pasikliautinasis intervalas

r – koreliacijos koeficientas

SD – standartinis nuokrypis

χ^2 – chi kvadrato kriterijus

$\bar{x}$ – vidurkis

$s_{\bar{X}}$ – vidutinė kvadratinė paklaida

TURINYS

1. ĮVADAS 6
1.1. Darbo tikslas ir uždaviniai 8
1.1.1. Darbo tikslas 8
1.1.2. Uždaviniai 8
1.2. Darbo naujumas 8
1.3. Mokslinė reikšmė 8
1.4. Praktinė reikšmė 9
2. LITERATŪROS APŽVALGA 10
2.1. Kataraktos problema ir nejudrumas 10
2.2. Nejudrumo poveikis metabolizmui, mitybai, šalinimui 11
2.3. Cinko ir kalcio apykaitos ypatumai akies lęšiukuose kataraktos atveju 12
2.4. Veiksniai, turintys įtakos akies tinklainės mikrocirkuliacijos pakitimams 15
2.5. Fizinio aktyvumo poveikis akių ir sisteminėms ligoms 16
2.6. Oksidacinis stresas 18
2.7. Antioksidantai 20
2.8. Fizinis aktyvumas ir oksidacinis stresas 21
2.9. Fizinio aktyvumo tyrimo metodai 22
2.9.1. Anketos 23
2.9.2. Dienynai ir registracijos žurnalai 24
2.9.3. Elgsenos stebėjimai 25
2.9.4. Žingsniamatis 26
2.9.5. Akselerometras 26
2.9.6. Širdies susitraukimų dažnio stebėjimas 26
2.9.7. Kalorimetrija 27
2.9.8. Dvigubai žymėtas vanduo 27
3. TYRIMO MEDŽIAGA IR METODAI 28
3.1. Eksperimentine dalis 28
3.1.1. Hipodinamija ir jos sukėlimo metodika 28
3.1.2. Cinko ir kalcio tyrimo metodika 29
3.1.3. Tirtų audinių ultrastruktūros nustatymo metodika 29
3.1.4. Šviesos išsklaidymo akies lęšiukuose tyrimas 30
3.1.5. Matematinė-statistinė duomenų analizė 31
3.2. Klinikinė dalis 31
3.2.1. Apklausa 31

3.2.2. Kontingento atrankos kriterijai ir parametrai 31
3.2.3. Oftalmologiniai tyrimai 38
3.2.4. Fizinio aktyvumo nustatymo metodika 41
3.2.5. Matematinė-statistinė duomenų analizė 43
4. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS 44
4.1. Eksperimentinės dalies su gyvūnais tyrimo rezultatai 44
4.1.1. Hipodinamijos poveikis kalcio ir cinko koncentracijų pasiskirstymui triušių akių lęšiukuose 44
4.1.2. Hipodinamijos įtaka akių lęšiukų žievinio sluoksnio ląstelių ultrastruktūrai 45
4.1.3. Šviesos išsklaidymas akių lęšiukuose, paveiktuose 48 parų hipodinamijos 49
4.1.4. Hipodinamijos sukelti akies tinklainės kraujagyslių ultrastruktūros pokyčiai 52
4.2. Pagrindiniai klinikinio tyrimo duomenys 54
4.2.1. Lęšiuko drumstys 54
4.2.2. Regėjimo aštrumas 55
4.2.3. Fizinio aktyvumo tyrimo rezultatai 56
4.2.4. Fizinio aktyvumo ir akių lęšiuko branduolio drumsčių bei jo spalvos intensyvumo pokyčio koreliacijos 62
4.2.5. Šansų santykio įvertinimas 64
4.3. Rezultatų aptarimas 64
5. IŠVADOS 70
6. LITERATŪROS SĄRAŠAS 71
7. PUBLIKACIJOS 80
8. PRIEDAI 81

1. ĮVADAS

Katarakta – dažna vyresniojo amžiaus žmonių liga. Jau XX amžiaus pradžioje katarakta buvo svarbi aklumo problema [14]. Dabar katarakta yra pagrindinė aklumo priežastis pasaulyje. Dėl šios ligos aklų yra apie 18 milijonų žmonių. 48 procentai visų aklųjų nemato dėl kataraktos [128].

Epidemiologinių tyrimų duomenimis, kataraktos paplitimas pradeda didėti penktajame žmogaus amžiaus dešimtmetyje (41–50 m.), aštuntajame dešimtmetyje (71–80 m.) pusei žmonių nustatoma kliniškai pasireiškianti katarakta, o dešimtajame dešimtmetyje (91–100 m.) katarakta nustatoma kiekvienam [91]. Kiekvienais metais pasaulyje daugėja gyventojų. Manoma, jog 2020 metais žemėje gyvens apie 8 milijardus žmonių. Taip pat ilgėja vidutinė gyvenimo trukmė ir ekonomiškai išsivysčiusiose, ir besivystančiose šalyse. Skaičiuojama, jog 2020 metais vyresnių nei 60 metų gyventojų padaugės nuo 400 iki 800 milijonų. Savaime aišku, jog, senėjant populiacijai, daugės ir sergančiųjų katarakta [41]. Asmenų, kurių matymas 0,05 ir blogesnis, 2020 metais pasaulyje gali būti apie 40 milijonų [14]. Tokia padėtis verčia ieškoti sprendimų, kurie įgalintų sumažinti sergančiųjų katarakta skaičių. Galima išskirti šias veiksmų kryptis: taikyti chirurginę intervenciją, bandyti atitolinti kataraktos atsiradimą veikiant rizikos veiksnius arba medikamentinėmis priemonėmis stabdyti kataraktos vystymąsi. Kol kas nesti radikalių, konservatyvių priemonių, stabdančių lęšiuko drumstėjimą [62], todėl chirurginis kataraktos gydymas šiuo metu laikomas efektyviausiu. Nors kataraktos operacijų pasaulyje ir Lietuvoje kasmet daugėja [62], o chirurginė technika tobulėja, tačiau to nepakanka, siekiant mažinti sergančiųjų katarakta skaičių. Antra vertus, chirurginis gydymas, naujų metodikų taikymas lemia didėjančias medicinos paslaugų išlaidas. Net ir atlikus kataraktos operaciją, išlieka antrinės kataraktos susiformavimo tikimybė, kuri gali atsirasti net iki 50 procentų visų operuotų pacientų per 2–5 metus nuo kataraktos operacijos. Antrinės kataraktos gydymas taip pat susijęs su papildomomis išlaidomis ir galimomis pooperacinėmis komplikacijomis. Visa tai didina bendrą kataraktos operacijų kainą [134].

Jei būtų galima paveikti rizikos veiksnius, sergančiųjų sumažėtų. Nustatyta, jog pašalinus bent vieną kataraktos rizikos veiksnį ir taip atidėjus kataraktos išsivystymą 10 metų, asmenų, kuriems reikalinga operacija, sumažėtų 45 procentais [87]. Veiksnių, turinčių įtakos lęšiuko drumstėjimui, yra daug: kai kurie jų žinomi, dėl kai kurių kyla prieštaringos diskusijos, o kiti dar nenustatyti. Tai skatina tyrėjus nagrinėti jau žinomus ir ieškoti naujų kataraktos rizikos veiksnių. Glaudus kataraktos ryšys su amžiumi [91], sąlygojančiu kasdienės veiklos (psichinės ir fizinės) ribojimą [1, 120], duoda pagrindą manyti, jog jos vystymąsi, be kitų jau žinomų veiksnių, kaip antai: rūkymo [51, 96, 113],

cukrinio diabeto [69], aktyviųjų deguonies formų [45, 48], mitybos įpročių [119], antioksidantų trūkumo [26, 27, 104] ir kt., gali sąlygoti ir per mažas fizinis aktyvumas.

Svarbiausi nejudrumą skatinantys veiksniai yra pramonės pažangos pasekmės, t. y. sunkaus fizinio darbo pašalinimas, nedidelės darbinės veiklos energijos sąnaudos. Naujos technologijos (televizija, informacinės technologijos, elektronika darbo vietose, kompiuteriniai žaidimai, internetas) ženkliai sumažino žmogaus fizinį aktyvumą profesinėje veikloje, buityje, laisvalaikiu [129]. Fizinis aktyvumas, didindamas arba palaikydamas funkcines organizmo galimybes, ženkliai lemia biologinį amžių ir sveiko gyvenimo trukmę, kartu ir gyvenimo kokybę [129]. Biologiniu požiūriu judėjimas ir fizinis aktyvumas yra viena priežasčių, lemiančių gerą sveikatą. Tinkamas judėjimas padeda pagerinti ir išlaikyti kaulų ir raumenų, širdies ir kraujagyslių bei kitų sistemų funkcinę būklę. Gerontologijos mokslo įrodyta, kad senėjimas yra dviejų rūšių – fiziologinis ir patologinis, t. y. priešlaikinis. Tai reiškia, kad toje pačioje amžiaus grupėje gali būti skirtingo biologinio amžiaus, nevienodos sveikatos bei darbingumo žmonių [98]. Regėjimo sutrikimai tarp bendraamžių taip pat gali skirtis.

Šiuo metu žinoma, jog fizinio aktyvumo stygius yra nutukimo, hipertenzijos, cukrinio diabeto, išeminės širdies ligos rizikos veiksnys [10]. Didinant fizinį aktyvumą ir koreguojant dietą, galima gerokai efektyviau sumažinti kūno masę nei vien dieta. Aukštas kraujospūdis taip pat yra didelė visuomenės sveikatos problema. Jis sąlygoja širdies priepuolių, širdies, inkstų nepakankamumo, insulto riziką. Intervenciniai tyrimai parodė, jog reguliarus fizinis aktyvumas sumažina hipertonine liga sergančių asmenų sistolinį ir diastolinį kraujospūdį vidutiniškai apie 6–10 mm Hg. Tokio lygio kraujospūdžio sumažėjimą galima pasiekti mažinant kūno masę, ribojant natrio chlorido vartojimą arba skiriant atitinkamus vaistus. Reguliarūs fiziniai pratimai, kaip profilaktinė insulto vyresniame amžiuje priemonė, turėtų būti veiksmingiausi esant normaliam kraujo spaudimui. Fizinis aktyvumas mažina kraujyje trigliceridų, bendrą cholesterolio ir mažo tankio lipidų kiekį ir didina didelio tankio lipidų koncentraciją, t. y. mažina išeminės širdies riziką. Vidutinis fizinis aktyvumas yra taip pat veiksminga profilaktikos priemone išvengiant cukrinio diabeto, nes sąlygoja stabilų gliukozės kiekį kraujyje ir normalų insulino aktyvumą. Minėtos ligos, ypač cukrinis diabetas, turi tiesioginę įtaką kataraktos genezei [69, 81, 103, 108]. Taigi, galima įtarti, jog hipodinamija taip pat gali turėti įtakos ir kataraktos vystymuisi.

Tad mes iškėlėme hipotezę, kad sumažėjęs fizinis aktyvumas gali turėti įtakos lęšiuko drumstėjimui.

1.1. Darbo tikslas ir uždaviniai

1.1.1. Darbo tikslas

Nustatyti hipodinamijos įtaką kataraktos genezei.

1.1.2. Uždaviniai

1. Ištirti cinko, pasižyminčio antioksidacinėmis savybėmis, ir kalcio, dalyvaujančio kataraktos genezėje, kiekybinius pokyčius triušių akių lęšiukuose po 48 parų hipodinamijos.
2. Nustatyti triušių akių lęšiukų žievinės dalies ir tinklainės kraujagyslių ultrastruktūros pokyčius veikiant hipodinamijai.
3. Įvertinti šviesos išsklaidymą, kaip vieną kataraktos genezės požymių, triušių akių lęšiukuose po 48 hipodinamijos parų.
4. Įvertinti akies lęšiuko drumstėjimą ir fizinį aktyvumą asmenims, sergantiems katarakta, ir kontroliniams asmenims. Gautuosius duomenis grupėse palyginti.

1.2. Darbo naujumas

Lietuvoje pirmą kartą imtasi tirti prielaidą, jog sumažėjęs fizinis aktyvumas gali neigiamai veikti lęšiuką ir turėti įtakos jo drumstėjimui. Iki šiol išsamių mokslinių tyrimų apie fizinio aktyvumo sąsają su kataraktos geneze, aprašytų literatūroje, neradome. Šiai prielaidai patikrinti, Lietuvoje pirmą kartą eksperimente, po 48 parų hipodinamijos, lęšiukuose nustatyti cinko ir kalcio kiekybiniai pakitimai. Pirmą kartą po 48 parų hipodinamijos atliktas lęšiukų ir tinklainės kraujagyslių struktūros pokyčių tyrimas. Lietuvoje pirmą kartą panaudotas lazerinis įrenginys šviesos praeinamumui pro lęšiuką tirti. Kadangi eksperimentiniai gyvūnų duomenys dėl biologinio rūšinio skirtumo negali būti tapatūs žmogui, todėl hipodinamijos įtaką kataraktos vystymuisi tirta ir žmonėms. Lietuvoje tai atlikta pirmą kartą.

1.3. Mokslinė reikšmė

Patvirtinta fizinio aktyvumo įtaka kataraktos genezei. Tai rodo ilgai trunkančios (48 parų) hipodinamijos sąlygomis akies lęšiuko žievinio sluoksnio pažeidimai: vakuolizacija, kalcifikacija, šviesą išsklaidančių centrų susiformavimas, padidėjęs skaidulų kompaktiškumas. Šiuos duomenis papildo katarakta sergančių asmenų lęšiuko branduolio intensyvumo (NO), branduolio spalvos

(NC), taip pat žievinių drumsčių (C) ir užpakalinių pokapsulinių drumsčių (P) intensyvumo vidurkių statistiškai reikšmingas padidėjimas ($p<0,001$), fizinio aktyvumo sumažėjimas, lyginant šiuos duomenis su atitinkamais kontrolinių asmenų rodmenimis. Taip pat sergantiesiems katarakta nustatytos statistiškai reikšmingos neigiamos branduolio drumsčių ir jo spalvos intensyvumo koreliacijos su fiziniu aktyvumu. Panaudojus logistinės regresijos metodą, išryškėjo drumsčių atsiradimo rizika priklausomai nuo fizinio aktyvumo, lyginant sergančiųjų ir kontrolinių asmenų grupes. Sergančiųjų branduolio drumsčių intensyvumo (NO) padidėjimo rizika yra 33,017, branduolio spalvos (NC) suintensyvėjimo – 31,893, intensyvesnių žievinių drumsčių (C) – 3,920, o intensyvesnių užpakalinių pokapsulinių drumsčių (P) – 3,099 karto didesnė nei kontrolinių asmenų.

1.4. Praktinė reikšmė

Gautais rezultatais galima remtis planuojant sveikatos politikos kryptis, vykdant kataraktos profilaktiką. Pacientų fizinio aktyvumo skatinimas gali sumažinti ir kitus kataraktos rizikos veiksnius, pvz., hipertenziją [10], cukrinį diabetą [3], didinti antioksidacinį poveikį [65]. Sumažinus rizikos veiksnius ar bent vieną jų pašalinus, kataraktos išsivystymas nutoltų 10 metų, o asmenų, kuriems reikalinga operacija, sumažėtų 45 procentais [87]. Tad fizinio aktyvumo didinimas kataraktos profilaktikos požiūriu turėtų būti veiksmingas.

2. LITERATŪROS APŽVALGA

2.1. Kataraktos problema ir nejudrumas

Visame pasaulyje – tiek išsivysčiusiose, tiek besivystančiose šalyse – sparčiai ilgėja žmonių gyvenimo trukmė, ir kasmet apanka apie 1000 iš 1 mln. gyventojų [42]. Pasaulio sveikatos organizacijos duomenimis, apie 20 mln. žmonių pasaulyje yra apakę dėl amžinės kataraktos [123]. Socialine prasme svarbi senstant besivystanti katarakta.

Tiriant amžiaus įtaką kataraktos vystymuisi nustatyta, jog, didėjant amžiui, daugėja ir sergančiųjų katarakta [1, 57, 107, 116, 120]. Tai patvirtina Suomijos [57] ir Japonijos mokslininkų tyrimai [107]. Kaip antai, 70–74 m. amžiaus grupėje 44,6 procentai tiriamųjų sirgo katarakta, tuo tarpu 80–89 m. grupėje – 97,6 procentai [57]. Japonai, ištyrę kataraktos požiūriu 884 asmenis ir suskirstę tiriamuosius į atitinkamas amžiaus grupes: 50–59 m., 60–69 m., 70–79 m., 80 m. ir daugiau, šią ligą diagnozavo atitinkamai 36,5, 65,6, 84,3 ir 100 procentų [107]. Bandoma ieškoti šio ryšio priežastinių veiksnių. *Bron* ir bendraautoriai [15] pažymi, jog su amžiumi akies lęšiuke sumažėjusi šviesos transmisija yra susijusi su šviesos absorbcijos, išsklaidymo ir fluorescencijos padidėjimu. Tai sąlygoja glutation-3 hidroksikinureino glikozido kaupimasis lęšyje. Šis fluoroforas, atsirandantis kitose organizmo sistemose, patekęs į akį, gali prisijungti prie kristalinų ir sudaryti didelio molekulinio svorio agregatus, sąlygojančius šviesos išsklaidymą. Be to, regėjimo sutrikimai vyresniame amžiuje lemia žmogaus fizinės ir psichinės veiklos pakitimus bei mažesnį kasdienės veiklos aktyvumą [1, 120].

Kataraktos operacijų poreikis nuolat didėja dėl ilgėjančios žmonių gyvenimo trukmės bei didėjančio poreikio gerai matyti vyresniame amžiuje, nes nuo to priklauso gyvenimo kokybė, žmogaus dalyvavimas aktyvioje veikloje. Antra vertus, pagal Karoblį [64], ar mes iki pat gilios senatvės būsime sveiki, energingi, žvalūs, dažniausiai priklauso tik nuo mūsų pačių. Šiame amžiuje žmogus mažai juda: į darbą vyksta automobiliu arba visuomeniniu transportu, darbe važinėja liftu, namuose sėdi minkštasuolyje priešais televizorių, kvėpuoja užterštu oru, neretai dar ir cigaretės dūmais persunktu [64]. Norėdami džiaugtis gyvenimu, turime fiziškai mankštintis, kasdien judėti. Ne ramybė reikalinga, o protingas aktyvumas, sistemingai ir laipsniškai didėjantis krūvis, stiprinantis širdį, galingus ir lanksčius raumenis. Daugelį vaistų gali ir turi pakeisti tyras oras, judėjimas [64]. Anot Kurtinaičio [74], Lietuvoje sveikatos samprata tokia: susirgau, perku vaistus, gydausi. Nesuvokiame, jog gyvenimas pirmiausia yra judėjimas, fizinis ir dvasinis tobulėjimas. Pasak Naužemio [98], jei pagyvenę žmonės atlieka fizinius pratimus ar užsiiminėja kita fizine veikla, tai pamažu sulėtėja jų senėjimo procesas, pagerėja

judesių koordinacija, auga raumenų masė, pagerėja greitumo, ištvermės ir jėgos ypatybės. Fizinių pratimų dėka žmogaus laikysena yra graži. Pagyvenusio amžiaus žmonių fizinės kultūros uždaviniai tokie: 1) sistemingais ir gerai organizuotais pratimais nuolat stiprinti organizmą; 2) nuolat kryptingai ugdyti visas fizines ypatybes; 3) jaunystėje įgytus fizinius įgūdžius nuolat tobulinti ir stengtis juos išlaikyti iki gilios senatvės. Senesniam žmogui sportas nėra priemonė pasiekti aukštų rezultatų, bet galimybė judėti, suteikti sau džiaugsmo, išlaikyti gerą formą ir sveikatą. Manau, tai kiekvieno mūsų uždavinys. Lietuviai, aklai tikėdami vaistų visagalybe, užgniaužia savyje poreikį judėti, visiškai atsiduodami pasyvumui ir ligai. Tada jau sergančiojo judrumas dar labiau ribojamas [68]. Veikiant vienam ar keliems judrumą mažinantiems veiksniams, žmogus tampa nejudrus. Reikia pažymėti ir tai, jog dažnai žmogus tampa nejudrus dėl savo tingumo, pasyvaus gyvenimo būdo. Dažnai nejudrumas apibūdinamas kaip absoliutus judesių nebuvimas. Tai reliatyvi sąvoka, apibūdinanti įvairias situacijas, kuriose judrumas yra sutrikdytas arba sumažėjęs. Judrumo apribojimai gali pasireikšti bet kurioje gyvenimo sferoje – fizinėje, emocinėje, intelektinėje ar socialinėje. Pavyzdžiui: a) fizinis neaktyvumas – tai kūno judesių sumažėjimas, nuolat mažėjant energijos poreikiams; b) fizinis judesių trukdymas ar apribojimas, atsirandantis dėl didelio fizinio nejudrumo, motorinio paralyžiaus, judesius smarkiai ribojančios aplinkos (kosminis laivas, kvėpavimo aparatas) arba mechaninių gydomųjų įtaisų (įtvarai, tempimas ar spaudimas); c) ilgalaikė tam tikra kūno padėtis (gulėjimas, sėdėjimas ar stovėjimas), sutrikdanti normalų gebėjimą keisti pozą – viena pagrindinių nejudrumo pasekmių; d) sensorinių (jutimo) funkcijų apribojimas, dėl kurio nebestimuliuojami judesiai ir reakcijos į juos. Konkretų asmenį gali veikti bet kuri arba visos minėtos nejudrumo formos [66, 67].

2.2. Nejudrumo poveikis metabolizmui, mitybai, šalinimui

Su judėjimu ir judrumu yra susiję daug organizmo struktūrų ir dalių, todėl nejudrūs žmonės patiria daug įvairių problemų, kurios paliečia visas gyvybines veiklas. Panagrinėsime plačiau nejudrumo įtaką metabolizmui, mitybai ir šalinimui, nes pastarieji yra susiję ne tik tarpusavyje, bet ir su įvairių audinių bei organų funkcijomis bei struktūra. Mityba iš dalies patenkina medžiagų apykaitos poreikius, o metabolizmo atliekos šalinamos iš organizmo. Pagrindiniai metabolizmo pokyčiai, kuriuos sukelia nejudrumas, – tai sumažėjusi pagrindinė apykaita, neigiama azoto ir kalcio pusiausvyra. Dėl nejudrumo pagrindinė apykaita ir deguonies sunaudojimas sumažėja vidutiniškai 6,9 proc. Tai atspindi dėl nejudrumo sumažėjusius organizmo energetinius poreikius. Normaliomis sąlygomis yra baltymų sintezės ir skilimo pusiausvyra (anabolizmas atsveria katabolizmą). Azotas, kurio kiekis kraujyje atspindi baltymų skilimą, išskiriamas iš organizmo su

išmatomis ir šlapimu. Imobilizavus sveiką žmogų, maždaug 5–6-ąją dieną labai padaugėja išskiriamo su šlapimu azoto. Pagausėjusi azoto ekskrecija sąlygoja neigiamą azoto pusiausvyrą – išskiriama daugiau azoto, nei organizmas jo gauna. Neigiama azoto pusiausvyra atspindi baltymų sintezės sumažėjimą. Azoto kiekio padidinimas maiste neatstato jo pusiausvyros, tačiau, taikant parenterinį maitinimą aminorūgštimis, pavyksta sukoreguoti azoto balansą [66]. Akies lęšiukas susideda iš baltymų kristalinų, todėl nejudrumas gali veikti jų sintezę ar struktūros pokyčius. Su amžiumi baltymų, kurių masė nuo 20–30 kDa, padaugėja, o kurių masė >50 kDa, – sumažėja. Taip pat su amžiumi vyksta aminorūgščių, įeinančių į baltymų sudėtį, deamininimas. Atsiranda proteolitiškai paveiktų β kristalinų. Manoma, jog proteazė m-kalpainas aktyviai dalyvauja šiame procese [115].

Neigiamą kalcio pusiausvyrą taip pat lemia nejudrumas. Šiuo atveju iš organizmo su šlapimu jo išsiskiria daugiau, nei patenka su maistu dėl besivystančios osteoporozės. Be to, kalcio kiekio padidėjimas inkstuose ir šlapime skatina akmenų susidarymą. Paprastai kalcio yra šlapime ir jis ištirpsta, jei šlapimo tūris, pH ir citrinos rūgšties koncentracija yra normalūs. Jei dėl nejudrumo atsiradusį kalcio ekskrecijos padidėjimą lydi proporcingas kitų trijų minėtų rodiklių padidėjimas, susidarančios kalcio nuosėdos įtakos neturi. Deja, paprastai padidėja tik kalcio išsiskyrimas, o citrinos rūgšties koncentracija lieka tokia pati. Taip sutrinka svarbi kalcio ir citrinos rūgšties koncentracijos pusiausvyra, o pH neženkliai padidėja. Šlapimo kiekis šiek tiek padidėja, bet ne proporcingai kalcio išsiskyrimui. Dėl šių veiksnių derinio susidaro kalcio nuosėdos ir gali formuotis šlapimo takų akmenys [66]. Taigi, sutrikus kalcio homeostazei, kalcis gali kauptis ir akies lęšiuke, kas yra būdinga kataraktai [6, 106]. Kušleikaitės ir bendraautorių tyrimo duomenimis [76, 78], hipodinamijos sąlygomis sutrinka vario, mangano, magnio, kalcio, cinko homeostazė, kuri tiesiogiai sąlygoja kardiomiocitų, lygiųjų raumenų (tarp jų ir tinklainės kraujagyslių) ultrastruktūros ir kontraktiliškumo pakitimus. Toliau analizuosime literatūros duomenis apie cinko, aktyvinančio daugelį fermentų, pasižyminčio antiapoptoziniu veikimu, dalyvaujančio akies tinklainės funkcinėje sankaupoje, ir kalcio, lemiančio šviesos išsklaidymo centrų formavimąsi akies lęšiuke, kitimus sergant katarakta.

2.3. Cinko ir kalcio apykaitos ypatumai akies lęšiukuose kataraktos atveju

Chen [19] ir kiti [24], tirdami cinko ir kalcio kiekybinius pokyčius akies lęšiukuose ir kraujo serume senatvinės kataraktos atveju, nustatė, jog šių elementų kiekiai lęšiukuose buvo statistiškai patikimai didesni, o serume – mažesni nei sveikų asmenų. Lyginant kataraktos išsivystymo lygius, nustatyta, jog cinko koncentracija lęšiuke smarkiai padidėjusi subrendusiose kataraktose. Nustatyta,

jog cinko kiekis siejasi ir su lęšiuko spalva. Kuo spalva intensyvesnė ir lęšiukas rudesnis, tuo cinko randama daugiau [28].

Skaidriuose žmogaus lęšiukuose daugumos žievinių skaidulų, turinčių branduolius, laktatdehidrogenazės, kurios kofaktoriumi yra cinkas, aktyvumas yra padidėjęs ir nepriklauso nuo amžiaus. Tuo tarpu lęšiuko centre esančių skaidulų, turinčių mažai branduolių, tūris didėja priklausomai nuo amžiaus, o laktatdehidrogenazės aktyvumas mažėja. *Heinitz* [54] nustatė, jog senatvinės kataraktos metu sutrinka gliukozės pasisavinimas, kuris sąlygoja fermentų (gliukozė-6 fosfatazės, heksokinazės, laktatdehidrogenazės, malatdehidrogenazės ir fosfofruktokinazės) aktyvumo sumažėjimą. Išvardytų fermentų aktyvumui yra būtinas cinkas. Tad autorius senatvinės kataraktos profilaktikai siūlo naudoti preparatus, turinčius cinko (cinko aspartato). Kiti autoriai [30] kalcio ir cinko susikaupimą „rūkančių“ žiurkių akių lęšiukuose, lyginant su šių elementų kiekiu kontroliniuose lęšiukuose, aiškina padidėjusiu membranų pralaidumu. Ištyrus cinką ir baltymų sudėtį akies lęšiuko žievinėje ir branduolinėje dalyje senatvinės branduolinės ir žievinės kataraktos atvejais, nustatyta, jog cinko koncentracija padidėjusi abiem kataraktos atvejais [114], tačiau daugiau žievėje nei branduolyje. Cinko kiekio padidėjimą žmogaus kataraktiniuose lęšiukuose nustatė ir kiti autoriai [101]. Be to, nustatytas cinko koncentracijos padidėjimas traumuotuose lęšiukuose. Teigiama, jog cinko kiekio padidėjimas siejasi su kompensacine reakcija, mažinančia baltymo kristalino metabolizmo sutrikimus [63]. Minėti kiekybiniai cinko pokyčiai akies lęšiukuose paskatino tyrėjus rekomenduoti dideles cinko dozes ir antioksidantus naudoti amžinių ligų, tarp jų ir kataraktos, studijose.

Normaliai kalcio koncentracija lęšiuke kinta su amžiumi nuo 10 µmol/l (esant dvidešimties metų) iki 15 µmol/l (esant 60 metų) [12]. Nustatyta, jog kalcio jonai yra svarbūs žmogaus akies lęšiuko fiziologijai. Gausiai kalcio randama signaliniuose ląstelių receptoriuose, t. y. muskarininiuose, purinerginiuose ir histamininiuose [33]. Normaliai kalcio koncentracija akies ląstelėse esti tik 0,1 proc. jo kiekio, randamo aplinkiniuose skysčiuose. Užląstelinė kalcio koncentracija yra didelė, o ląstelėse – maža, todėl pagal koncentracijos gradientą kalcio jonai juda į ląstelės vidų. Maža kalcio koncentracija ląstelėje palaikoma keliais mechanizmais. Vienas jų yra baltymo kalmodulino reguliuojama Ca ATPazė, randama tiek epitelinių ląstelių, tiek skaidulų membranose. Ca ATPazė aktyviai „siurbia“ kalcį iš ląstelės. Kitas mechanizmas – Na/Ca pasikeitimo mechanizmas, priklausantis nuo Na gradiento, esančio lęšiuko viduje. Patekus į ląstelę 3 Na jonams, iš ląstelės išstumiamas vienas kalcio jonas [11].

Matsushima ir bendraautorių duomenimis [89], fiziologinė kalcio koncentracija žmogaus lęšiukuose yra apie 2 mM. Kalcio koncentracijos sumažėjimas ar padidėjimas sąlygoja lęšiuko epitelinių ląstelių nenormalią proliferaciją. Nesant terpėje kalcio, epitelinės lęšiuko ląstelės išburksta, pakinta jų forma. Taip pat kalcio sumažėjus lęšiuko ląstelėse gali kisti jų forma ir taip

vystytis katarakta. Esant padidėjusiai kalcio koncentracijai, epitelinės lęšiuko ląstelės labai pailgėja, suyra, degraduoja lęšiuko baltymai. Be to, pakitusi kalcio homeostazė sąlygoja nenormalią ląstelių proliferaciją, kuri yra lydima kataraktos ir užpakalinės kapsulės drumstėjimo [89]. Kiti autoriai [50, 95] taip pat mano, jog kalcio koncentracija turi įtakos lęšiuko augimui, o padidėjusios kalcio koncentracijos aktyvinami fermentai gali skatinti vystytis kataraktą. Per didelis kalcio kiekis epitelinėse akies lęšiuko ląstelėse aktyvina nuo kalcio priklausančius fermentus, sukeliančius negrįžtamus svarbių struktūrinių baltymų pakitimus ir ląstelės žūtį. Lęšiukas drumstėja, nes jo baltymai – kristalinai, lemiantys lęšiuko skaidrumą, pasidaro netirpūs. Manoma, jog netirpumą lemia kristalinų proteolizė dėl viduląstelinės cisteino proteazės (kalpaino), kurios aktyvumui būtinas kalcis, poveikio [7]. Kalcis taip pat svarbus perduodant tarpląstelinius signalus, susijusius su ląstelių komunikacija metabolizmo, kontrakcijos ir kt. procesuose [32]. Tad jo koncentracijos kitimas gali veikti minėtus procesus. Didelis lęšiuko jautrumas G baltymo muskarininiams, adrenerginiams, purinerginiams receptoriams sąlygoja viduląstelinio kalcio išlaisvinimą. Tad šių receptorių aktyvinimas taip pat gali skatinti kataraktos vystymąsi. Kaip antai, užsitęsus viduląstelinio kalcio padidėjimui, gali būti aktyvinamos proteazės, pvz., kalpainas. Tai gali negrįžtamai pažeisti svarbių baltymų struktūrą. Be to, G baltymo receptorių aktyvinimas moduliuoja (didina) lęšiuko ląstelių augimą, o tai skatina užpakalinės kapsulės drumstėjimą [32].

Nustatytas ryšys tarp kalcio-kalmodulino (Ca-CaM) ir ciklinio adenozino monofosfato (cAMP) ir šio ryšio reikšmė kataraktos genezei. Senatvinės kataraktos atveju epitelinėse lęšiukų ląstelėse Ca-CaM padaugėja, o cAMP – sumažėja. Tuo tarpu sveikuose lęšiukuose cAMP esti gausiai. Manoma, jog maža cAMP koncentracija gali sąlygoti kalcio kaupimąsi ir kataraktos vystymąsi [84]. Kalcio homeostazės sutrikimas sąlygoja lęšiuko skaidulų irimą ir jų struktūros kitimą – globulizaciją. Tai skatina šviesos išsklaidymo centrų formavimąsi esant kataraktos genezei [6]. Jei lęšiuko žievė yra lokalizuota greta epitelio, tai tiesiogiai mažina Na/K-ATPazės aktyvumą epitelyje. Šis sumažėjimas sąlygoja vandens kaupimąsi ir smulkių hialino grūdelių, t. y. hialino kataraktos formavimąsi [117]. Žiurkių, maitintų galaktoze, lęšiukuose atsiradusios mikroskopinės vakuolės ir kalcio susikaupimas yra lydimas padidėjusio šviesos išsklaidymo ir padrumstėjimo [56]. Cukrinio diabeto atveju, esant sutrikusiai angliavandenių apykaitai, osmosinis stresas ir kalcio susikaupimas akių lęšiukuose yra svarbi priežastis kataraktai vystytis. Morfologiniai pažeidimai (epitelinių ląstelių transformacija į fibroblastus), randami eksperimento metu triušių akių lęšiukuose, sukėlus jiems priekinę segmentinę nekrozę, yra panašūs į pakitimus, nustatomus senatvine katarakta sergančio žmogaus, esant pokapsulinei kalcifikacijai, akių lęšiukuose [37]. Tokiu būdu modelis padeda geriau suprasti struktūrinius pakitimus, sukeltus kalcio kaupimosi lęšiukuose. Taigi kataraktai įtakos turi ir dėl įvairių priežasčių sutrikusi cinko bei kalcio homeostazė.

2.4. Veiksniai, turintys įtakos akies tinklainės mikrocirkuliacijos pakitimams

Atlikus kataraktos palyginimo su mirtingumu daugiafaktorinę logistinės regresijos analizę nustatyta, jog yra ryšys tarp kataraktos ir padidėjusio bendro mirtingumo bei padidėjusio mirštamumo nuo širdies ir kraujagyslių ligų [59]. Tai duoda pagrindą manyti, jog katarakta gali būti susijusi ir su akies mikrocirkuliacijos pakitimais. Literatūros duomenų apie kataraktos ryšį su akies mikrocirkuliacijos pakitimais neradome, todėl analizavome literatūros duomenis apie veiksnius, lemiančius tinklainės kraujagyslių ultrastruktūros kitimus.

Viena tinklainės kraujagyslių funkcijų yra tiekti maisto medžiagas akies audiniams (tarp jų ir lęšiukui), tai gali vykti ir difuzijos būdu. Difuzija gali būti paprasta ir lengvesnė dalyvaujant baltyminės kilmės pernešėjams. Elektrolitai pro ląstelių membranas pernešami aktyvaus pernešimo būdu naudojant bioenergiją. Šie medžiagų tiekimo būdai gali trikti vykstant tinklainės mikrocirkuliacijos kitimams, o pastarieji gali būti sąlygojami daugelio priežasčių. *Hubbard* ir bendraautorių [60] duomenimis, tinklainės mikrocirkuliacijos pakitimai yra lydimi aukšto kraujospūdžio. Šiai minčiai pritaria ir kiti autoriai [110], teigdami, jog tinklainės arterijų susiaurėjimas – tai ženklas apie aukštą tranzitinį (kai kraujospūdis pakyla ir po kurio laiko krenta ir vėl kyla) ar pastovų kraujospūdį. Tokie mikrocirkuliacijos sutrikimai gali sąlygoti insulto riziką [130], nes vykstantys aterosklerozinė pažeidimai akies tinklainės kraujagyslėse yra lydimi struktūrinių pakitimų, atsirandančių smulkiosiose smegenų arterijose [80]. Dažnai aterosklerozė siejasi su tinklainės arteriolių tinklo (kolateralių) išsivystymu [18].

Kai kurių autorių duomenimis [125], leukocitų pagausėjimas mikrocirkuliacijoje rodo tinklainės kraujagyslių disfunkciją, kurios priežastis yra aterosklerozė. Hipercholesterolemija [132] sąlygoja tinklainės venulių, arteriolių susiaurėjimą. Tiriant tinklainės arteriolių susiaurėjimo ryšį su klinikine išraiška, nustatyta, jog populiaciniai tyrimai gali padėti įvertinti arteriolių ligos įtaką širdies, smegenų ir kitų organų ligoms [70].

Nustatytas skirtingas serotonino poveikis ateroskleroze sergančių ir sveikų beždžionių regos kraujagyslėms. Sergančių beždžionių tinklainės centrinėje ir užpakalinėje ciliarinėje arterijose serotoninas sukelia spazmus. Sveikoms beždžionėms šis poveikis neišryškėja. Manoma, jog spazmas gali sukelti okliuziją ir tinklainės išemiją. Serotonino pagausėjimą kraujyje sukelia tam tikri vartojami maisto produktai (silkė, fermentinis sūris ir kt.), todėl vazokonstrikciją gali skatinti ir maistas [53]. Esant mažai pažeistoms akies ir miego arterijų intimoms, gydant dieta pavyko eksperimente dalyvaujančioms beždžionėms per keletą mėnesių sumažinti arterijų pažeidimus, atsiradusius dėl trombocitų agregacijos sutrikimų, veikiant serotoninui [112]. Alfa tokoferolis ir beta karotinas panaudoti 6,6 metų neapsaugojo rūkančiųjų tinklainės kraujagyslių nuo aterosklerozinių pažeidimų [122]. Rūkymas statistiškai patikimai sumažina cinko kiekį organizme ir

yra svarbus aterosklerozės patogenezėje [77]. Kaip minėta, cinkas dalyvauja akies tinklainės funkcinėje sankaupoje. Tad rūkymas galėjo mažinti cinko kiekį ir akies tinklainėje, o alfa tokoferolis ir beta karotinas, kaip antioksidantai, šios priežasties panaikinti negalėjo.

Be to, glaudus ryšys nustatytas tarp rūkymo ir kataraktos vystymosi. Tyrimai rodo, kad, patekę į kraują, cigarečių dūmų komponentai gali reaguoti su plazmos baltymais, taip pat jungtis kovalentinėmis jungtimis su glikolizės endoproduktais. Dėl tabako dūmų poveikio pakitę glikolizės endoproduktai kaupiasi ant plazmos žemo tankio lipoproteinų, kraujagyslių sienelių ir lęšiuko baltymų ir taip skatina struktūrinius kristalinų pokyčius, sąlygojančius kataraktos genezę. Ištyrus lęšiuko ekstraktus ir vainikinių kraujagyslių sienelių preparatus, nustatyta, jog rūkančiųjų minėtuose ekstraktuose ir preparatuose pakitusių gliukolizės endoperoksidų koncentracija buvo didesnė nei nerūkančiųjų [99]. Be to, dėl pablogėjusios mikrocirkuliacijos galėjo sutrikti lęšiukų aprūpinimas gyvybiškai svarbiomis medžiagomis, pvz., cinku, kuris, be minėtų savybių, yra svarbus ir „cinko pirštų“ domenui, o pastarasis yra būdingas baltymų-DNR ir baltymų-baltymų sąveikos elementas [73]. Lęšiuko α, β, γ, δ ir kt. kristalinų agregacija, kuri sąlygoja kataraktos vystymąsi [115], ir yra baltymo-baltymo sąveikos suardymas. Taip pat manoma, jog cigarečių dūmuose esantis kadmis ar izocianatas gali pažeisti lęšiuką [52]. Kadmio, kaip cinko antagonisto, kaupimasis organizme gali sutrikdyti daugelį cinko atliekamų organizmo funkcijų, saugančių jo struktūras nuo laisvųjų radikalų pažeidimo, teigiamai veikiančių gliukozės metabolizmą, padedančių organizmui adaptuotis stresogeninėse situacijose ir kt. [55, 76, 77]. Taigi mikrocirkuliacijos, susijusios su lęšiuko aprūpinimu įvairiomis maisto medžiagomis, sutrikimai gali netiesiogiai sąlygoti kataraktos vystymąsi. Taip manyti skatina ir mūsų šiame darbe gauti duomenys (pateikti duomenų skyrelyje) apie teigiamą cinko reikšmę lęšiuko ir tinklainės kraujagyslių, paveiktų hipodinamijos, ultrastruktūrai.

2.5. Fizinio aktyvumo poveikis akių ir sisteminėms ligoms

Fizinis aktyvumas tai skeleto raumenų sukelti kūno judesiai, kurie ženkliai padidina energijos išeikvojimą [35].

Išsamių fizinio aktyvumo sąsajos su kataraktos geneze studijų mokslinėje literatūroje neradome. Pateikiami pavieniai duomenys, kuriuose teigiama, jog fizinių pratimų ir visavertės mitybos nauda akies ligų profilaktikai buvo įrodyta tiriant kataraktą, amžinę geltonosios dėmės degeneraciją, cukrinį diabetą, aterosklerozę, hipertenziją ir išeminę širdies ligą [3, 97]. Pagal *Natrajan* [97], penkis kartus per savaitę 30 min. mankšta kartu su racionalia mityba padeda palaikyti gerą savijautą, sveikatą ir sumažina 20 negalavimų, sąlygojamų fizinio aktyvumo stokos, atsiradimo galimybę. Mažam fiziniam aktyvumui apibūdinti vartojamas terminas fizinis pasyvumas.

Fizinio pasyvumo žala lygiavertė rūkymui, aukštam kraujo spaudimui ar dideliam cholesterolio kiekiui. Fizinis pasyvumas gali provokuoti daugelį ligų (2.1 lentelė) [8].

2.1 lentelė. Sveikatos sutrikimai, atsirandantys dėl mažo fizinio aktyvumo

Sveikatos sutrikimai, kuriuos provokuoja fizinis pasyvumas (pagal *Booth* ir kt. [8])
Ankstyva mirtis Cholesterolio kiekio padidėjimas kraujyje Cukrinis diabetas (antrojo tipo) Depresija Didelio tankio lipoproteinų sumažėjimas kraujyje Gyvenimo kokybės pablogėjimas Hipertenzija Infarktas Insultas Išeminė širdies liga Kasos vėžys Pažintinių funkcijų pablogėjimas Krūties vėžys Miego apnėja Nutukimas Osteoporozė Periferinės kraujagyslių ligos Prostatos vėžys Sąnarių sustingimas, nejudra Širdies ligos dėl hiperemijos Trigliceridų kiekio padidėjimas kraujyje Tulžies pūslės akmenligė Žarnų vėžys

Reguliarūs fiziniai pratimai, mažindami cholesterolio ir cukraus kiekį kraujyje, ir visavertė mityba gali apsaugoti bei stabilizuoti sistemines ir akių ligas (tarp jų ir kataraktą) [3]. Atvirkščiai, oksidacinis stresas, rūkymas, kardiovaskulinės sistemos ligos, cukrinis diabetas, neracionali mityba, nutukimas, fototoksinis saulės šviesos poveikis sąlygoja kataraktos vystymąsi [100]. Žmogaus organizme nuolat vyksta šviesos ir deguonies veikiama lęšiuko baltymų oksidacija, kurios metu baltymų tiolo (-SH) grupės oksiduojasi. Todėl baltymų (kristalinų) molekulėse susidaro skersinės kovalentinės jungtys. Jos sąlygoja kristalinų agregaciją, dėl to mažėja lęšiuko skaidrumas [111]. Kataraktos progresavimui sustabdyti rekomenduotina nešioti saulės spindulius sulaikančius akinius, vartoti vitaminų C, E, beta karotino, mikroelementų (cinko, seleno), vaisių, daržovių ir reguliariai mankštintis. Centrinės tinklainės venų ir arterijų okliuzijos riziką taip pat mažina didesnis fizinis aktyvumas ir antioksidantai [3]. Išsamių literatūros duomenų apie fizinio aktyvumo ryšį su kataraktos geneze nėra. Truputį detaliau ir plačiau analizuojama oksidacinio streso ir fizinio aktyvumo sąsaja. Tad pirmiausia svarbu paanalizuoti, kokią įtaką oksidacinis stresas turi kataraktos

vystymuisi, kad, remiantis literatūros duomenimis apie oksidacinio streso ir fizinio aktyvumo sąsaja, būtų galima netiesiogiai suvokti ir per mažo fizinio aktyvumo reikšmę kataraktos genezei.

2.6. Oksidacinis stresas

Oksidacinis stresas yra neišvengiama aerobinio gyvavimo pasekmė, tačiau jis lemia daugelį degeneracinių procesų, ligų ir sindromų. Manoma, jog oksidaciniai lęšiuko pažeidimai, įskaitant nukleininių rūgščių, baltymų ir lipidų, yra pirminiai formuojantis kataraktai [38]. Taigi oksidacinis stresas gali būti kataraktos vystymosi priežastimi. Normaliame lęšiuke esti pusiausvyra tarp oksidacinio poveikio ir antioksidacinės apsaugos. Kataraktos pažeistų lęšiukų ši pusiausvyra sutrinka ir antioksidacinė apsauga susilpnėja. Lęšiukas nuolat yra veikiamas daugelio oksidacinių veiksnių ir dėl to patiria lėtinį oksidacinį stresą. Galimybės atsinaujinti ar atstatyti pažeistas molekules yra ribotos. Nustatyta, jog dauguma oksidantų, dalyvaujančių oksidacinio streso lęšiuke susidaryme, yra aktyviosios deguonies formos: superoksido radikalas, vandenilio peroksidas, hidroksiradikalas, singletinis deguonis ir kt. Superoksido radikalas yra laisvasis radikalas, susidaręs tiesiog iš molekulinio deguonies, įvykus vieno elektrono redukcijai. Jis gali susiformuoti įvairiais būdais, įskaitant įvairias metabolinių reakcijų tarpines grandis. Tai nėra stiprus oksidantas, bet pakankamai reaktyvus. Jis reaguoja (dalyvaujant fermentui superoksido dismutazei – SOD) su vandenilio jonais ir susidaro vandenilio peroksidas, kuris taip pat nėra labai aktyvus, nes jį skaido katalazė. Pavojus kyla, kai nenukenksmintas vandenilio peroksidas reaguoja su geležies ar vario jonais ir vadinamosios Fentono reakcijos metu gaminasi reaktyvūs hidroksilo radikalai. Žalingas šių ir kitų radikalų poveikis mažinamas įvairiais gynybos mechanizmais. Lęšiuke nėra kraujagyslių, todėl visas mitybos bei kitas medžiagas jis gauna difuzijos būdu iš jį supančių skysčių. Jei kraujagyslės būtų lęšiuke, jos taptų potencialiais šviesą sklaidančiais židiniais. Jų nebuvimas lęšiuke pašalina tokią galimybę. Tai, jog lęšiuke nėra kraujagyslių, mažina deguonies kiekį pačiame lęšiuke ir aplink jį, taip mažėja ir aktyvių deguonies formų susidarymo galimybė. Be to, lęšiuke yra neįprastai didelė glutationo koncentracija, kurio sudėtyje yra tiolo, galinčio neutralizuoti laisvuosius radikalus, detoksikuoti vandenilio peroksido jonus ir organinius peroksidus. Glutationas yra glutationo peroksidazės kofaktorius. Glutationo koncentracija lęšiuke yra apie 5 mmol/l ar didesnė. Daugiausia jo randama epitelyje ir išoriniuose žieviniuose sluoksniuose. Kitas svarbus žmogaus lęšiuko antioksidantas yra askorbo rūgštis. Lęšiuke taip pat yra antioksidacinių fermentų, įskaitant katalazę ir glutationo peroksidazę, kurie detoksikuoja vandenilio peroksidą, taip pat superoksido dismutazė, kuri pašalina superoksido anioną, nors ir susidarant vandenilio peroksidui. Glutationo redukcijos ciklas, regis, turi pagrindinę reikšmę antioksidacinėje lęšiuko gynyboje. Dažniausiai

glutationas, kuris oksiduojasi, labai greitai redukuojamas, dalyvaujant glutationo reduktazei. Glutationo reduktazės pažeidimas sustabdo šį procesą ir tai gali sąlygoti kataraktos vystymąsi [133].

Daugelio tyrimų rezultatai patvirtina, kad svarbiausias procesas, skatinantis kataraktos vystymąsi – oksidacinis lęšiuko pažeidimas [79].

Vykstant normaliai medžiagų apykaitai ir veikiant išoriniams veiksniams (saulės spinduliams, rūkymui, įvairiems teršalams) organizme susidaro reaktyvios deguonies formos – vandenilio peroksidas, superoksido anijonas, singletinis deguonis, azoto monoksidas, peroksilo ir hidroksilo laisvieji radikalai. Organizmo būklė, kai padaugėja laisvųjų radikalų, vadinama oksidaciniu stresu [127]. Oksidacinis stresas yra neišvengiamas aerobinės egzistencijos rezultatas, tačiau jis nulemia daugelį degeneracinių procesų, ligų ir sindromų: mutagenezę, ląstelių transformaciją ir vėžį, ateroskleroze, lėtines uždegimines ligas – reumatoidinį poliartritą, sisteminę raudonąją vilkligę, psoriazinį artritą; centrinės nervų sistemos pakitimus – šeimyninę lateralinę amiotrofinę sklerozę, Alzheimerio, Parkinsono ligas, akies fotooksidacinis stresas sukelia kataraktą [27].

Lęšiukas yra veikiamas nuolatinio oksidacinio streso. Laisvieji radikalai, kurie susidaro oksidacijos reakcijų metu, egzistuoja trumpai, bet yra labai reaktyvūs. Jie sukelia destruktyvias cheminių reakcijų grandines – baltymų bei DNR oksidaciją, lipidų peroksidaciją [79].

Pagrindiniai lęšiuko struktūriniai komponentai – baltymai, kurių 90 proc. sudaro kristalinai. Kristalinai atsakingi už lęšiuko refrakcinį indeksą. Likusią dalį sudaro citoskeletiniai ir membranų sudėtyje esantys baltymai bei fermentai, kurie dalyvauja medžiagų apykaitos procesuose.

Lęšiukas išlieka skaidrus, kol kristalinai palaikomi natyvinės ir tirpios būsenos, tačiau ne laisvi, o organizuoti į viršmolekulines struktūras. Pagal sudaromų baltymų kompleksų molekulinę masę skiriami α kristalinai (daugiau nei 200 kDa) ir β kristalinai (40–160 kDa). γ kristalinai (apie 20 kDa) nesudaro viršmolekulinių struktūrų. α kristalinai pasižymi šaperonų (*angl. "chaperone"*) aktyvumu bei priklauso streso (*angl. "heat shock"*) baltymų grupei [47]. Šios jų savybės užtikrina kitų lęšiuko baltymų tirpumą koncentruotame tirpale bei apsaugo juos nuo neigiamų sąlygų poveikio, pavyzdžiui, α kristalinai sumažina ultravioletinių spindulių sukeliamą γ kristalinų agregavimą. Organizmo senėjimo laikotarpiu padaugėja kristalinų potransliacinių modifikacijų: sutrumpėja jų polipeptidinė grandinė, vyksta jų deamininimas, fosforilinimas ir kt. Kristalinų struktūros pokyčiai lemia padidėjusį kristalinų agregavimą ir sumažėjusį tirpumą, o tai tampa padidėjusio šviesos išsklaidymo priežastimi. Pavyzdžiui, α kristalinų modifikacijos sumažina šių baltymų tirpumą ir lemia jų atsiradimą netirpioje frakcijoje senatvinės kataraktos metu [20]. Senstant lęšiuke didėja netirpių baltymų kiekis [88, 121]. α kristalinų svarbą užtikrinant lęšiuko

skaidrumą ir jų vaidmenį kataraktos patogenezėje patvirtina duomenys, rodantys, kad šio baltymo geno suardymas pagreitina lęšiuko skaidrumo mažėjimo procesą.

Lipidų peroksidacija tyrinėjama taip pat kaip vienas iš galimų kataraktos vystymosi mechanizmų. Lipidų peroksidacijos antrinio produkto – malondialdehido koncentracija (MDA) yra 2–4 kartus didesnė drumstuose lęšiukuose nei skaidriuose, MDA koncentracija padidėja eksperimentinės diabetinės kataraktos metu, sergant katarakta MDA koncentracija padidėja tiek lęšiuke, tiek stiklakūnyje, eksperimento metu paveikus lęšiuką linoleno rūgšties hidroperoksidu, 2–4 kartus padidėjo MDA koncentracija ir padrumstėjo lęšiukas. Eksperimentiniams gyvūnams duodant preparato butionino sulfoksimo, blokuojančio antioksidanto glutationo sintezę, gyvūnams išsivystė katarakta. Tiriant šiuos pakitusius lęšiukus nustatyta padidėjusi MDA koncentracija [83].

Intervencinis tyrimas parodė, kad lęšiuko homogenate MDA koncentracija sumažėja pacientams 30 dienų vartojant vitamino E preparatų, palyginti su kontroline grupe, ypač tiems, kuriems buvo nustatyta progresavusi žievinė katarakta [109]. Tačiau tiriant MDA koncentraciją kraujo plazmoje pacientų, sergančių operuotina katarakta, ir kontrolinės grupės asmenų, statistiškai reikšmingų skirtumų nenustatyta. *Xue* ir bendraautorių atvejo ir kontrolės tyrimo metu sergantiems katarakta buvo padidėjusi MDA koncentracija kraujo plazmoje [131].

2.7. Antioksidantai

Antioksidantai – tai medžiagos, kurių netgi mažos koncentracijos, palyginti su oksidacijai jautria medžiaga, apsaugo nuo oksidacijos reakcijų.

Lęšiuke egzistuoja dviejų tipų apsauginiai mechanizmai. Pirminiai – tiesiogiai apsaugo lęšiuko baltymus ir kitus struktūrinius komponentus nuo oksidacijos. Tai fermentiniai ir nefermentiniai lęšiuko antioksidantai. Antriniai – tai proteolitiniai procesai, kurių metu sunaikinami dėl oksidacijos reakcijų pakitę baltymai ir kitos biomolekulės [120]. Akies antioksidantai ir jų apibūdinimas pateikti 2.2 lentelėje.

2.2 lentelė. Akies antioksidantai ir jų savybės

Antioksidantas	Tipas	Lokalizacija	Mitybos poreikiai
Superoksido dismutazė	Genetinės kilmės	Fotoreceptoriai	Zn, Cu, Fe, Mn
Glutationo peroksidazė	Genetinės kilmės	Tinklainė, lęšiukas	Se, Zn, Cu, Fe
Glutationo reduktazė	Genetinės kilmės	Tinklainė, lęšiukas	Riboflavinas
Katalazė	Genetinės kilmės	Tinklainė, lęšiukas	Zn, Cu, Fe
Vitaminas E	Maistinės kilmės	Tinklainė, lęšiukas	Vitaminas E
Vitaminas C	Maistinės kilmės	Tinklainė, lęšiukas	Vitaminas C
Vitaminas A	Maistinės kilmės	Tinklainė, lęšiukas	β karotinas, vitaminas A
Ksantofilai	Maistinės kilmės	Tinklainė, lęšiukas	Luteinas, zeaksantinas

Pagal *Richer* [79, 102].

Endogeniniai antioksidantai. Superoksido dismutazė neutralizuoja laisvąjį superoksido radikalą, tačiau kaip kofaktorius jai reikalingas Mn ar Cu. Šiai grupei priklauso ir seniausias žinomas fermentas – katalazė, kuris sunaikina vandenilio peroksidą ir kuriai reikia kofaktoriaus Zn. Glutationo peroksidazė taip pat veikia vandenilio peroksidą, naudodama Se.

Egzogeniniai antioksidantai. Svarbiausi su maistu gaunami antioksidantai – vitaminai A, E, C bei ksantofilai, tačiau šių antioksidantų efektyvumas priklauso nuo daugelio veiksnių: reikšmingas ne tik jų vartojimas su maistu, bet ir organizmo medžiagų apykaitos ypatumai – absorbcija, pernešimas, aktyvinimas, slopinimas; organizmo būklė – ligos, hormoniniai ypatumai, vaistų vartojimas; gyvenimo būdas (fizinis aktyvumas) bei žalingi įpročiai – rūkymas, alkoholio vartojimas [79].

2.8. Fizinis aktyvumas ir oksidacinis stresas

Fizinis aktyvumas teigiamai veikia visą organizmą ir mažina oksidacinių procesų pasekmes. Teigiama, jog reguliarūs fiziniai pratimai arba reguliarus fizinis aktyvumas gali būti laikomas veiksminga antioksidacine terapine priemone [72]. Tiriant 65 metų ir vyresnių žmonių oksidacinio streso ir antioksidacinės sistemos žymenis priklausomai nuo fizinio aktyvumo, nustatyta, jog

redukuoto glutationo kiekis didesnis fiziškai aktyvesnių asmenų eritrocituose. Teigiama, kad nuolatinis fizinis krūvis gali padidinti antioksidacinį poveikį ir užkirsti kelią lipidų peroksidacijai [65]. Lygindami metus sportavusias žiurkes su nesportavusiomis, tyrėjai nustatė, jog sportavusių žiurkių organizme buvo daugiau antioksidantų įvairiuose organuose – superoksido dismutazės plaučiuose ir kepenyse, katalazės kepenyse, glutationo peroksidazės kepenyse, plaučiuose ir širdyje. Tyrėjai teigia, jog fiziniai pratimai gali pagerinti antioksidacinę gynybą [49]. Tiriant Rytų Italijos gyventojų fizinio aktyvumo ir laisvųjų radikalų lygį organizme paaiškėjo neigiama statistiškai patikima koreliacija tarp laisvųjų radikalų kiekio ir fizinio aktyvumo [90]. Per mažas fizinis aktyvumas ir senėjimas sąlygoja oksidacinį stresą, taip pat arterijų endotelio pažeidimus. Tirti fiziškai neaktyvūs (dažniau gyvenime sėdintys) ir aktyvūs asmenys. Nustatyta, jog fiziškai neaktyvių asmenų kraujo plazmos antioksidacinės medžiagos buvo ženkliai silpnesnės nei aktyvių žmonių. Pastarųjų endotelio funkcijos buvo taip pat geresnės. Gauti rezultatai parodė, kad reguliarus fizinis aktyvumas padeda išsaugoti antioksidantų ir endotelio funkcijas [43]. Kiti autoriai patvirtina, jog fizinis aktyvumas pagerina kraujagyslių endotelio funkcijas, ypač jei endotelis jau yra paveiktas rizikos veiksnių. Mūsų tyrimai [75] taip pat parodė, jog hipodinamija pažeidžia ne tik endotelio funkcijas, bet ir jo kardiomiocitų ultrastruktūrą. Taigi, reguliarus fizinis aktyvumas sumažina kardiovaskulinių ligų tikimybę [105]. Teigiama, jog 30 minučių per dieną vidutiniškai aktyvus fizinis krūvis sumažina kardiovaskulinių ligų atsiradimo tikimybę [71]. Apibendrinus galima teigti, jog dėl fizinio aktyvumo stokos gali sparčiau vystytis katarakta.

2.9. Fizinio aktyvumo tyrimo metodai

Fizinio aktyvumo svarba dabar vertinama nauju lygmeniu. Fizinis aktyvumas įvardijamas kaip vienas 10 sveikatos rodiklių [126]. Norint įvertinti, kokią įtaką sveikatai turi fizinis aktyvumas, kaip jis ilgainiui kinta, lyginant su tuo, kas buvo anksčiau, ir planuoti ateities sveikatos politikos kryptis, fizinį aktyvumą būtina tirti. Sunkiausia yra nustatyti fizinio aktyvumo intensyvumą arba energijos sąnaudas.

Vertinant fizinį aktyvumą, svarbu atsižvelgti į kelis fizinės veiklos aspektus, kaip antai: trukmę, intensyvumą, dažnį ir tipą. Tam tikslui naudojami įvairūs metodai, kurie skiriami į tiesioginius ir netiesioginius, objektyvius ir subjektyvius.

Tiesioginiai yra tokie metodai, kurie vertina asmens energijos sunaudojimą, fizinės veiklos tipą, judesių pobūdį bei psichologinę žmogaus reakciją. Tokiems metodams priskiriami:

- apklausa (įvairios apklausos formos),
- dienynai ir registracijos žurnalai,
- elgesio stebėjimas,

- judesio sensoriai,
- dvigubai žymėto vandens naudojimas.

Netiesioginiai metodai atspindi elgesio aktyvumą ir ligos atsiradimo riziką, kurią fizinis aktyvumas gali sumažinti. Netiesioginiams metodams priklauso netiesioginiai fiziologiniai matavimai, įvertinantys kūno sudėjimą, kaip antai: kūno masės indeksas, juosmens apimtis, riebalinio audinio matavimas, taip pat įvairūs fizinės parengties, širdies susitraukimų dažnio matavimai.

Pagal objektyvumą fizinio aktyvumo nustatymo metodai gali būti skiriami į objektyvius ir subjektyvius. Objektyviems priskiriami:

- žingsniamatis,
- elektroniniai judesių davikliai,
- akselerometrai,
- netiesioginė kalorimetrija,
- dvigubai žymėto vandens naudojimas,
- širdies susitraukimų dažnio sekimas.

Subjektyvūs fizinio aktyvumo nustatymo metodai yra šie:

- apklausa (anketinė, pokalbis, įgalioto asmens apklausa),
- dienynai ir registracijos žurnalai,
- stebėjimas.

Planuojant tyrimą ir renkantis fizinio aktyvumo matavimo būdą, svarbu apsvarstyti siekiamą galutinį rezultatą, kaip antai: konkrečią fizinės veiklos kategoriją, pvz., sporto ar tam tikros veiklos rūšį, tarkim, važiavimą dviračiu kalnuota vietove, arba laisvalaikio ar visą bendrą fizinį aktyvumą. Toliau apžvelgsime fizinio aktyvumo tyrimo metodus [124].

2.9.1. Anketos

Dažniausiai taikoma fizinio aktyvumo tyrimo forma – įvairios anketos (arba klausimynai): klausimynas, į kurį atsakinėja pats tiriamasis (rašikliu arba kompiuterine programa), pokalbis su tiriamuoju akis į akį arba telefonu. Taip pat galimas pokalbis su įgaliotuoju asmeniu (pvz., tiriant vaikus). Bet kuriuo atveju respondentas turi atsiminti fizinio aktyvumo atvejus.

Klausimynų formos skiriasi tiriamojo laiko trukme. Tiriamas fizinis aktyvumas per pastarąsias 24 valandas, praėjusią savaitę, mėnesį, metus ar net visą gyvenimą Laikotarpio pasirinkimas dažniausiai priklauso nuo tyrimo tikslo ir tyrimui skirto laiko. Dar vienas svarbus visų formų skirtumas – fizinio aktyvumo tyrimo sritis. Dauguma klausimynų tiria tik laisvalaikio fizinį

aktyvumą, tačiau vis labiau domimasi klausimynais, kurie apimą visas gyvenimo sritis. Tokiais klausimynais norima palyginti skirtingos kultūros visuomenės sluoksnius.

Neseniai pasirodę klausimynai, pvz., Tarptautinis fizinio aktyvumo klausimynas (*angl. – International Physical Activity Questionnaire)* vertina asmens laisvalaikį, fizinę veiklą namuose, naudojimąsi transportu ir profesinį fizinį aktyvumą paskutinės savaitės metu. Esti kelios klausimyno versijos – ilgesnė (labiau detalizuota) ir trumpesnė.

Apklausos anketos skiriasi pagal tai, kaip smulkiai tiriamasis turi atsiminti savo fizinę veiklą. Vienuose klausimynuose pateikiamas įvairių veiklos rūšių sąrašas, pagal kurį respondentui reikia atsakyti, kada ir kiek užsiiminėjo kokia nors fizine veikla tam tikrą laikotarpį. Kiti klausimynai, pvz., Tarptautinis fizinio aktyvumo klausimynas ar Australijos aktyvumo tyrimas (*angl. – Active Australia Survey – AAS*) prašo respondento prisiminti fizinio aktyvumo trukmę ir dažnį priklausomai nuo fizinio aktyvumo intensyvumo. Pavyzdžiui, AAS tiria fizinį aktyvumą pagal kategorijas – vaikščiojimą, vidutinio ir didelio intensyvumo fizinį aktyvumą.

Klausimynai paprastai būna pritaikyti suaugusiems asmenims. Vaikams ir seniems žmonėms naudojami specializuoti klausimynai.

Klausimynų duomenys gali būti naudojami vertinant fizinį aktyvumą balais, skaičiuojant minutes, praleistas vidutiniškai intensyviai ir intensyviai, taip pat gautus apskaičiavimus paverčiant energijos sunaudojimo vienetais.

Kaip kiekvienas tyrimo metodas, taip ir anketos turi savų privalumų bei trūkumų. Klausimynai yra pigūs, juos paprasta naudoti dirbant su didelėmis tiriamųjų grupėmis. Paprastai jie nesunkiai suprantami tiriamajam. Klausimynai įgalina ištirti asmens fizinio aktyvumo dozę (dažnį, trukmę ir fizinės veiklos intensyvumą). Iš klausimynų galima sužinoti ir apie tai, kokio tipo yra fizinė veikla, nors dėl trumpos apklausos trukmės detalizuoti duomenys apie tam tikros rūšies fizinį aktyvumą paprastai nerenkami.

Svarbu atsiminti, jog tiriamieji savo fizinį aktyvumą neretai pervertina. Žmonės sąmoningai ar nevalingai nori atrodyti geresni socialiniu požiūriu ir dėl to linkę dėtis aktyvesni, nei yra iš tikrųjų. Kai kuriems žmonėms sunku atsiminti fizinio aktyvumo atvejus, ypač jei tiriamasis laikotarpis yra ilgas arba fizinis aktyvumas yra susijęs su kasdiene asmens veikla ir tampa „nepastebimas“, nes jam neskiriamas specialus dėmesys ar pasiruošimas. Žmonės visada lengviau atsimena intensyvią fizinę veikla, nes tai susiję su fiziniais pokyčiais, pvz., prakaitavimu. Be to, tokia veikla dažniausiai iš anksto planuojama, todėl ją lengviau atsiminti.

2.9.2. Dienynai ir registracijos žurnalai

Fizinio aktyvumo užrašai, arba dienynai, – tai tokia fizinio aktyvumo tyrimo forma, kai asmuo stengiasi užfiksuoti visas fizinio aktyvumo apraiškas ir atvejus per tam tikrą laikotarpį.

Informacijos rinkimo detalumo lygis gali varijuoti. Kai kurie dienynai skirti pažymėti kiekvienam fizinio aktyvumo atvejui ir jo trukmei, kiti – fiziniam aktyvumui per tam tikrą laikotarpį (pvz., 15 min.). Dienynai gali būti pildomi tiksliai nurodytu laiku arba kiekvienos dienos pabaigoje. Fizinio aktyvumo duomenų užrašais arba dienynais nėra brangus, tačiau duomenų kodavimas, apdorojimas, suvedimas gali būti brangūs ir trukti daug laiko. Šis metodas taip pat įgalina rinkti informaciją apie tam tikros rūšies fizinį aktyvumą ir jo aplinkybes bei fizinio aktyvumo dozę (dažnį, trukmę ir intensyvumą).

Fizinio aktyvumo užrašai arba dienynai, kaip tyrimo priemonės, turi kai kurių trūkumų. Pirmiausia tai yra nuobodus ir varginantis užsiėmimas. Nemaža tikimybė, kad tiriamasis užmirš arba patingės užregistruoti visus aktyvumo atvejus ir taip sumažins tyrimo tikslumą. Kuo ilgiau trunka tyrimas, tuo didesnė tikimybė, kad tikslumas sumažės. Be to, tokie tyrimo metodai gali skatinti ir didesnį paties tiriamojo fizinį aktyvumą, siekiant pasirodyti geresniam.

Fizinio aktyvumo registravimo žurnalai – tai konkrečios fizinės veiklos sąrašas. Tiriamajam tereikia juos sužymėti (dažniausiai tiriama viena kuri nors fizinės veiklos rūšis, rečiau – visos dienos aktyvumas). Šis metodas yra mažiau varginantis ir ne toks brangus, lyginant su dienynais. Sąrašas, kuriame jau yra surašyti fizinės veiklos pavyzdžiai, mažina atminties klaidų tikimybę. Šis būdas yra paprastesnis ir todėl, kad duomenis lengviau surinkti ir apdoroti.

2.9.3. Elgsenos stebėjimai

Elgsenos stebėjimas – tai toks metodas, kai specialiai parengtas asmuo – stebėtojas seka žmones ir vietas bei registruoja fizinį jų aktyvumą. Dažniausiai tiriamas kurios nors vienos rūšies fizinis aktyvumas, pvz., greitas vaikščiojimas. Tai gali būti paprasčiausiai žmonių skaičiavimas (pvz., kiek žmonių naudojasi parko dviračių takais, bėgimo takeliais ir pan.). O gali būti ir kompleksinis stebėjimas, kai fiksuojamos visos aktyvumo formos, jų intensyvumas bei fizinės veiklos aplinkybės. Pavyzdžiui, stebint parką, skaičiuojami ne tik jame apsilankantys žmonės bet ir kiek laiko jie praleidžia jame, kokios trukmės ir intensyvumo veikla užsiima, su kuo jie užsiima fizine veikla, koks asmenų amžius. Tokie fizinio aktyvumo tyrimai suteikia daug vertingų žinių apie žmonių elgseną.

Kad ir koks būtų šis stebėjimas – paprastas, ar kompleksinis, turi būti veikiama sistemiškai, t. y. visi stebėtojai privalo rinkti tos pačios rūšies informaciją, naudodami tuos pačius metodus. Tai pasiekiama naudojant standartines duomenų rinkimo formas ir išsamiai instruktuojant visus stebėtojus.

Pagrindinis šio metodo privalumas, lyginant su kitais, yra tas, jog fizinės veiklos tyrimo detalizavimas priklauso nuo poreikio. Galima tirti fizinę veiklą labai detaliai arba visiškai nesigilinti į smulkmenas. Ypač šis metodas naudingas tiriant vaikus, kuriems kiti metodai, pvz., anketinė

apklausa, beveik neįmanomi. Puikiausias tokio tyrimo pavyzdys yra vaikų aktyvumo stebėjimas pertraukų metu. Metodo trūkumas yra tas, jog tokiam tyrimui reikia daug stebėtojų, ypač jei renkama detali informacija. Vienas stebėtojas gali sekti tik kelis žmones. Daug stebėtojų daro šį metodą imlų darbui ir labai brangų. Du stebėtojai, specialiai tam nepasiruošę, gali apibūdinti tą patį fizinio aktyvumo atvejį skirtingai. Be to, kai kurių aktyvumo rūšių stebėti tokiu būdu neįmanoma, pvz., tolimo važiavimo dviračiu arba veiklos namuose. Šis metodas pasižymi nedideliu reaktyvumu, t. y. jei žmonės sužino, kad yra stebimi, tai gali turėti įtakos jų fiziniam aktyvumui stebėjimo metu.

2.9.4. Žingsniamatis

Dabar jau yra techninių priemonių, kurios padeda fizinį aktyvumą ištirti objektyviau ir tiksliau, pavyzdžiui, žingsniamatis. Tai mechaninis įtaisas, tvirtinamas prie diržo ant juosmens, kuris skaičiuoja žingsnius. Daugelis testų parodė, kad šis prietaisas yra pakankamai tikslus asmenų fizinės veiklos, ypač vaikščiojimo, tyrimo prietaisas. Juo galima išmatuoti „atsitiktinius“ vaikščiojimus, apie kuriuos asmuo apklausos metu gali ir pamiršti. Tačiau jis skirtas tik vaikščiojimo tyrimui. Žingsniamatis yra palyginti nebrangus.

2.9.5. Akselerometras

Akselerometru matuojamas dažnis ir dydis, kuriuo kūno masės centras pasislenka judesio metu. Galima fiksuoti judesį trimis kryptimis. Įrenginys rašo duomenis realiu laiku, juo galima matuoti fizinio aktyvumo intensyvumą, dažnį ir trukmę (fizinio intensyvumo dozę). Prietaisas yra ypač jautrus, tačiau domenų analizei reikalinga kompiuterinė ir programinė įranga, o ir pačius duomenis nėra paprasta analizuoti. Be to, kai kurie kompleksiniai žmogaus judesiai neatsispindi kūno akseleraciniu judėjimu, todėl energijos sunaudojimo išmatuoti akselerometru negalima, pvz., važiuojant dviračiu, nešant daiktus, laipiojant aukštyn ir žemyn. Nemenka įrenginio kaina (apie 800 JAV dolerių) ir sudėtingas duomenų interpretavimas riboja praktinį šio metodo naudojimą.

2.9.6. Širdies susitraukimų dažnio stebėjimas

Sunaudojamai energijai, kuri atspindi fizinį žmogaus aktyvumą, apskaičiuoti taikomas širdies susitraukimų dažnio stebėjimas. Šiuolaikinis prietaisas susideda iš dviejų dalių. Viena dalis – lengvas juostos pavidalo siųstuvas dedamas ant krūtinės. Juostoje yra du elektrodai, fiksuojantys širdies veiklą. Kita dalis – laikrodžio tipo imtuvas, segamas ant rankos. Jis priima iš siųstuvo signalus ir juos užrašo. Kai kurie prietaisai gali tirti fizinio aktyvumo dažnį, intensyvumą ir trukmę. Tačiau širdies susitraukimų dažnis priklauso nuo daugelio kitų dalykų, pvz., streso, emocijų, karščiavimo, vaistų, todėl reikia apskaičiuoti individualias širdies susitraukimų ir deguonies suvartojimo kalibravimo kreives, kad galima būtų apskaičiuoti asmens fizinės veiklos intensyvumą.

Tokį tyrimą galima atlikti tik specializuotoje laboratorijoje, todėl praktinė jo reikšmė yra ribota tiriant fizinį populiacijos aktyvumą.

Akselerometrijos ir širdies susitraukimų dažnio matavimo metodai, tiriant fizinį aktyvumą, turi trūkumų, naudojantis jais galimos matavimo klaidos, tačiau tarpusavyje jos nekoreliuoja. Todėl pradedamas taikyti kompleksinis metodas – prietaisas, kuris matuoja širdies susitraukimų dažnį ir kūno judesius (akseleraciją).

2.9.7. Kalorimetrija

Kalorimetrija matuoja energijos sunaudojimą. Kalorimetrija vertina asmens šilumos gamybą (tiesioginė) arba dujų apykaitą (netiesioginė). Tiesioginės kalorimetrijos metodui naudojama speciali uždara kamera, kurioje būna žmogus. Tam tikras žinomos temperatūros vandens kiekis vamzdeliais cirkuliuoja kameros viršuje ir sugeria šilumą, kurią išskiria tiriamasis. Ši šiluma išmatuojama. Netiesioginės kalorimetrijos metu matuojamas tiriamojo suvartotas deguonies kiekis ir pagal tai apskaičiuojama, kiek kalorijų išeikvota. Nors yra portatyvių netiesioginės kalorimetrijos įrenginių, tačiau šis tyrimo metodas yra brangus ir netinka asmenų tyrimui įprastomis, kasdienio gyvenimo sąlygomis. Tai yra nepraktiška ir tyrimo tikslais.

2.9.8. Dvigubai žymėtas vanduo

Dvigubai žymėto vandens metodas laikomas auksiniu standartu asmenų sunaudojamos energijos matavimams kasdieniame gyvenime. Tiriamajam duodama išgerti vandens, kuriame yra žinomos koncentracijos stabilių izotopų – vandenilio ^{2}H (sunkusis vandenilis) ir deguonies ^{18}O (deguonis – 18). Izotopai pasišalina iš organizmo vandens ir anglies dvideginio pavidalu. Deguonis dalyvauja ir vandens bei anglies dvideginio susidaryme, todėl jo išsiskiria daugiau. Išsiskyrusių izotopų koncentracijos nustatomos tiriant organizmo skysčius – šlapimą, seiles. Pagal koncentracijų skirtumą apskaičiuojamas deguonies kiekis, išsiskyręs su anglies dvideginiu. Pagal tai apskaičiuojamas deguonies sunaudojimas ir bendras energijos išeikvojimas. Šis metodas yra itin brangus ir reikalingas ypatingos kompetencijos [124].

3. TYRIMO MEDŽIAGA IR METODAI

Tyrimai atlikti, gavus Lietuvos Respublikos Valstybinės maisto ir veterinarijos tarnybos leidimą vykdyti laboratorinius bandymus su gyvūnais (išduotas 2002 02 25, Nr. 0064) ir Kauno regioninio biomedicininių tyrimų komiteto leidimą (protokolo Nr. 61/2004).

3.1. Eksperimentine dalis

Eksperimentinė tyrimo dalis atlikta Kauno medicinos universiteto Kardiologijos instituto Kardiotropinių medžiagų laboratorijoje, Kauno medicinos universiteto Elektroninės mikroskopijos laboratorijoje, Kauno technologijos universiteto Mikrosistemų ir nanotechnologijų moksliniame centre.

3.1.1. Hipodinamija ir jos sukėlimo metodika

Eksperimentas buvo vykdomas kaskart tiriant hipodinamijos įtaką: 1) bioelementų (cinko ir kalcio) koncentracijai akies lęšiukuose, 2) lęšiukų žievinio sluoksnio ir tinklainės kraujagyslių ultrastruktūrai ir 3) šviesos išsklaidymui lęšiukuose.

Hipodinamija (48 parų trukmės) buvo sukeliama pagal B. M. Fiodorovo (1991) [39] metodą šinšilų veislės triušiams (2,5–3,0 kg), juos imobilizuojant metaliniuose narveliuose, glaudžiai apgaubiančiuose jų kūnus. Kontroliniai triušiai (tokio pat svorio kaip ir eksperimentiniai) buvo laikomi įprastomis vivariumo sąlygomis, netaikant intervencijos. Pasibaigus eksperimento trukmei, triušiai buvo užmigdomi tiopentaliu (35 mg/kg) ir audiniai paimami tyrimams. Priklausomai nuo tyrimo tikslo buvo panaudotas skirtingas eksperimentinių gyvulėlių skaičius ir imami skirtingi audiniai po užmigdymo. Cinko ir kalcio pokyčių triušių lęšiukuose tyrimui buvo panaudota 30 eksperimentinių gyvulėlių, iš jų 20 triušių buvo imobilizuoti metaliniuose narveliuose, glaudžiai apgaubiančiuose jų kūną. Nuo antrosios intervencijos paros dešimt imobilizuotų triušių 48 paras papildomai maitinti kukuliais, pagamintais iš miežinių miltų ir cinko acetato tirpalo (cinko dozė – 0,3 mg/kg). Likusieji dešimt imobilizuotų triušių cinko negavo. Kontroliniai triušiai, kurių buvo taip pat dešimt, buvo laikomi įprastinėmis vivariumo sąlygomis. Triušius užmigdžius, akys pašalintos ir iš jų paimti lęšiukai bioelementų koncentracijos tyrimui.

Akies lęšiukų žievinio sluoksnio ir tinklainės kraujagyslių ultrastruktūros ištyrimui 18 triušių buvo imobilizuoti, o 9 kontrolinės grupės gyvūnai laikomi įprastinėmis vivariumo sąlygomis. Nuo antrosios eksperimento paros 9 (iš 18 imobilizuotų) triušiai su maistu papildomai 48 paras gaudavo cinko tais pačiais kiekiais ir tokia pat metodika, kaip aprašyta anksčiau. Po 48 parų hipodinamijos

triušiai buvo užmigdyti ir, pašalinus akis, paimti lęšiukų ir tinklainės kraujagyslių preparatai ultrastruktūrai ištirti.

Hipodinamijos įtakai šviesos išsklaidymui lęšiukuose nustatyti taip pat buvo atliktas eksperimentas. Jame tirta 16 triušių: 8 iš jų 48 paras buvo imobilizuoti metaliniuose narveliuose, o likusieji 8 kontroliniai – laikomi įprastinėmis vivariumo sąlygomis. Pasibaigus eksperimento trukmei, triušiai buvo užmigdyti ir, išėmus lęšiukus, tiriamas lazerio šviesos išsklaidymas.

3.1.2. Cinko ir kalcio tyrimo metodika

Kiekybinė cinko ir kalcio analizė akies lęšiukuose atlikta „Perkin-Elmer 503“ (JAV) atominiu absorbciometru. Metodas pagrįstas tuo, kad sužadinti elemento atomai keičia savo energinius parametrus. Gaudamas energiją šilumos pavidalu, atomas pereina į aukštesnį energinį lygmenį. Išspinduliuodamas gautą energiją emisinio spektro pavidalu, atomas grįžta į žemesnį energinį lygmenį. Sužadinti atomus gali ir šviesos energija, kurios bangos ilgis atitinka energijos kiekį, reikalingą atomui iš žemesnio energinio lygmens pereiti į aukštesnį. Atitinkamai nukreipus šviesos srautą į atomus ir panaudojus fotodetektorių, galima registruoti šviesos absorbciją.

Pašalinti kontrolinių ir bandomųjų triušių lęšiukai buvo pasverti ir įdėti į 50 ml talpos karščiui atsparias kolbas. Įpylę 15 ml azoto ir perchlorato rūgščių mišinio (santykiu 1:3) į šias kolbas su lęšiukais, ekstrahavome silpnai kaitindami. Nuosėdas tirpinome 5 ml bidistiliate. Gautame (pagrindiniame) tirpale nustatėme cinko koncentraciją. Kalcio koncentracijai tirti paruošėme tirpalą iš 0,2 ml pagrindinio, 0,1 proc. stroncio chlorido tirpalų ir 4,7 ml bidistiliato. Stroncio reikia sumažinti kitų elementų įtakai, kadangi susidarę stroncio junginiai žemesnėje temperatūroje greičiau nei kalcis skyla į atomus. Aparato darbui patikrinti buvo pagaminti standartiniai tirpalai, kuriuose elementų koncentracija buvo artima cinko ir kalcio kiekiui tiriamuosiuose tirpaluose. Be to, kalcio koncentracijos tyrimui ruošėme „0“ standartą, kurį gavome praskiedę 2 ml 10 proc. stroncio chlorido tirpalą 98 ml bidistiliate. Tokia stroncio koncentracija buvo standartiniuose ir tiriamuosiuose tirpaluose kalcio koncentracijai nustatyti. Tyrimų kokybės kontrolę atlikome tikrindami naudojamus reagentus, indus, bidistiliatą ir naudodami kontrolinę plazmą. Gautus aparato rodmenis perskaičiavome į μg/g, įvertindami praskiedimų santykį ir lęšiukų svorį.

3.1.3. Tirtų audinių ultrastruktūros nustatymo metodika

Ultrastruktūros tyrimui triušių lęšiukai ir tinklainės kraujagyslės po 48 parų hipodinamijos ir tiopentalio anestezijos buvo išimti iš akies ir fiksuoti per naktį 2,5 proc. gliutaraldehido tirpale 0,1 M kakodilatiniame buferyje (pH 7,3) 4°C temperatūroje. Po to buvo plaunami kakodilatiniame buferyje ir 1 val. 4°C temperatūroje papildomai fiksuojami 1 proc. osmio tetraoksido tirpale kakodilatiniame buferyje. Vėliau dehidratuoti didėjančios koncentracijos etanolio tirpaluose ir

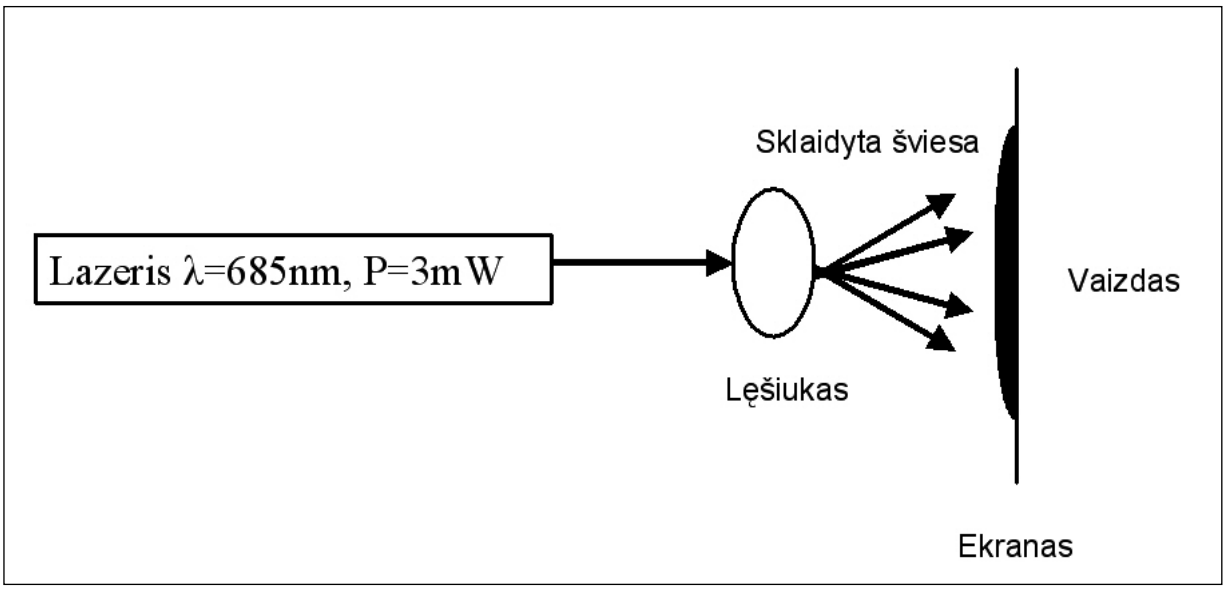
acetone tiriamųjų audinių gabaliukai buvo įliejami į epoksidinių dervų (Epono 812 ir Araldito 502) mišinį. Ypač ploni pjūviai dažomi uranilacetatu, o mikroskopuojami elektroniniu „Philips-300“ mikroskopu.

3.1.4. Šviesos išsklaidymo akies lęšiukuose tyrimas

Šviesos išsklaidymui akies lęšiukuose nustatyti naudojome pastovaus bangos ilgio (685 nm) lazerį, kurio galingumas 3 mW. Įrenginio schema parodyta 1 paveiksle.

Šviesa spinduliuojama įprastų šviesos šaltinių labai skiriasi nuo lazerių spinduliuojamos šviesos. Šie skirtumai atsiranda dėl skirtingų spinduliavimo mechanizmų. Įprastuose šviesos šaltiniuose (elektrinė lemputė) šviesa spinduliuojama dėl savaiminių šuolių, t. y. kiekvienas atomas spinduliuoja nepriklausomai vienas nuo kito. Kartu ir išspinduliuotų fotonų, sudarančių šviesos srautą dažniai, kryptys fazės ir poliarizacijos yra atsitiktiniai. Lazeriuose šviesos spinduliuotei gauti naudojamas priverstinio spinduliavimo mechanizmas ir dar papildomai rezonatorius. Dėl to lazerio išspinduliuoti fotonai yra tapatūs, t. y. turi tą pačią fazę, dažnį, kryptį ir poliarizaciją. Todėl lazerių spinduliuotė pasižymi koherentiškumu, monochromatiškumu ir kryptingumu. Lazerio monochromatinės ir kryptingos spinduliuotės energija lengvai gali būti sufokusuota į dėmelę, kurios skersmuo artimas bangos ilgiui (~1 μm). Minėtos lazerio savybės ir buvo panaudotos šviesos išsklaidymo tyrimui lęšiukuose.

Užmigdžius triušius ir iš akies pašalinus lęšiukus, juos sausus dėdavome lazerio spindulio (2 mm skersmens) kelyje. Lęšiukas buvo apšviečiamas lazeriu. Atstumas tarp lęšiuko ir ekrano buvo 1 metras. Tai įgalino gauti ryškų vaizdą ekrane, kuris buvo fotografuojamas filmavimo kamera (*Sony 5.1 mega pixel*).



1 pav. Įrenginys lazerio šviesos išsklaidymui tirti

3.1.5. Matematinė-statistinė duomenų analizė

Bioelementų (cinko ir kalcio) pasiskirstymo normalumas buvo tikrintas Kolmogorovo-Smirnovo testu. Bioelementų kiekybinių rodiklių pasiskirstymas buvo normalus, todėl vidurkių skirtumas buvo vertinamas vadovaujantis Stjudento (t) ir ANOVA kriterijais. Skirtumas laikytas statistiškai patikimas, kai $p<0,05$.

3.2. Klinikinė dalis

Klinikinė tyrimo dalis atlikta Kauno medicinos universiteto Biomedicininių tyrimų instituto Oftalmologijos laboratorijoje, Kauno medicinos universiteto klinikų Akių ligų klinikoje bei Kauno medicinos universiteto klinikų Odos ir venerinių ligų klinikoje.

3.2.1. Apklausa

Kontingento atrankai, tiriamųjų asmenų parametrų, fizinio aktyvumo įvertinimui buvo atlikta apklausa. Visi tiriamieji apklausti pagal šiam tyrimui sukurtą anketą (žr. 1 priedą). Apklausos metu buvo klausiama apie respondentų nusiskundimus dėl regėjimo pablogėjimo, jų pobūdžio. Klausiama apie buvusias bei esamas akių ligas, taip pat bendrines ligas, vartojamus vaistus, žalingus įpročius, fizinį aktyvumą, gyvenseną, mitybą. Į anketą taip pat įtraukti demografiniai duomenys apie tiriamųjų ūgį bei svorį.

Mitybos įpročiai vertinti atkreipiant dėmesį į šviežių daržovių vartojimą, pastaruosius vertinant kaip vitaminų šaltinius. Taip pat tiriamųjų klausta, ar vartojo multivitaminų bei atskirų vitaminų. Vertinama kiek laiko ir kokius vitaminus vartoja.

Rūkymas ir alkoholio vartojimas priskiriamas prie kataraktos išsivystymui turinčių įtakos veiksnių. Apklausoje buvo įvertinti tiriamųjų rūkymo įpročiai ir alkoholio vartojimo dažnumas bei kiekis.

Apklausiant tiriamuosius apie alkoholio vartojimo įpročius – alkoholio vartojimo dažnį, kiekį bei gėrimų tipą, pastebėta, jog dalis respondentų nelabai atvirai atsakinėja į klausimus arba net slepia tikruosius alkoholio vartojimo įpročius. Todėl, nepaisant, jog pagal anketinius duomenis alkoholio vartojimo įpročiai grupėse buvo panašus, šie duomenys vertinant rizikos veiksnius nepanaudoti.

3.2.2. Kontingento atrankos kriterijai ir parametrai

Į tyrimą buvo kviečiami dalyvauti ligoniai, besigydantys Kauno medicinos universitetinėse klinikose. Tiriamieji suskirstyti į dvi grupes – sergančiųjų, arba pagrindinę, ir kontrolinę.

Į pagrindinę grupę įtraukti asmenys, stacionarizuoti į Kauno medicinos universiteto klinikų Akių ligų kliniką. Jiems buvo diagnozuota senatvinė katarakta, todėl jie stacionarizuoti operaciniam kataraktos pašalinimo gydymui.

Kontrolinė grupė sudaryta pagal kontrolinės grupės sudarymo būdą, kai asmenys į kontrolinę grupę atrenkami iš tos pačios įstaigos, tačiau besigydantys dėl kitų priežasčių. Į kontrolinę grupę atrinkti asmenys, besigydantys Kauno medicinos universiteto Odos ir venerinių ligų klinikoje dėl įvairių odos ligų. Dažniausiai šie asmenys buvo gydomi dėl psoriazės, kontaktinio dermatito, buliozinio pemfigoido, paprastojo pemfigo, kojų trofinės opos, infekcinio dermatito.

Tiriamųjų amžius – nuo 55 iki 65 metų Vykdant asmenų atranką į pagrindinę ir kontrolinę grupes, buvo ištirta 180 žmonių (360 akių). Atmetus asmenis, sergančius komplikuota katarakta, taip pat akių arba bendrinėmis ligomis, kurios gali turėti įtakos lęšiuko drumstėjimui, į pagrindinę grupę atrinkta 106 tiriamieji (106 akys), o į kontrolinę – 50 tiriamųjų (50 akių).

Tyrimo metu pagrindinėje grupėje vertinti pakitimai akyje, kurią ruošiamasi operuoti, o kontrolinėje grupėje pakitimai akyje, kurios oftalmologiniai rodikliai blogesni.

Akių ligos, galinčios turėti įtakos lęšiuko drumstėjimui yra: glaukoma, uveitas, pigmentinis retinitas, grotelinė degeneracija, miopinė degeneracija, tinklainės atšokimas ir buvusi tinklainės operacija, tumorai, išemija, buvusi akies trauma.

Bendrinės ligos, galinčios turėti įtakos lęšiuko drumstėjimui yra cukrinis diabetas, miotoninė distrofija, atopija, ichtiozė, Vernerio sindromas, Rotmundo-Tompsono sindromas, galaktozemija, ir kt. Į tyrimą nebuvo įtraukiami ir asmenys, kurie vartojo medikamentus, galinčius įtakoti kataraktos genezę (kortikosteroidai, fenotiazinai, priešmaliariniai, priešmitotiniai, priešcholinesteraziniai vaistai) [21, 22]. Vidutinis tiriamųjų (abiejų grupių) amžius tyrimo metu buvo 60,2±2,74 metai. Statistiškai patikimo skirtumo tarp grupių pagal amžiaus rodiklį nebuvo.

3.2.2.1. Pasiskirstymas pagal lytį

Pagrindinėje grupėje buvo 68 vyrai ir 38 moterys, tai sudaro 64,15 ir 35,85 procentus, o kontrolinėje – 22 vyrai ir 28 moterys (44 ir 56 procentai atitinkamai) (3.1 lentelė). Kontrolinėje grupėje moterys sudarė didesnę dalį tiriamųjų asmenų. Kadangi moterų daugiau buvo kontrolinėje grupėje, o kai kuriais literatūros duomenimis moteriška lytis didina kataraktos riziką, manome, kad toks lyčių pasiskirstymas grupėse neturi neigiamos įtakos tyrimo rezultatams.

3.1 lentelė. Tiriamųjų pasiskirstymas pagal lytį

Lytis	Pagrindinė grupė n (proc.)	Kontrolinė grupė n (proc.)
Vyras	68 (64,15)	22 (44,00)
Moteris	38 (35,85)	28 (56,00)

χ^2 =5,652034; df=1; p=0,01744

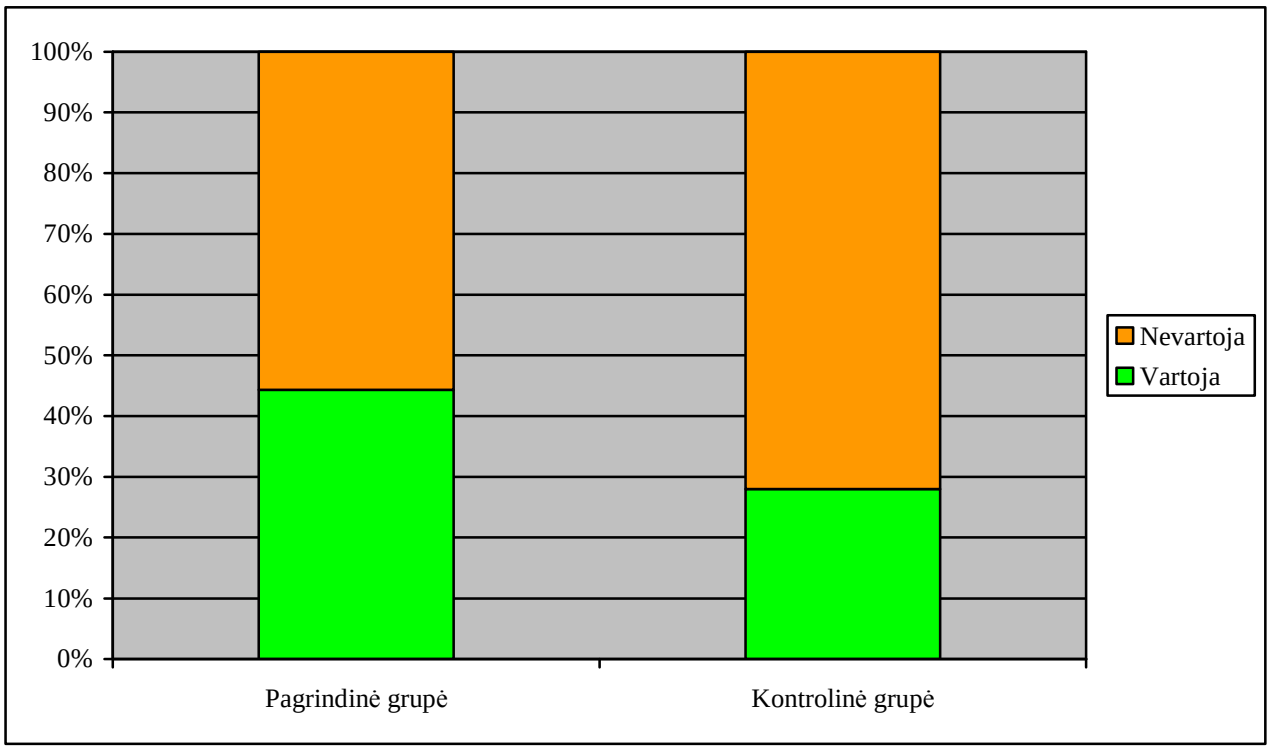
3.2.2.2. Nusiskundimai dėl pablogėjusio regėjimo

Tiriamųjų klausta kokių jie turi nusiskundimų dėl matymo. Pablogėjusiu matymu skundėsi visi (100 proc.) pagrindinės grupės ir 13 kontrolinės grupės (26 proc.) tiriamųjų. Visi pagrindinės grupės respondentai skundėsi, jog suprastėjo matymas į tolį ir artį. Kontrolinėje grupėje visi nusiskundimai buvo susiję su amžine toliaregyste, t. y. tiriamieji skundėsi, jog be akinių negali, nemato skaityti, dirbti smulkių darbų.

3.2.2.3. Vitaminų vartojimas

Manoma, jog kai kurie vitaminai gali turėti įtakos lęšiuko drumstėjimui, todėl vertinta, kokius tiriamieji vartoja vitaminus. Nustatyta, ar tiriamieji vartoja vitaminus, jei vartoja, tai kaip seniai, kaip dažnai ir kokius. Gauti rezultatai parodė ryškią tendenciją, kad daugiau vartojančiųjų vitaminus buvo pagrindinėje, t. y. sergančiųjų katarakta grupėje (2 pav.), tačiau statistiškai patikimo skirtumo tarp grupių nenustatyta.

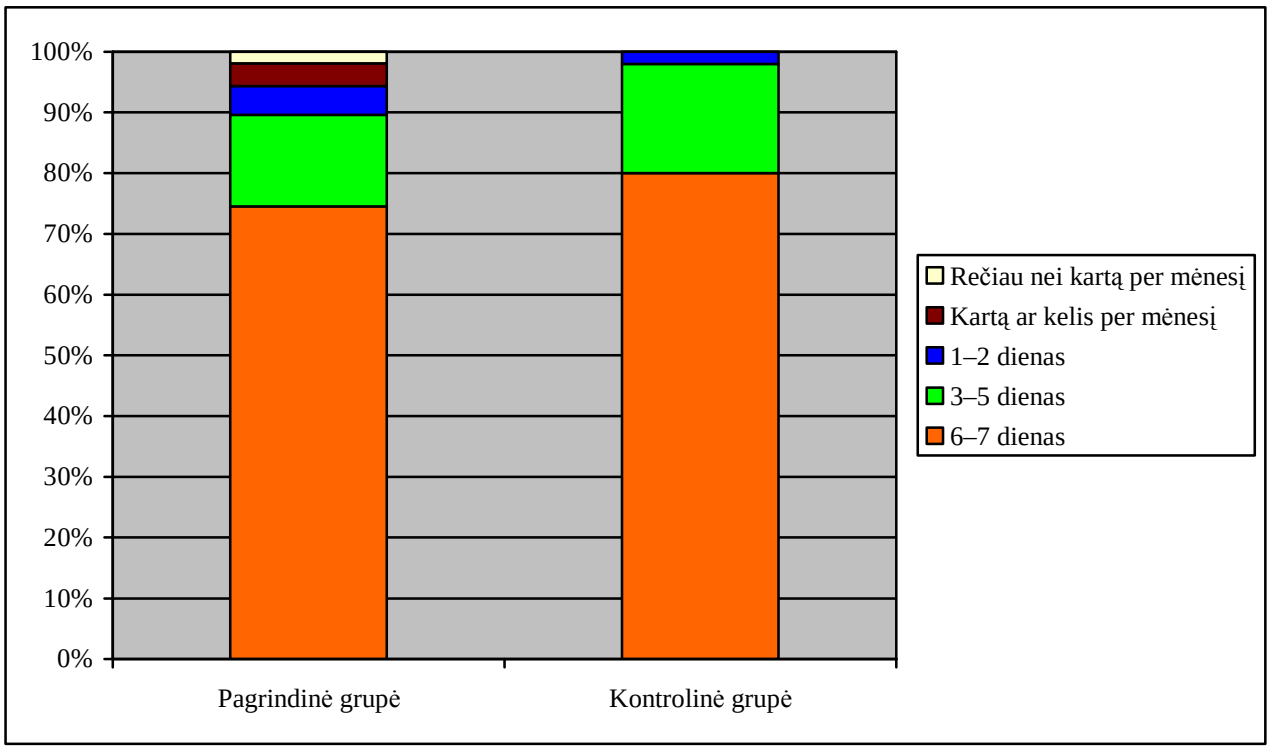
Asmenų, nevartojančių vitaminų, tiek pagrindinėje, tiek kontrolinėje grupėje buvo daugiau nei pusė. Vitaminus vartojo 44,34 proc. asmenų pagrindinėje grupėje ir 28 procentai tiriamųjų kontrolinėje. Iš asmenų vartojančių vitaminus apie 40 proc. abiejų grupių dalyvių vitaminus vartojo kursais (pagrindinėje grupėje 39,13 proc., kontrolinėje – 42,86 proc.). Dažniausiai, daugiau nei 66 procentais atvejų, tai buvo kompleksiniai vitaminų ir mineralų preparatai. Tyrimo metu nė vienas iš asmenų nevartojo specializuotų maisto papildų, skirtų akims.



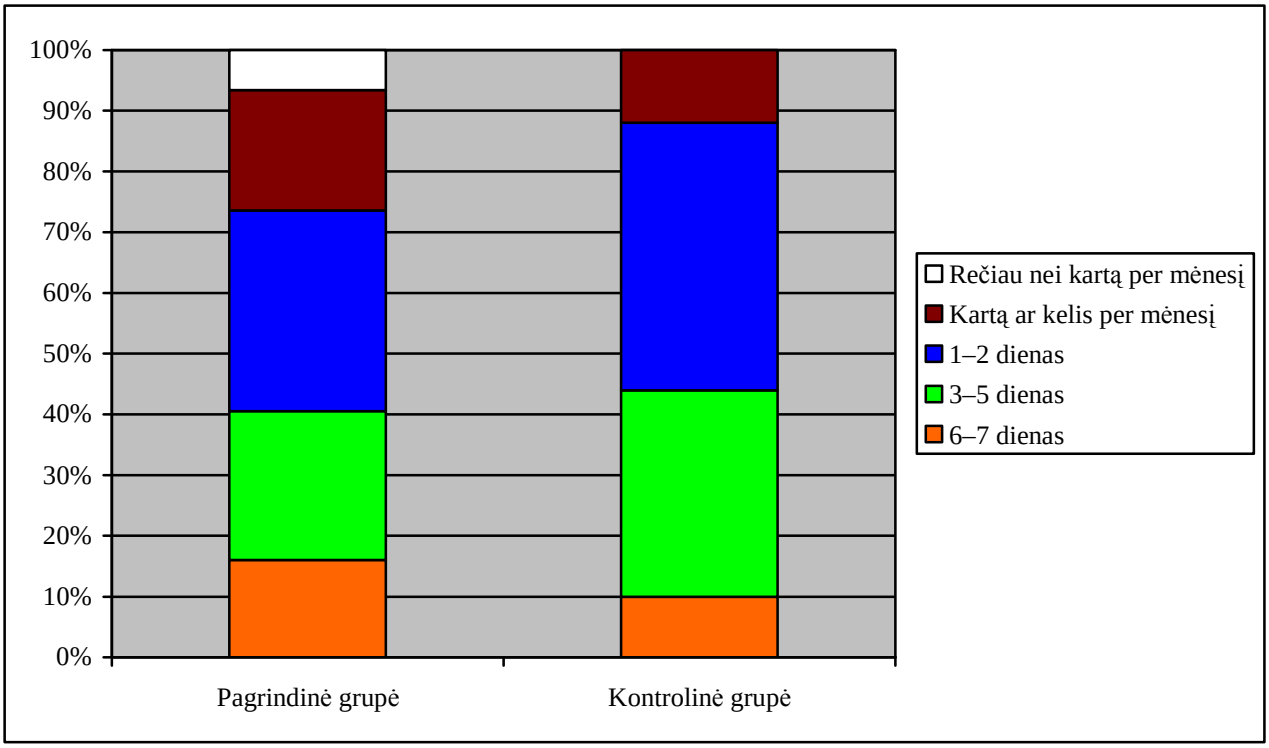
2 pav. Vitaminų vartojimo palyginimas tarp grupių

3.2.2.4. Šviežių daržovių vartojimas

Mitybos įpročiai vertinti atkreipiant dėmesį į šviežių vaisių bei daržovių vartojimą, pastaruosius vertinant kaip vitaminų šaltinius. Buvo klausiama kiek kartų tiriamieji vartoja šviežias daržoves vasarą ir žiemą (3, 4 pav.). Pagrindinėje grupėje vasarą mažiausiai šešias dienas per savaitę šviežias daržoves vartojo 74,53 proc., o kontrolinėje 80 procentų. Bent tris dienas per savaitę vasaros metu vartojo 15,09 proc. pagrindinėje grupėje ir 18 procentų kontrolinėje. Žiemos metu daržovės buvo vartojamos rečiau. Mažiau nei kartą per savaitę šviežias daržoves vartojo 19,81 asmenų pagrindinėje grupėje ir 12 procentų kontrolinėje. Bent kartą per savaitę daržoves vartojo 33,02 proc. pagrindinėje grupėje ir 44 procentai kontrolinėje. 40,57 proc. tiriamųjų pagrindinėje grupėje vartojo šviežias daržoves dažniau nei tris dienas per savaitę, o kontrolinėje 44 proc.



3 pav. Šviežių daržovių vartojimo vasarą palyginimas tarp grupių



4 pav. Šviežių daržovių vartojimo žiemą palyginimas tarp grupių

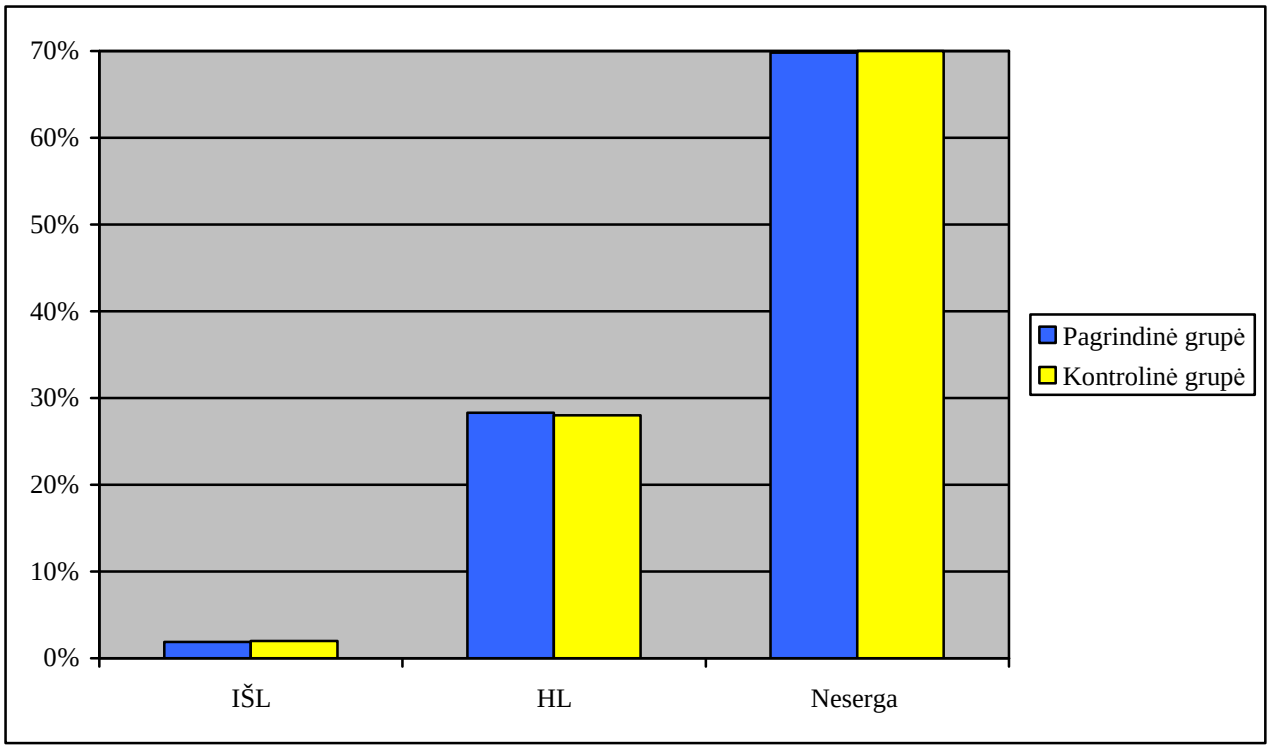
3.2.2.5. Ligos ir vaistai

Kai kurių autorių duomenimis, lęšiuko drumstėjimui gali turėti įtakos širdies ir kraujagyslių ligos. Todėl buvo tiriamas respondentų sergamumas širdies ir kraujagyslių ligomis, kaip antai, išemine širdies liga bei hipertonija (3.2 lentelė). Sergančiaisiais hipertonija ir išemine širdies liga buvo laikomi asmenys, kuriems liga nustatyta ir paskirtas gydymas. Sergančiųjų hipertonine ir širdies išemine ligomis buvo abiejose grupėse. Pagrindinėje grupėje hipertonine liga sirgo 28,3 proc. žmonių, o kontrolinėje – 28 proc. Išeminė širdies liga nustatyta 1,89 proc. pagrindinėje grupėje ir 2 proc. – kontrolinėje. Pagal sergamumą šiomis ligomis abi tiriamųjų grupės tarpusavyje statistiškai patikimai nesiskyrė.

3.2 lentelė. Širdies ir kraujagyslių ligos grupėse

Liga	Pagrindinė grupė n (proc.)	Kontrolinė grupė n (proc.)
IŠL	2 (1,89)	1 (2,00)
HL	30 (28,3)	14 (28,00)
Neserga	74 (69,81)	35 (70,00)

χ^2=0,5119407; df=2; p=0,91626



5 pav. Sergamumas širdies ir kraujagyslių ligomis grupėse

Nepaisant nustatytos hipertoninės ligos ir paskirto gydymo, ne visi sergantieji reguliariai vartojo vaistus, mažinančius kraujospūdį. Pagrindinėje grupėje reguliariai vaistus nuo kraujospūdžio vartojo 26,42 proc. visų asmenų, dar 7,55 proc. žmonių vaistus vartojo tik kartkartėmis. Kontrolinėje grupėje atitinkamai 22 proc. vaistus vartojo reguliariai, o 4 proc. – tik kartais. Aspirino preparatus pagrindinėje grupėje vartojo 10,38 proc., o kontrolinėje – 6 proc. tiriamųjų. Pagal vaistų vartojimą grupės tarpusavyje nesiskyrė.

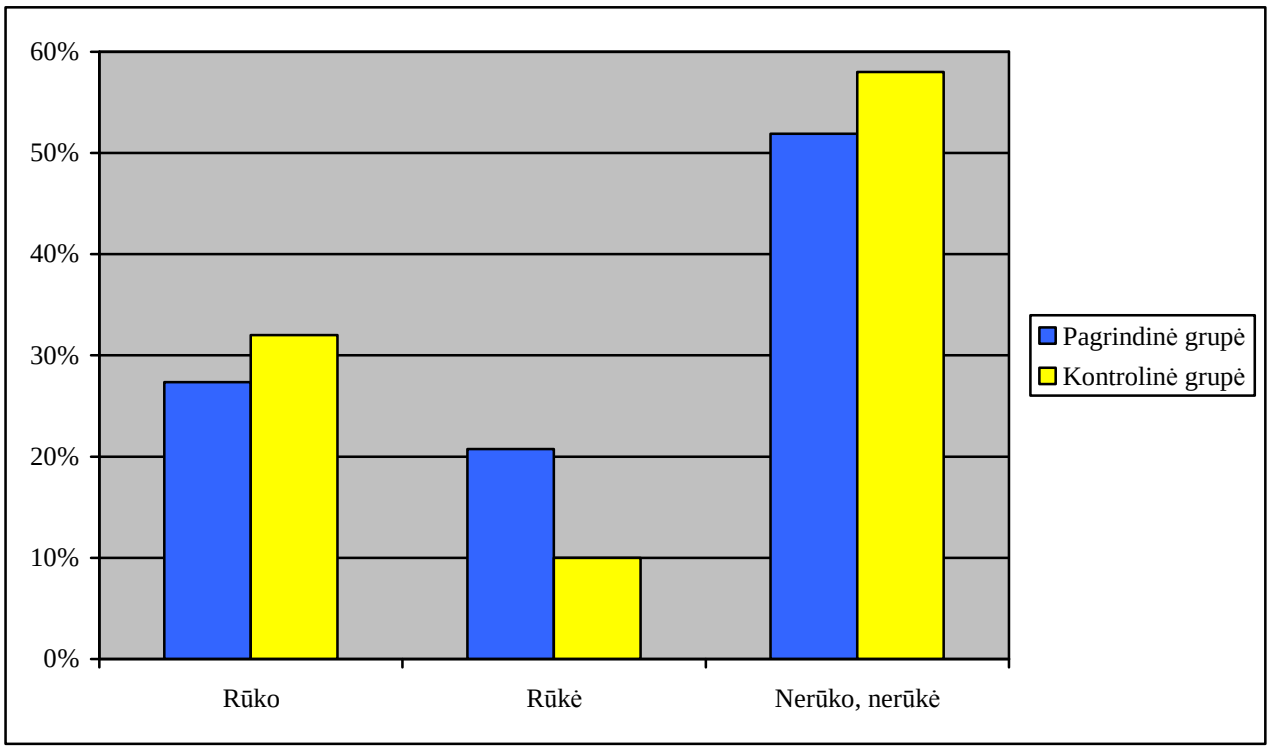
3.2.2.6. Rūkymas

Rūkymas yra vienas kataraktos rizikos veiksnių, todėl visi tiriamieji atsakinėjo į klausimus apie rūkymą. Rūkančiu laikytas asmuo, jei per dieną surūko bent vieną cigaretę. Nerūkančiųjų buvo 51,89 proc. pagrindinėje grupėje ir 58 proc. – kontrolinėje. Aktyviai rūkančių tiriamųjų buvo 27,36 proc. pagrindinėje grupėje ir 32 proc. – kontrolinėje (3.3 lentelė; 6 pav.). Pagal rūkymo rodiklius abi grupės statistiškai patikimai nesiskyrė. Anksčiau rūkę, ir metę rūkyti sudarė 20,75 procentus pagrindinėje grupėje ir 10 procentų kontrolinėje. Visi jie metė rūkyti vidutiniškai daugiau nei prieš 10 metų.

3.3 lentelė. Tiriamųjų pasiskirstymas pagal rūkymą

Rūkymas	Pagrindinė grupė n (proc.)	Kontrolinė grupė n (proc.)
Rūko	29 (27,36)	16 (32,00)
Rūkė	22 (20,75)	5 (10,00)
Nerūko/nerūkė	55 (51,89)	29 (58,00)

χ^2=2,759971; df=2; p=0,25159



6 pav. Tiriamųjų pasiskirstymas pagal rūkymą

3.2.2.7. Kūno masės indeksas

Vienų tyrimų duomenimis didesnis kūno masės indeksas mažina kataraktos tikimybę, kiti autoriai teigia, jog padidėjęs kūno masės indeksas didina riziką sirgti katarakta. Abiejų grupių tiriamuosius vertinome pagal kūno masės indeksą. Vidutinis kūno masės indeksas pagrindinėje grupėje buvo 27,66, o kontrolinėje 26,53. Grupės tarpusavyje pagal šį rodiklį nesiskyrė.

3.4 lentelė. Kūno masės indeksas grupėse

Rodiklis	Pagrindinė grupė Vidurkis±SD	Kontrolinė grupė Vidurkis±SD	p
KMI	27,66±5,07	26,53±6,97	0,252616

3.2.3. Oftalmologiniai tyrimai

3.2.3.1. Regėjimo aštrumo tyrimas

Visiems pacientams ištirtas nekoreguotas ir geriausias koreguotas regos aštrumas. Regėjimo aštrumas tirtas pagal Snelleno metodiką. Pagal šią metodiką vertinant dešimtaine sistema nuo 1/∞ iki 1,0.

Regos aštrumui nustatyti naudojamos raidės, skaičiai bei Landolto žiedai su kvadratiniu iškirpimu, kuris gali būti vienoje iš keturių (viršuje, dešinėje, apačioje, kairėje) padėčių. Tiriamasis

turi nurodyti iškirpimo padėtį. Naudojamos standartinės optotipinės (visi regėjimui tirti naudojami ženklai, vadinami optotipais) lentelės. Tiriamasis sodinamas veidu į optotipus penkių metrų atstumu. Akys turi būti maždaug optotipų lentelės vidurio lygyje. Viena akis pridengiama nepermatomu skydeliu. Tiriamajam rodomi ženklai, atitinkantys regos aštrumą lygų 1,0, ne mažiau keturi ženklai ir ne paeiliui, o pasirinktinai. Jei tiriamasis suklydo, rodant ženklus, atitinkančius regos aštrumą 1,0, rodomi didesni, kol jis įvardins visus vieno dydžio ženklus. Regos aštrumas nustatomas pagal mažiausius ženklus, kuriuos tiriamasis atpažįsta be klaidų. Ženklai tiriamajam rodomi gerai matoma lazdele, kurios galas turi būti tiksliai po rodomu ženklu, bet su tarpeliu tarp ženklo ir lazdelės galo. Kiekvienas ženklas rodomas ne ilgiau kaip 2–3 sekundes. Tiriamasis neturi prisimerkti, judinti galvos. Jei tiriamasis neatpažįsta didžiausių ženklų iš penkių metrų atstumo, tiriama iš arčiau – priartinami optotipai. Sumažėjusio matymo kiekybiniam tyrimui matymo aštrumą apskaičiuoti reikia pagal Snelleno formulę: $V=d/D$**,** kur: d – atstumas, iš kurio atpažįstamas optotipas, D – atstumas, iš kurio atpažinus optotipą, regos aštrumas būtų 1,0. Jei regos aštrumas mažesnis, už 0,01, tiriama ar žmogus skiria pirštus iš 15 centimetrų. Jei pirštų neskiria, prieš akį judinama ranka ir įsitikinama, ar tiriamasis mato rankos judėjimą. Jei rankos judesių tiriamasis nemato, reikia tirti, ar išlikęs šviesos jutimas. Išlikęs regos likutis, kai skiriama tik šviesa nuo tamsos, žymima matematiniu dydžiu – vienetas padalytas iš begalybės ($V=1/\infty$).

Minėtasis regėjimo aštrumo tyrimas yra subjektyvus, nes reikalingas tiriamojo atsakymas. [92].

3.2.3.2. Oftalmotonometrija

Visiems tiriamiesiems atlikta oftalmotonometrija. Visiems tiriamiesiems prieš tyrimą atlikta analgezija 0,5 proc. proksimetakaino hidrochlorido tirpalo lašais. Tiriamųjų akispūdis matuotas impresiniu Schiotzo tonometru [93].

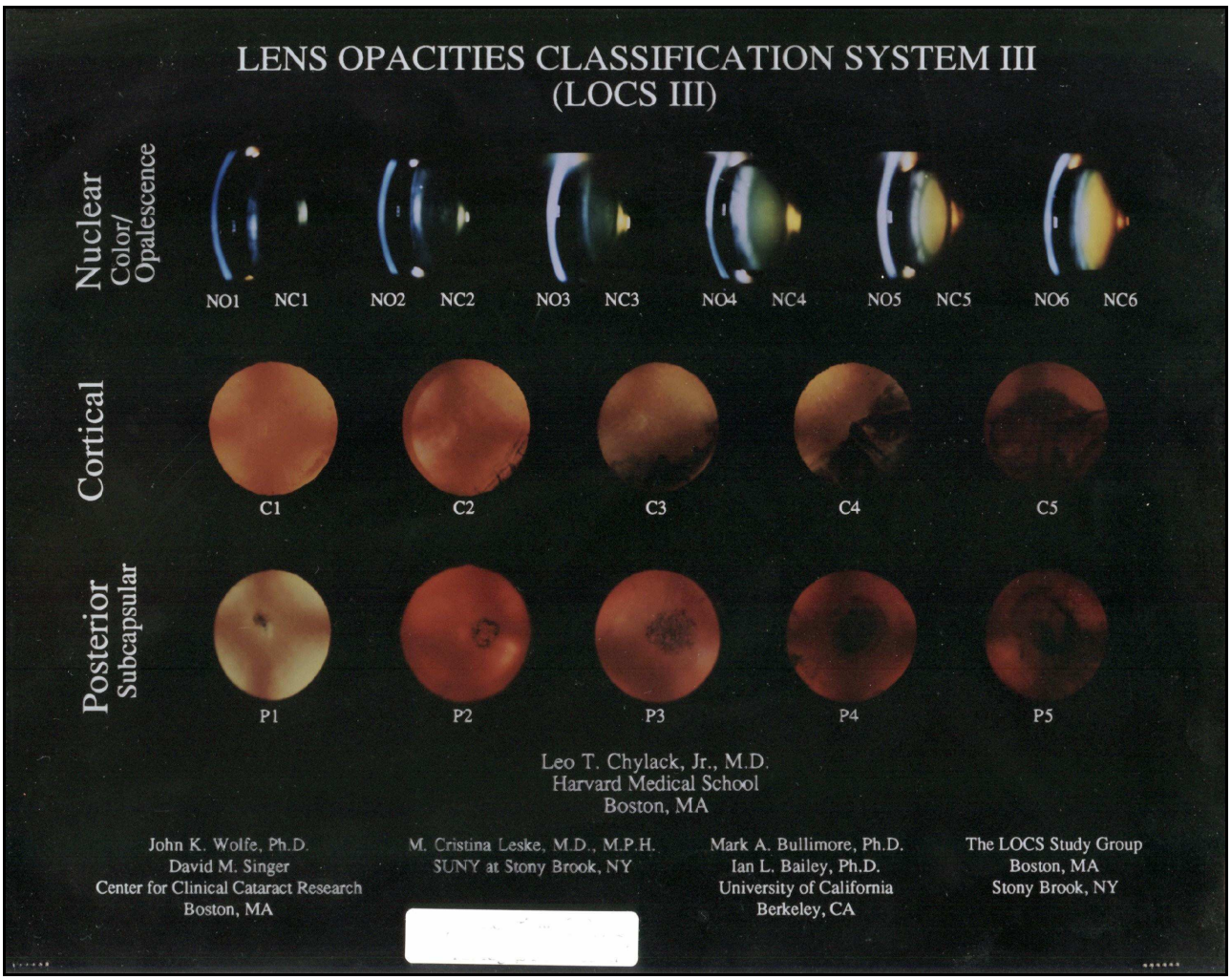
3.2.3.3. Akių apžiūra

Akių apžiūra atlikta standartiniu biomikroskopu. Lęšiukas apžiūrėtas plyšine lempa 45º kampu 2 mm plyšiu ir raudono reflekso fone (retroiliuminacija). Prieš apžiūrą vyzdys plėstas 1,0 proc. tropikamido (midriacilo) lašais (prireikus – lašinta du kartus), iki 6 mm ar didesnio skersmens. Akių dugnas apžiūrėtas naudojantis +90 D asferiniu nekontaktiniu dugno apžiūros lęšiu. Apžiūros metu pagrindinis dėmesys buvo kreipiamas į ragenos, stiklakūnio, geltonosios dėmės bei regimojo nervo pakitimus, galinčius turėti įtakos regėjimo aštrumui.

3.2.3.4. Lęšiuko drumsčių vertinimas

Pagal standartinę lęšiuko drumsčių klasifikacijos, trečiosios versijos – LOCS III (*angl. lens opacity classification system version III*) skaidrę (7 pav.) buvo vertinamas lęšiuko branduolio intensyvumas, spalva, žievinės bei užpakalinės pokapsulinės drumstys. Prieš apžiūrą vyzdžiai plėsti 1,0 proc. tropikamido tirpalu. Jei po dvidešimties minučių vyzdžio skersmuo būdavo mažesnis nei 6 mm, papildomai lašintas 1 proc. ciklogilio tirpalas. LOCS III metodika dažnai naudojama epidemiologiniams akių ligų tyrimams. Ji nereikalinga didelių materialinių sąnaudų. Jos patikimumas įvertintas gerai [23].

Ligonis sodinamas prie plyšinės lempos. Lęšiuko drumstys vertinamos, lyginant jas su standartiniais skaidrės vaizdais (7 pav.), kuri dedama ant negatoskopo tiriamajam už peties.



7 pav. LOCS III lęšiuko drumsčių klasifikacijos standartų skaidrė

Branduolio pakitimai vertinami apšviečiant lęšiuką 45º kampu. Vertinamas branduolio intensyvumas ir branduolio spalva. Žievinių sluoksnių ir pokapsulinės drumstys apžiūrimos 0º kampu (taikant retroiliuminacinį apšvietimą). Plyšio plotis 0,2 mm. LOCS III klasifikacijoje lęšiuko

branduolio intensyvumui ir spalvai vertinti naudojami 6 standartiniai vaizdai, žievinėms drumstims – 5 ir užpakalinėms pokapsulinėms drumstims – taip pat 5 standartiniai vaizdai. Tyrėjas lygina tiriamojo lęšiuką su standartine skaidre ir nusprendžia į kurį standartą lęšiuko vaizdas panašiausias. Lęšiuko padrumstėjimo lygis vertinamas subrendimo balais dešimtaine sistema kas 0,1 balo. Dešimtainė sistema naudojama, nes nustatytas balas gali tiksliau nusakyti padrumstėjimo lygį, jei lęšiuko vaizdas nesutampa nei su vienu iš esančių standartinėje skaidrėje. Pvz., 2,5 balo reiškia, kad drumsčių intensyvumas yra viduryje tarp standartinių antro ir trečio vaizdų. Jei vaizdas sutampa su 3 standartiniu vaizdu, tai padrumstėjimo intensyvumas vertinamas 3 balais. Jei padrumstėjimas mažesnis nei 3 balai, bet didesnis negu vidurys tarp 2 ir 3 skaidrės, jas reikia vertinti nuo 2,6 iki 2,9 balo. Branduolio drumstys vertinamos nuo 0,1 iki 6,9 balo, žievinės ir užpakalinės pokapsulinės – nuo 0,1 iki 5,9 balo [23].

3.2.4. Fizinio aktyvumo nustatymo metodika

Vertinant asmenų fizinį aktyvumą remtasi IPAQ (IPAQ – *angl. International Physical Activity Questionnaire)* klausimynu ir fizinio aktyvumo vertinimo metodika kaip pagrindiniu metodu įvertinti fizinį aktyvumą. Tačiau tiriamieji atsakinėjo ir į kitus klausimus susijusius su fizine veikla.

IPAQ metodika atsirado prieš kelerius metus ir vis aktyviau naudojama įvairiuose epidemiologiniuose tyrimuose pasaulyje ir Lietuvoje [46].

Į IPAQ klausimyną buvo įtraukti duomenys apie fizinį aktyvumą darbo, laisvalaikio, vykimo į darbą ir iš jo, namų ruošos metu. Vertinamas žmogaus fizinis aktyvumas buvo skiriamas į tris kategorijas, t. y. vaikščiojimą, vidutiniškai intensyvią ir intensyvią fizinę veiklą.

Intensyvi veikla apibūdinama kaip veikla, kurios metu kvėpavimas labai pasunkėja. Tokiai veiklai priskiriama: labai sunkių daiktų kilnojimas, aerobika, lipimas laiptais aukštyn, greitas važiavimas dviračiu, malkų skaldymas, sniego valymas, bėgiojimas, greitas plaukimas.

Vidutiniškai intensyviai veiklai priskiriama tokia veikla, kurios metu kvėpavimas šiek tiek pasunkėja. Vidutiniškai intensyviai veiklai priskiriama lengvų nešulių nešiojimas, šlavimas, grėbimas, langų plovimas, grindų plovimas, važiavimas dviračiu įprastu tempu, lėtas plaukimas, teniso žaidimas poromis.

Vertinant vaikščiojimą vertinama, kiek asmuo praleido laiko vaikščiodamas darbe, namuose, kelionėje iš darbo ir į darbą, poilsiaujant, laisvalaikio metu.

Bet kokios rūšies fizinio aktyvumo epizodas skaičiuojamas tik tuomet, jei jis truko ne mažiau dešimties minučių. Visa kita fizinė veikla, trumpesnė, negu dešimt minučių neskaičiuojama.

Vertinama fizinio aktyvumo trukmė ir dažnis per paskutiniąsias septynias dienas. Sunaudota energija išreiškiama metaboliniais ekvivalentais (MET) Vienas metabolinis ekvivalentas atitinka tokį metabolizmo lygį kai suvartojama 3,5 mililitrai deguonies vienam kūno kilogramui per minutę. arba metabolizmo lygį kai sudeginama viena kilokalorija kūno kilogramui per valandą.

Bendra fizinio aktyvumo išraiška – metabolinio ekvivalento minutės (MET-min.). Remiantis fizinio aktyvumo vertinimo vadovu [2] pagal formules, atsižvelgiant į veiklos intensyvumą, apskaičiuojamas metabolinio ekvivalento minutės per savaitę (MET-min./sav. (*angl. MET-minutes/week*) kategorijose. Bendras fizinis aktyvumas apskaičiuojamas pagal formulę sudėjus visų trijų kategorijų rodiklius [61]:

Vaikščiojimas (MET-min./sav.)=3,3×vaikščiojimo minutės×vaikščiojimo dienos

+

Vidutiniškai intensyvi fizinė veikla (MET-min./sav.)=4,0×vidutiniškai intensyvios fizinės veiklos minutės×vidutiniškai intensyvios fizinės veiklos dienos

+

Intensyvi fizinė veikla (MET-min./sav.)=8,0×intensyvios fizinės veiklos minutės ×intensyvios fizinės veiklos dienos

---

Bendras fizinis aktyvumas (MET-min./sav.)

Pagal gautus rezultatus asmenys priskiriami vienai iš trijų aktyvumo grupių. Yra trys grupės: mažo fizinio aktyvumo, vidutinio fizinio aktyvumo, ir didelio fizinio aktyvumo.

Mažo fizinio aktyvumo grupė nurodo mažiausią fizinio aktyvumo lygį. Jai priskiriami asmenys, kurie nepatenka į vidutinio fizinio aktyvumo ir didelio fizinio aktyvumo grupes.

Vidutinio fizinio aktyvumo grupei asmuo priskiriamas, jei atitinka bet kurį iš kriterijų:

a) 3 ar daugiau dienų intensyvios fizinės veiklos ne mažiau negu 20 minučių per dieną

arba

b) 5 ar daugiau dienų vidutiniškai intensyvios fizinės veiklos ir/ar vaikščiojimo mažiausiai 30 minučių per dieną

arba

c) 5 ar daugiau dienų bet kokio intensyvumo fizinės veiklos (vaikščiojimo, vidutinio intensyvumo, intensyvios) kombinacijos kai mažiausias bendras fizinis aktyvumas yra 600 MET-min./sav.

Didelio fizinio aktyvumo grupei priskiriamas asmuo, jei atitinka vieną iš kriterijų:

a) intensyvi fizinė veikla mažiausiai 3 dienas, kai bendras fizinis aktyvumas yra mažiausiai 1500 MET-min./sav.

arba

b) 7 ar daugiau dienų bet kokio intensyvumo fizinės veiklos (vaikščiojimo, vidutinio intensyvumo, intensyvios) kombinacijos kai mažiausias bendras fizinis aktyvumas yra 3000 MET-min./sav.

Fizinio aktyvumo vertinimo metodas IPAQ pripažintas patikimu ir pagrįstu asmenų fiziniam aktyvumo lygiui vertinti [25].

Be šio metodo tiriamųjų buvo klausiama apie jų darbo pobūdį – koks tai darbas, ar sėdimas ar judamas, kaip jie vyksta į darbą – pėsčiomis, dviračiu ar transportu. Buvo klausiama kiek kartų per savaitę užsiima fizine veikla, ar jų fizinė veikla priklauso nuo metų laiko ir ar ji buvo panaši pastarąsias savaites, o gal kažkuo skyrėsi. Taip pat buvo klausiama, kokia tiriamųjų nuomonė apie savo fizinį aktyvumą.

3.2.5. Matematinė-statistinė duomenų analizė

Pacientų duomenys buvo koduojami ir įrašyti į statistinės programos paketo „Excel 2000“ elektronines lenteles. Statistinė analizė atlikta, naudojant standartinius statistinius paketus – STATISTICA 6.0a ir SPSS for Windows 12.0.

Tolydiesiems kintamiesiems įvertinti buvo naudojamas vidurkis ($\bar{x}$) ir jo vidutinis kvadratinis nuokrypis (SD) arba 95 proc. pasikliautinasis intervalas. Kolmogorov-Smirnov testu patikrintas normalusis kiekybinių dydžių skirstinys. Kuomet imties dydis pakankamas ir skirstinys normalusis, dviejų grupių vidurkių skirtumai nepriklausomoms imtims buvo lyginti Stjudento (t) dvipusiu kriterijumi. Mažų imčių ($n<20$), neparametrinių dydžių ar esant nenormaliajam duomenų pasiskirstymui, vidurkių skirtumai buvo lyginti naudojant Mann-Whitney U testą.

Vertinant požymių priklausomumą naudotas Pearsono koreliacijos koeficientas (r) ir regresijos tiesė. Kokybinių požymių tarpusavio priklausomybė įvertinta pagal Pirsono (χ^2) kriterijų. Priklausomai nuo imčių dydžio buvo taikytas tikslus ir asimptominis χ^2 kriterijus.

Norint įvertinti nepriklausomą pacientų su katarakta pasirinktų ir analizuotų duomenų įtaką atlikta binarinė logistinė regresija. Tikrinant statistines hipotezes, buvo pasirinktas 0,05 reikšmingumo lygmuo.

4. REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

4.1. Eksperimentinės dalies su gyvūnais tyrimo rezultatai

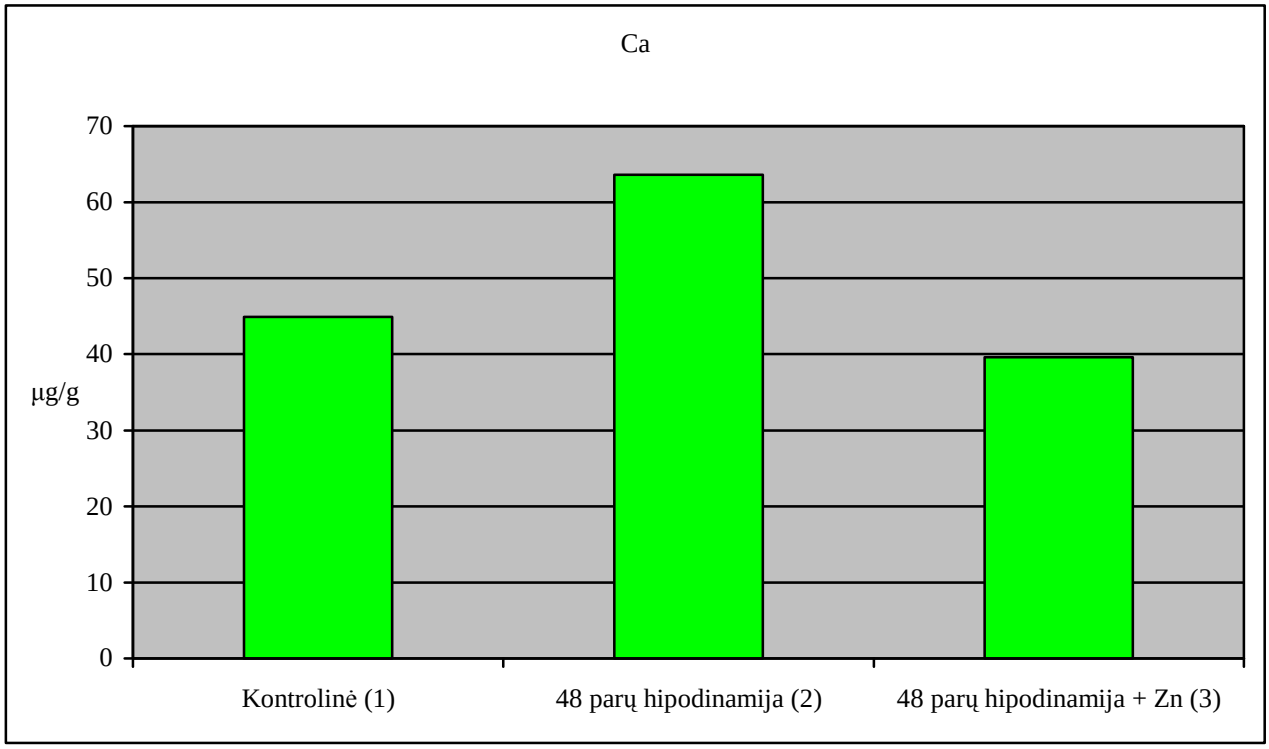
4.1.1. Hipodinamijos poveikis kalcio ir cinko koncentracijų pasiskirstymui triušių akių lęšiukuose

Vienas šio darbo uždavinių buvo ištirti kiekybinius cinko ir kalcio pokyčius triušių akių lęšiukuose hipodinamijos sąlygomis skiriant ir neskiriant cinko. Gauti rezultatai pateikti 4.1 lentelėje ir 8 bei 9 paveiksluose.

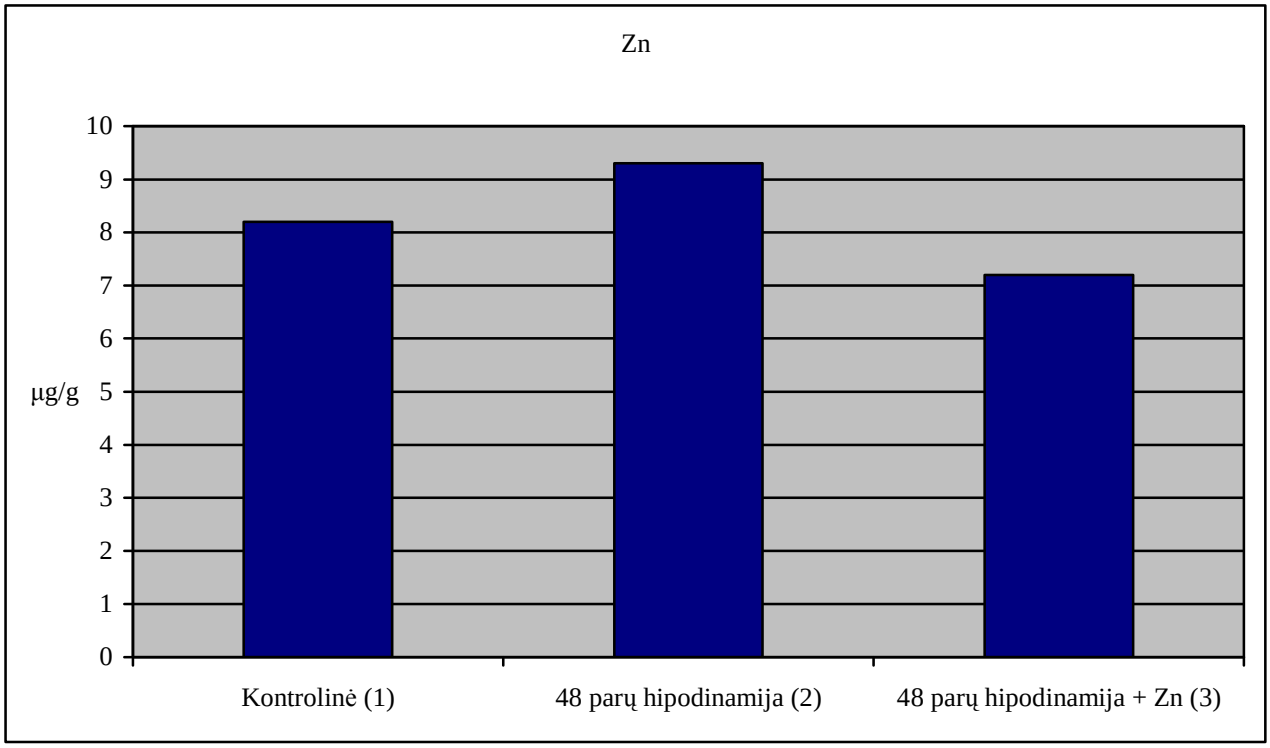
4.1 lentelė. Bioelementų koncentracijų (µg/g) pokyčiai triušių akių lęšiukuose 48 parų hipodinamijos atveju

Bioelementai	Grupės		
	Kontrolinė (1) n =10	**48 parų hipodinamija (2)** n =10	**48 parų hipodinamija + cinkas (3)** n =10
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
Kalcis	44,9±3,7	63,6±6,9*	39,6±3,7
Cinkas	8,2±0,2	9,3±0,4*	7,2±0,2

*p<0,05 tarp elementų 1 ir 2, 2 ir 3 grupėse



8 pav. Kalcio koncentracijos pokyčiai triušių akių lęšiukuose



9 pav. Cinko koncentracijos pokyčiai triušių akių lęšiukuose

Po 48 parų hipodinamijos triušių, negavusių cinko, kalcio ir cinko koncentracija akių lęšiukuose buvo statistiškai patikimai didesnė nei gavusiųjų cinko ir kontrolinių triušių. Tuo tarpu triušių, gavusių cinko 48 parų hipodinamijos metu, akių lęšiukuose kalcio ir cinko koncentracija statistiškai patikimai nesiskyrė nuo šių elementų koncentracijos kontrolinės grupės triušių akių lęšiukuose.

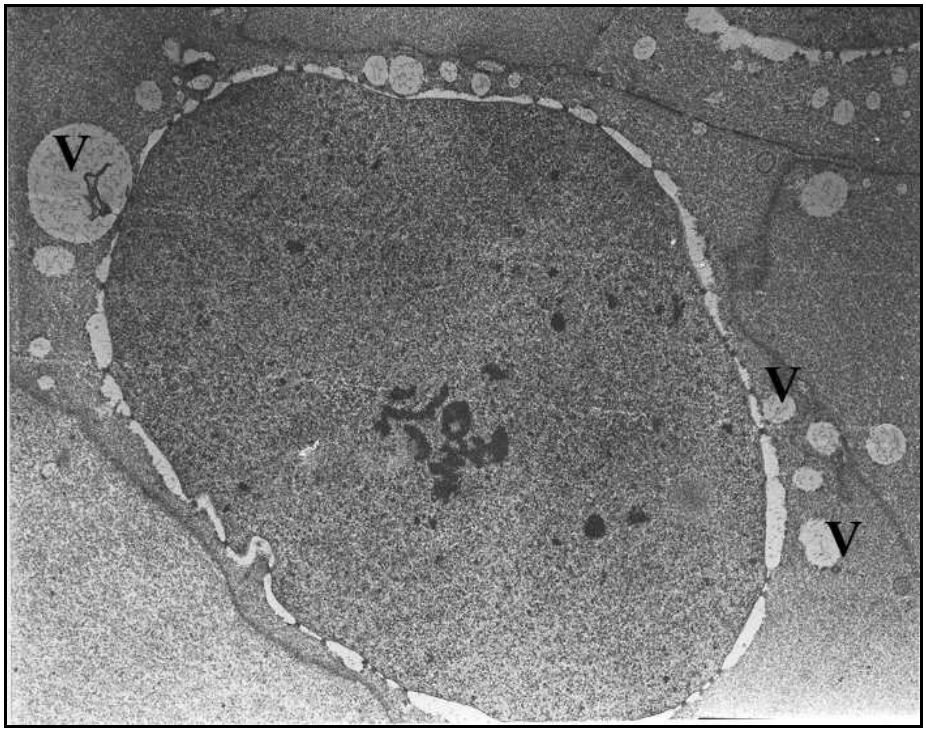
Nustatytas skirtingas šių elementų koncentracijos kitimas akių lęšiukuose 48 parų hipodinamijos atveju, kai eksperimentiniai gyvulėliai papildomai su maistu 48 paras negaudavo cinko ir kai jo gaudavo, taip pat galėjo sąlygoti akių lęšiukų struktūros kitimus.

Tad kitas mūsų darbo uždavinys buvo nustatyti hipodinamijos poveikį triušių akių lęšiukų ultrastruktūrai minėtomis sąlygomis.

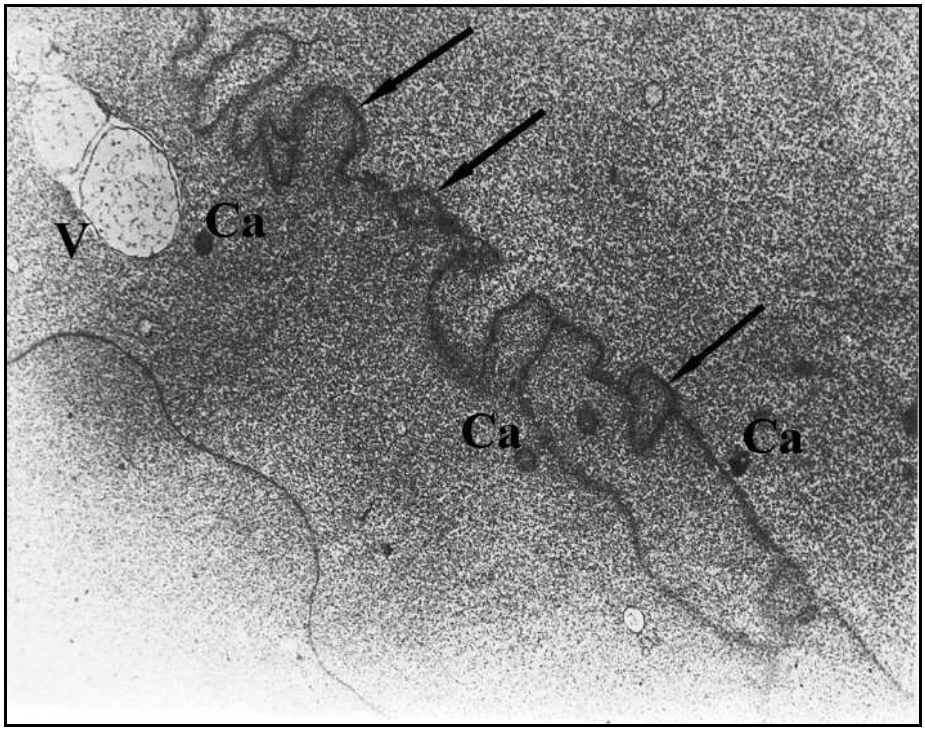
4.1.2. Hipodinamijos įtaka akių lęšiukų žievinio sluoksnio ląstelių ultrastruktūrai

Dėl hipodinamijos poveikio triušių akių lęšiuko žievinio sluoksnio ląstelės vakuolizuotos (10–14 pav.), jose kaupiasi kalcis (11, 13 pav.), formuojasi šviesą išsklaidantys židinėliai (12 pav.). Vienos žievinio sluoksnio skaidulos su pakitusiais krašteliais išsidėsto kompaktiškai išilgai savo ilgio ir primena į akordeoną panašų vaizdą (13 pav.), kitos skaidulos ištįsusios, su sumažėjusiomis interdigitacijomis (14 pav.). Triušių, 48 parų hipodinamijos metu gavusių cinko, minėti žievinio sluoksnio ląstelių ultrastruktūros pažeidimai neišryškėjo, išskyrus nevienalytišką skaidulų interdigitacijų intensyvumą (15 pav.). Kontrolinių triušių akių žievinio sluoksnio ląstelių

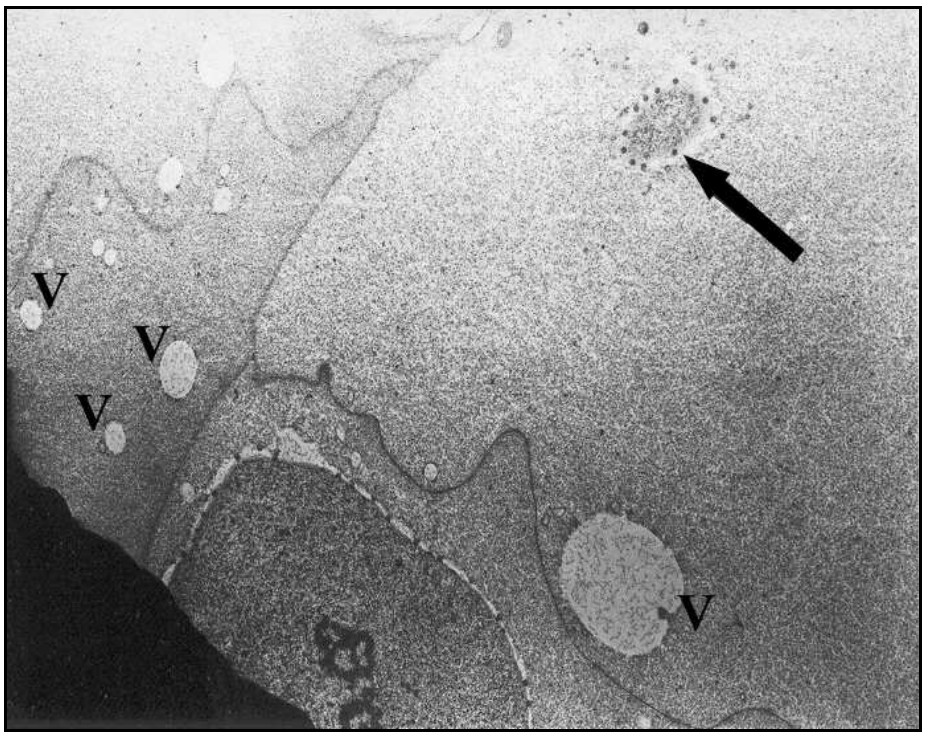
ultrastruktūra pateikta 16 paveiksle. Įvertinę 48 parų hipodinamijos poveikio sąlygotus akių struktūros pažeidimus (vakuolizaciją, kalcifikaciją, lęšiuko skaidulų konfigūracijos ir jų interdigitacijų kitimus), tyrėme jų įtaką šviesos išsklaidymui.



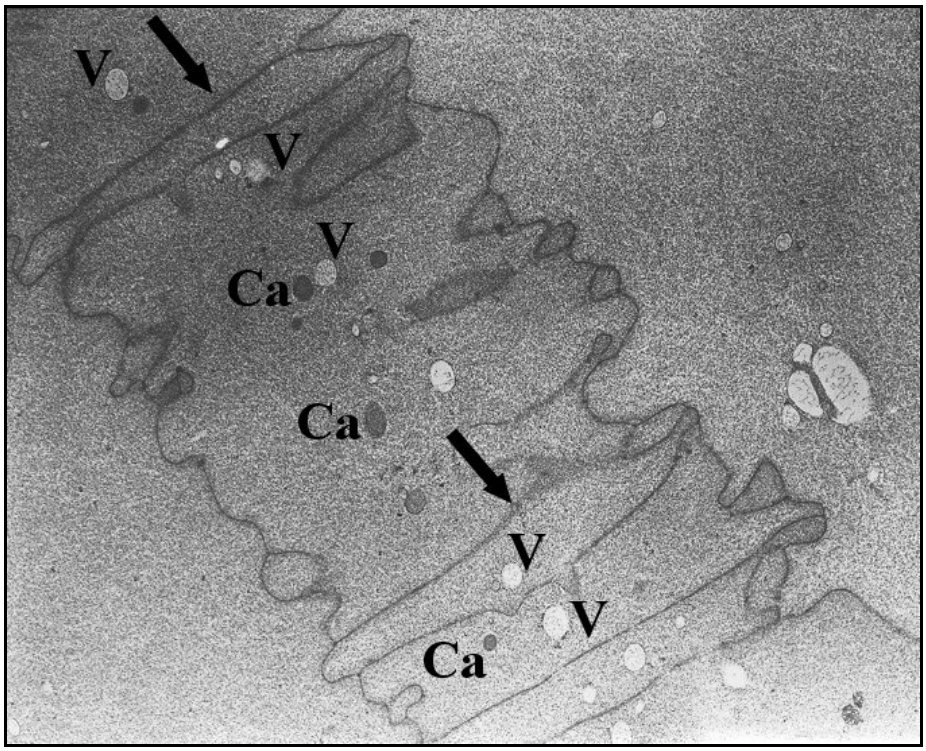
10 pav. Lęšiuko žievinių skaidulų vakuolizacija (V) po 48 parų imobilizacijos



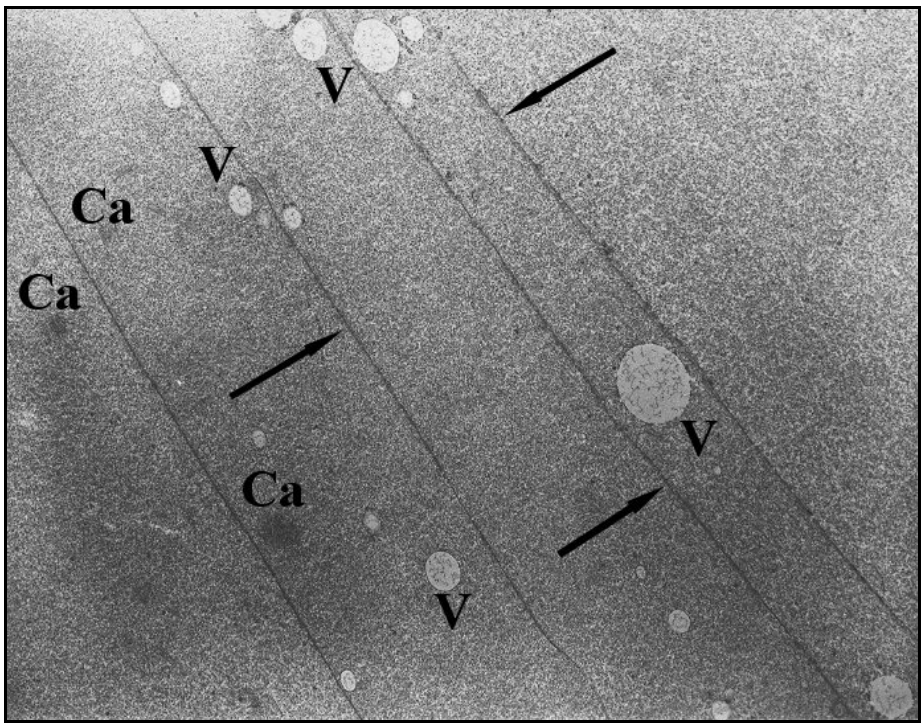
11 pav. Hipodinamijos atveju tarp lęšiuko žievinių skaidulų matyti kalcis (Ca), vakuolės (V), netaisyklingi skaidulų kraštai (rodyklės)



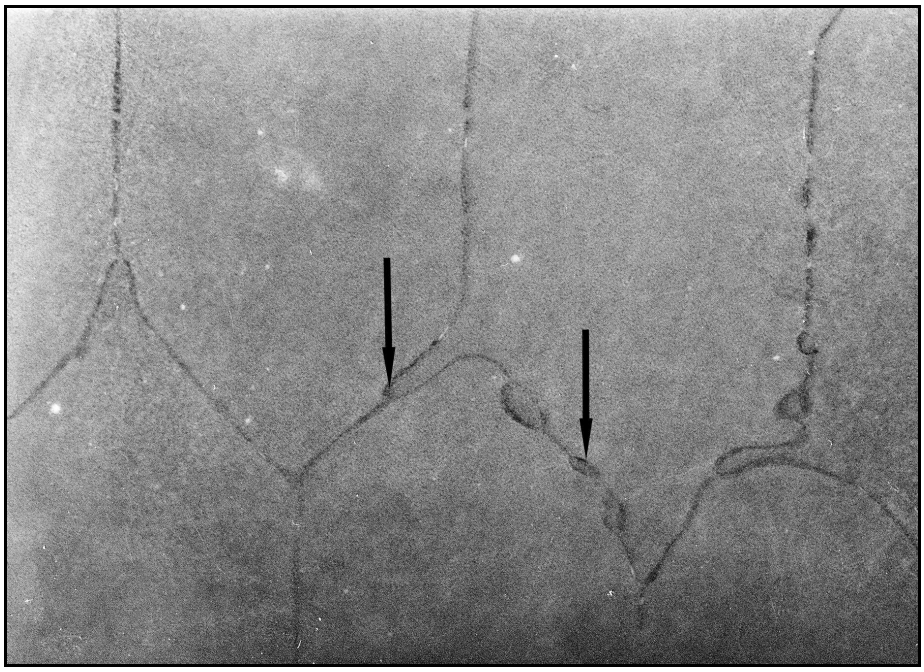
12 pav. Lęšiuko skaidulų vakuolizacija (V), susiformavęs didelio tankio židinys – šviesos išsklaidymo centras (ties rodykle) po 48 parų hipodinamijos



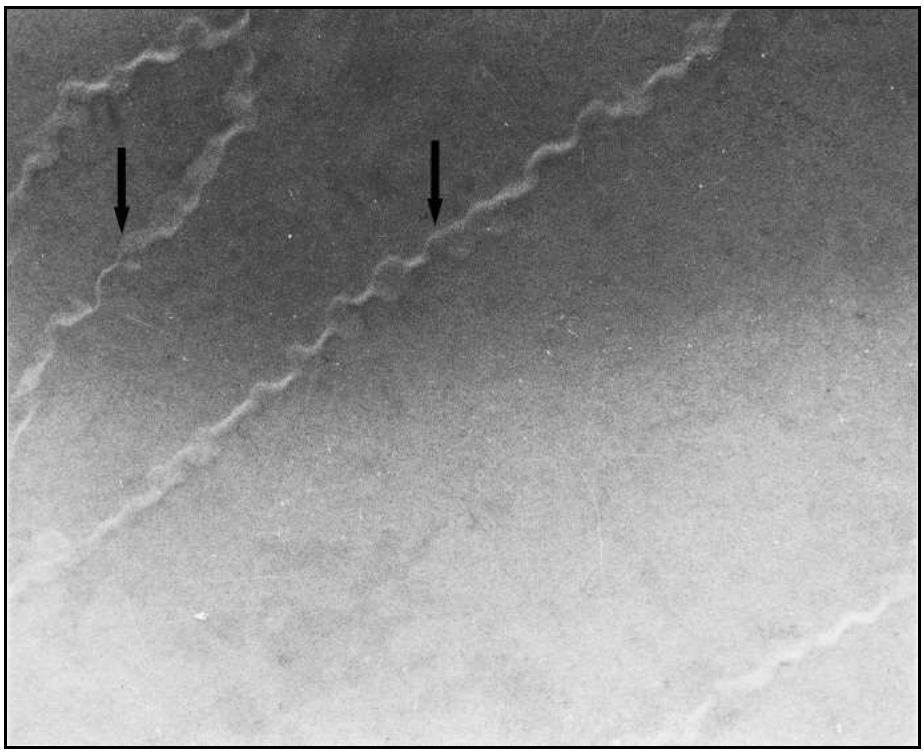
13 pav. Vakuolizacija (V) ir kalcifikacija (Ca) lęšiuko žievinėse skaidulose. Žievinės skaidulos išsidėsčiusios išilgai savo ilgio (rodyklės) po 48 parų hipodinamijos



14 pav. Hipodinamijos atveju matyti ištįsusios žievinės skaidulos, esant sumažėjusioms interdigitacijoms (rodyklės), kalcio sankaupos(Ca) ir daug vakuolių (V) lęšiuko žievinių sluoksnių skaidulose



15 pav. Nevienodai išreikštos interdigitacijos (rodyklės) triušių, gavusių cinko imobilizacijos metu, lęšiuko skaidulose

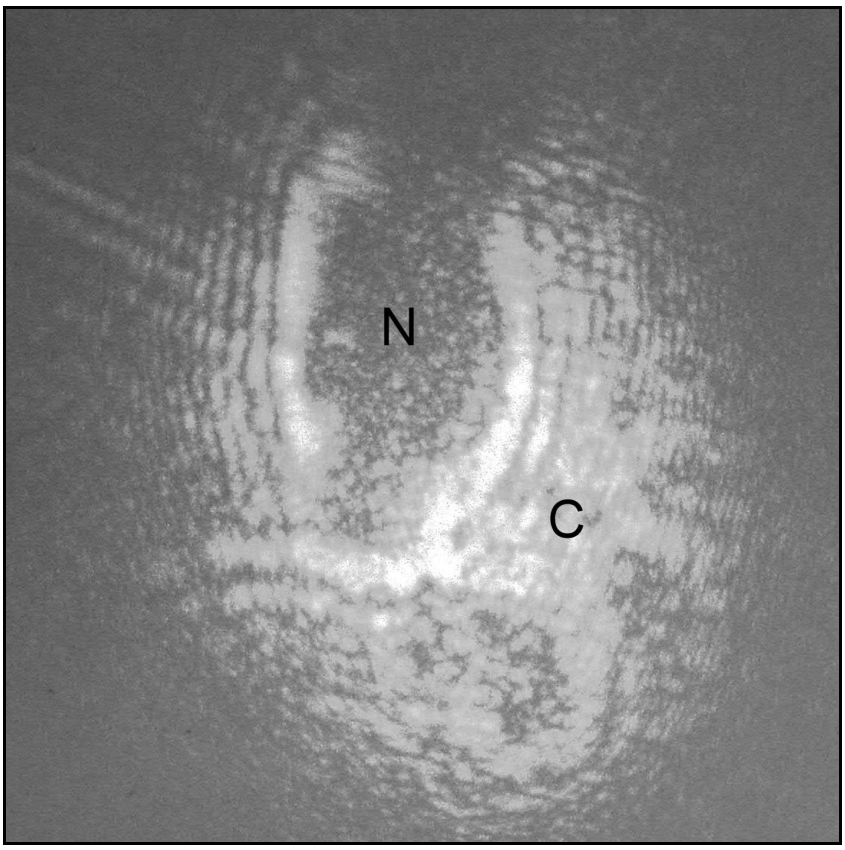


16 pav. Kontrolinės grupės triušių akių lęšiukų žievinio sluoksnio skaidulos su normaliomis interdigitacijomis (rodyklės)

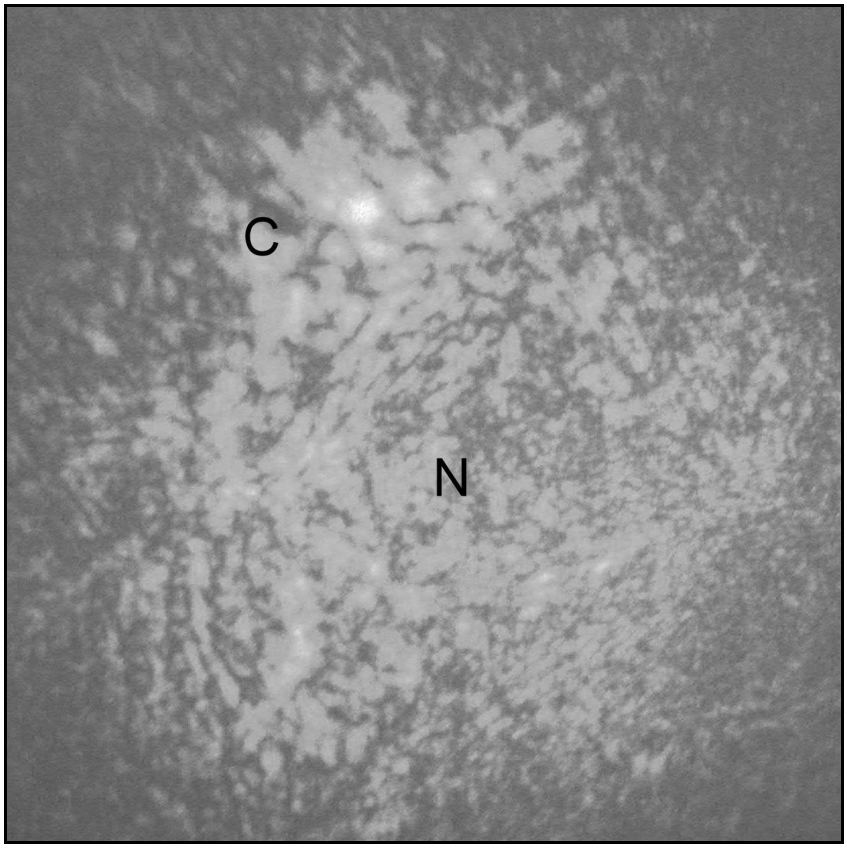
Pastaba. Paveiksluose 10–16 pateikti vaizdai padidinti 6800 kartų.

4.1.3. Šviesos išsklaidymas akių lęšiukuose, paveiktuose 48 parų hipodinamijos

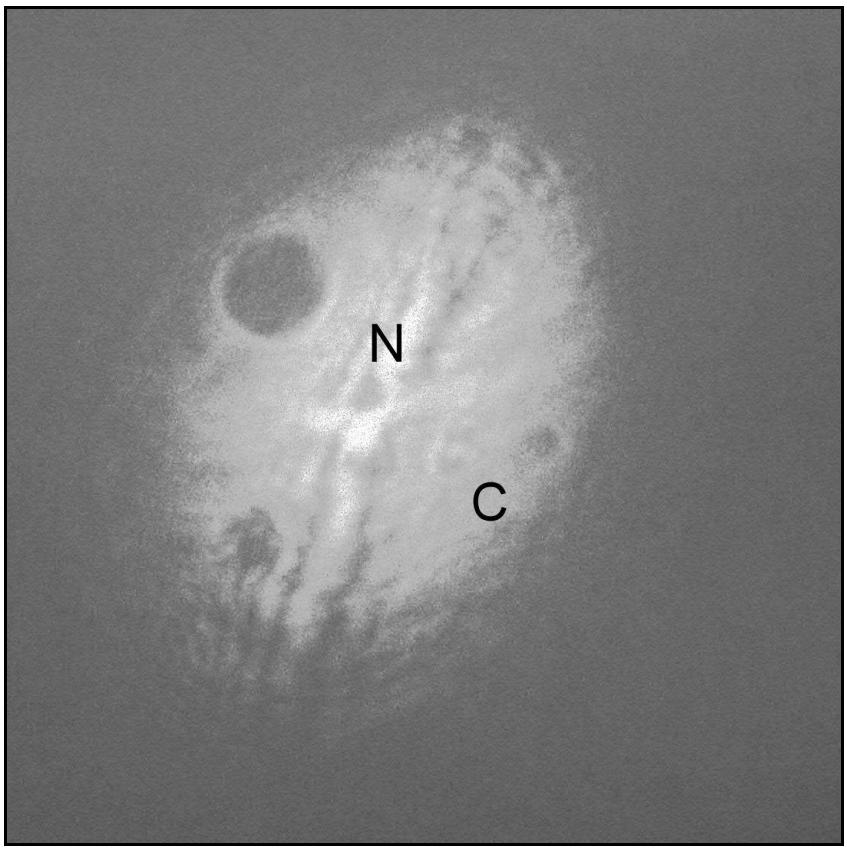
Po 48 parų hipodinamijos triušių akių lęšiukuose veikiant lazeriu nustatytas įvairaus intensyvumo šviesos išsklaidymas. Vienuose lęšiukuose šviesa labiau buvo išsklaidoma žievinėje ir branduolinėje (17 pav.), kituose – visose srityse (18 pav.). Kai kuriuose lęšiukuose nustatėme intensyvų vietinį šviesos išsklaidymą (19 pav.). Šviesos praėjimas pro kontrolinių triušių akių lęšiukus parodytas 20 paveikslėlyje. Gauti tyrimo duomenys siejasi su anksčiau minėtais lęšiuko ultrastruktūros pažeidimais, kurie ir galėjo sąlygoti šviesos išsklaidymą, būdingą kataraktos genezei.



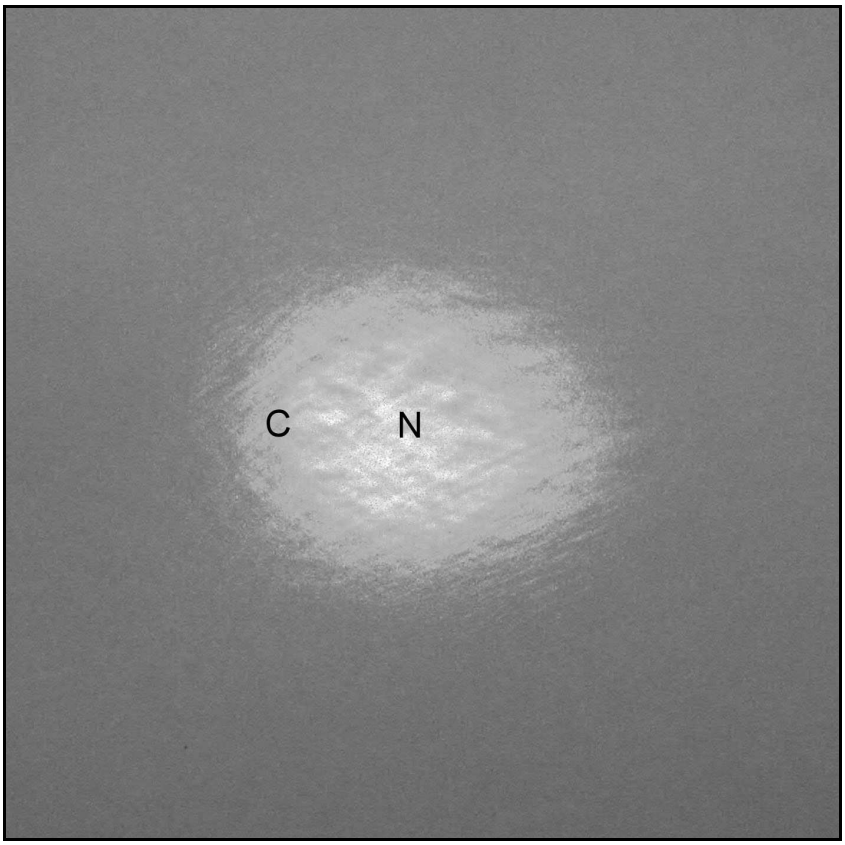
17 pav. Padidėjęs šviesos išsklaidymas branduolinėse (N) ir žievinėse (C) srityse



18 pav. Šviesos išsklaidymo intensyvumas beveik vienodas visose lęšiuko dalyse



19 pav. Intensyvus vietinis šviesos išsklaidymas žievinėje srityje

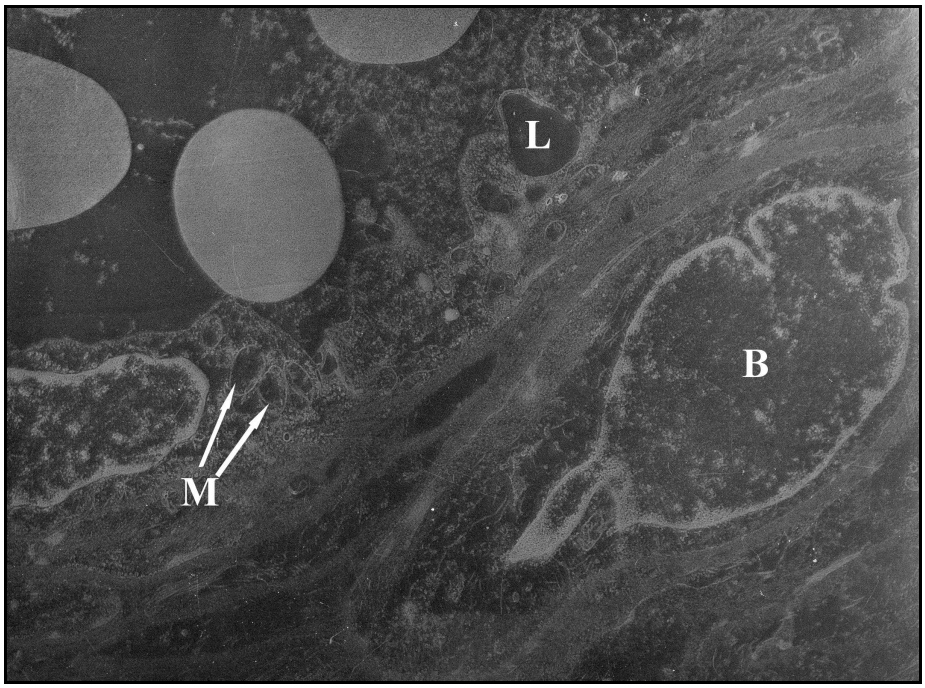


20 pav. Šviesos praėjimas pro kontrolinių triušių akių lęšiukus

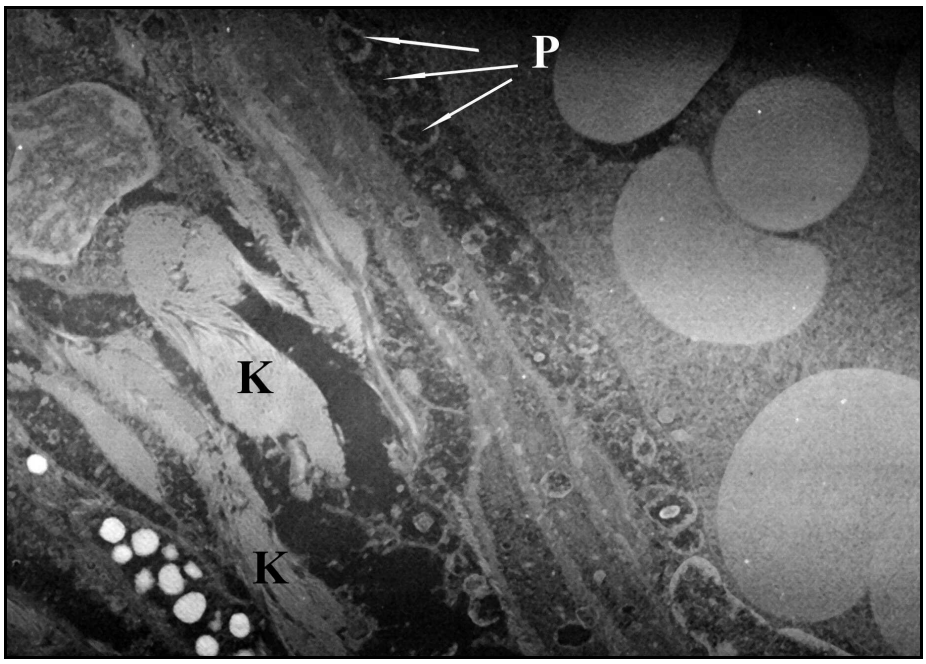
4.1.4. Hipodinamijos sukelti akies tinklainės kraujagyslių ultrastruktūros pokyčiai

Nustatytas ryšys tarp kataraktos ir padidėjusio mirštamumo nuo širdies ir kraujagyslių ligų [59, 69], taip pat, mūsų tyrimo duomenimis [76], hipodinamijos sukelti širdies kraujagyslių kontraktiliškumo ir ultrastruktūros pakitimai (endotelio branduolių invaginacija, sustorėjusi intima ir cholesterolio inkorporacija joje), paskatino mus tirti ir šio veiksnio veikiamą akies tinklainės kraujagyslių ultrastruktūrą. Detalus hipodinamijos poveikio akies struktūroms tyrimas gali padėti tiksliau įvertinti šio veiksnio įtaką kataraktos genezei, nes mokslinėje literatūroje tokių duomenų nėra.

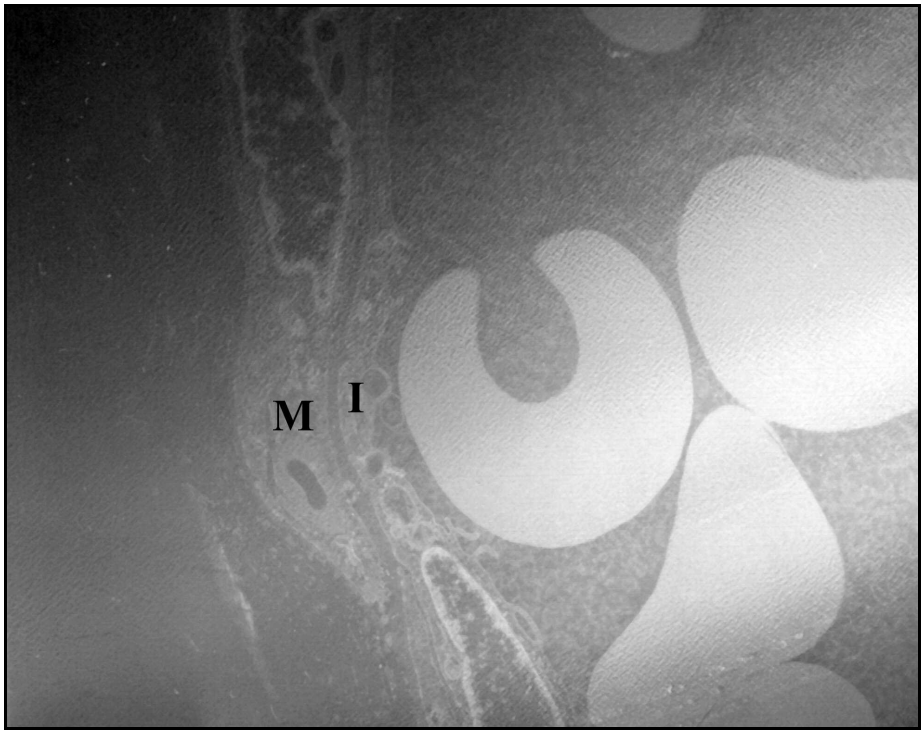
Gauti duomenys rodo, jog 48 parų hipodinamijos veikiamos akies tinklainės kraujagyslių intimos ir medijos ląstelės degeneruoja, irsta ir didėja. Endotelio mitochondrijos vakuolizuotos, kaupiasi lipidinės vakuolės. Lygiųjų raumenų branduolys labai padidėjęs, neįprastos formos, yrančios elastino ir kolageno skaidulos (21 pav.). Triušių, gavusių cinko 48 parų hipodinamijos metu, akies tinklainės kraujagyslių endotelyje matyti daug pūslelių (*vesiculae*), lygiuosiuose raumenyse – labai išbujojusios kolageno skaidulos. Tai – suaktyvėjusio metabolizmo požymiai (22 pav.). Kontrolinės grupės triušių kraujagyslių endotelyje taip pat daug pūslelių, ribosomų. Lygiuosiuose raumenyse dar išryškėja endoplazminis tinklas, mielininės struktūros (23 pav.). Taigi hipodinamija pažeidžia ne tik širdies kraujagysles [76], bet ir akies tinklainės kraujagyslių ultrastruktūrą, o hipodinamijos metu skiriant cinko šie pakitimai mažesni..



21 pav. Triušių, negavusių cinko hipodinaminio streso metu, akies tinklainės kraujagyslių endotelio ląstelės irsta ir degeneruoja. Endotelio mitochondrijos (M) vakuolizuotos, kaupiasi lipidinės (L) vakuolės. Kraujagyslių intima ir medija sustorėjusios. Lygiųjų raumenų branduolys (B) labai padidėjęs, neįprastos formos



22 pav. Normali triušių, gavusių cinko su maistu imobilizavimo metu, akių tinklainės kraujagyslių intimos (daug pūslelių – P) ir medijos (labai išbujojusios kolageno skaidulos – K) ultrastruktūra



23 pav. Kontrolinės grupės triušių akių tinklainės kraujagyslių intimos (I) ir medijos (M) ultrastruktūra

Pastaba. Paveiksluose 21–23 pateikti vaizdai padidinti 12 000 kartų.

4.2. Pagrindiniai klinikinio tyrimo duomenys

4.2.1. Lęšiuko drumstys

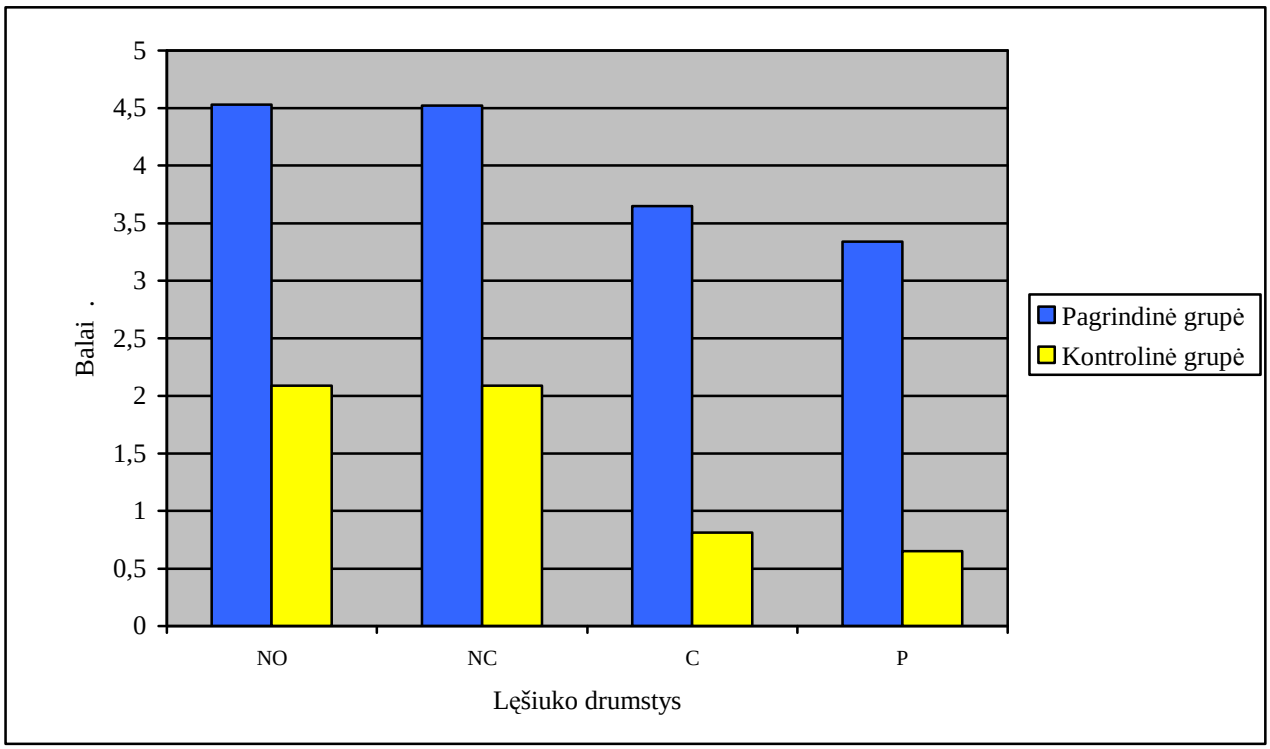
Šiame tyrime lęšiuko drumstys vertintos pagal LOCS III klasifikaciją. Pagal standartinę skaidrę buvo vertinamas lęšiuko branduolio intensyvumas, spalva, žievinės bei užpakalinės pokapsulinės drumstys. Lęšiuko padrumstėjimo lygis vertinamas subrendimo balais dešimtaine sistema. Tiriamųjų branduolio drumsčių intensyvumas ir spalva kito nuo 0,1 iki 6,9 balo, o žievinės bei užpakalinės pokapsulinės drumstys – nuo 0,1 iki 5,9 balo. Gauti rezultatai pateikti 4.2 lentelėje ir 24 paveiksle.

4.2 lentelė. Lęšiuko drumsčių palyginimas grupėse pagal LOCS III klasifikaciją

Lęšiuko drumstys	Pagrindinė grupė (n=106) Vidurkis±SD	Kontrolinė grupė (n=50) Vidurkis±SD	p
NO	4,53±1,67	2,09±0,35	<0,05
NC	4,52±1,68	2,09±0,40	<0,05
C	3,65±1,71	0,81±0,95	<0,05
P	3,34±1,56	0,65±1,00	<0,05

NO – branduolio intensyvumas, NC – branduolio spalva, C – žievinės drumstys, P – užpakalinės pokapsulinės drumstys, SD – standartinis nuokrypis.

Visi pagrindinės grupės tiriamųjų akių lęšiuko padrumstėjimo rodikliai – lęšiuko branduolio intensyvumas, lęšiuko spalva, žievinės drumstys bei užpakalinės pokapsulinės drumstys – buvo ženkliai didesni (daugiau nei du kartus), lyginant šiuos duomenis su atitinkamais kontrolinės grupės tiriamųjų duomenimis. Skirtumas buvo statistiškai patikimas. Pagrindinės grupės tiriamųjų akių lęšiuko branduolio intensyvumas vidutiniškai buvo lygus 4,53±1,67 balo, branduolio spalva – 4,52±1,68 balo. Smarkiai padrumstėję buvo ir žieviniai akių lęšiukų sluoksniai – 3,65±1,71 balo bei užpakaliniai pokapsuliniai – 3,34±1,56 balo.



24 pav. Abiejų grupių tiriamųjų akių lęšiukų drumsčių intensyvumas balais

4.2.2. Regėjimo aštrumas

Regėjimo aštrumas yra vienas svarbesnių oftalmologinių rodiklių, nors jis ir tiesiogiai neatspindi lęšiuko padrumstėjimo laipsnio. Pagal regėjimo aštrumą tiriamieji buvo suskirstyti į grupes: <0,05;

≥0,05–<0,1;

≥0,1–<0,5;

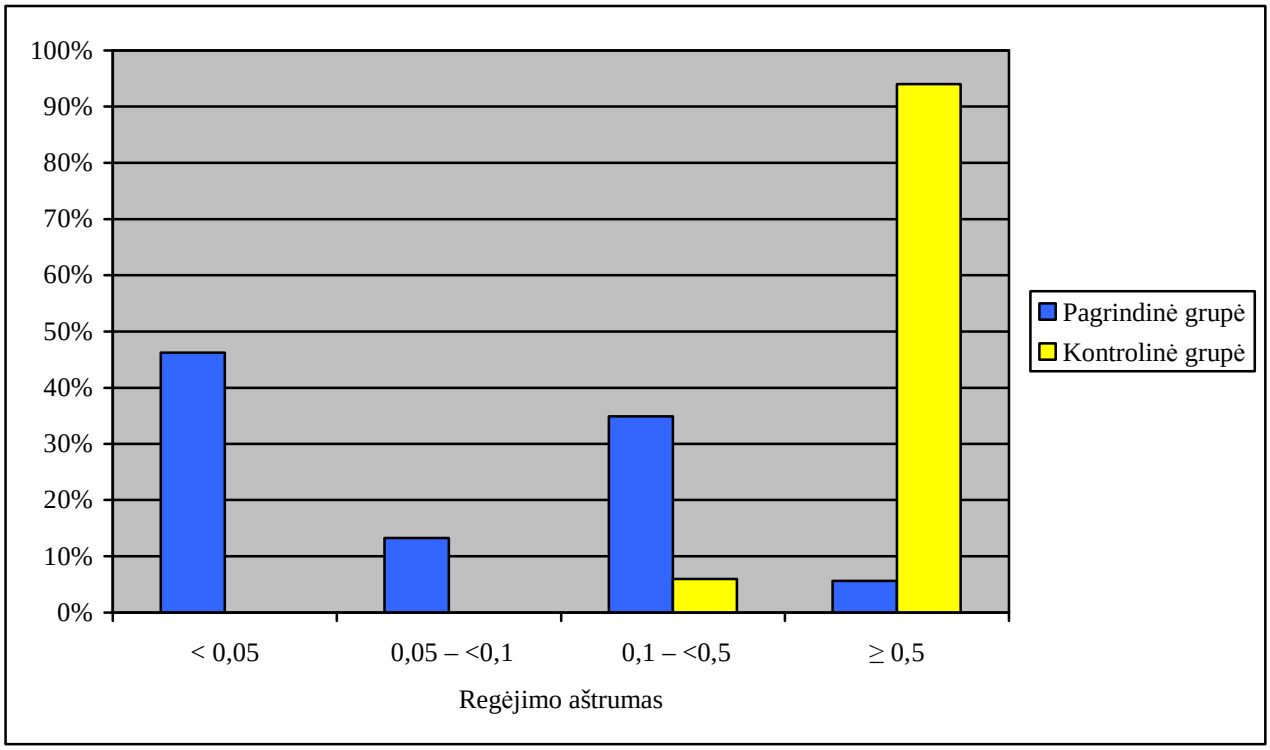
>0,5.

Rezultatai pateikti 4.3 lentelėje ir 25 paveiksle. Paaiškėjo, jog net 59,44 proc. pagrindinės grupės tiriamųjų akių regėjimo aštrumas mažesnis nei 0,1. Pasirinktas šis dydis, nes esant tokiam regėjimo aštrumui, žmogus jau patiria sunkumų dėl blogo matymo, dirbdamas kasdienius darbus: vairuodamas automobilį, skaitydamas laikraščius ir pan. Daugumos kontrolinės grupės asmenų tiriamosios akies regėjimo aštrumas buvo ≥0,5 (94 proc.).

4.3 lentelė. Tiriamųjų regėjimo aštrumas

Visus tiriamos akies	Pagrindinė grupė n (proc.)	Kontrolinė grupė n (proc.)	p
<0,05	49 (46,23)	–	–
≥0,05–<0,1	14 (13,21)	–	–
≥0,1–<0,5	37 (34,91)	3 (6,00)	<0,001
≥0,5	6 (5,66)	47 (94,00)	<0,001

χ^2=118,83; df=3; p<0,001;



25 pav. Abiejų grupių tiriamųjų akių regėjimo aštrumas

4.2.3. Fizinio aktyvumo tyrimo rezultatai

Asmenų dalyvaujančių tyrime fizinis aktyvumas buvo vertinamas pagal atsakymus į subjektyvius klausimus apie gyvensenos įpročius bei pagal tarptautinį fizinio aktyvumo klausimyną.

Pagrindinėje grupėje sėdimą darbą dirbančių asmenų buvo daugiau nei 3 kartus (27,62 proc.), lyginant su kontroline grupe (8 proc.). Kontrolinėje grupėje dauguma asmenų – 74,0 proc. dirbo lengvą fizinį darbą, o pagrindinėje – 48,57 proc. (4.4 lentelė). Skirtumas buvo statistiškai patikimas.

4.4 lentelė. Tiriamųjų pasiskirstymas pagal darbo pobūdį

Darbas (veikla)	Pagrindinė grupė n (proc.)	Kontrolinė grupė n (proc.)
Daugiausia sėdimas darbas	29 (27,62)	4 (8,00)
Sėdimas ir/ar stovimas darbas, kai šiek tiek vaikštoma, kilnojama, nešiojama (pramonėje, prekyboje, lengva namų ruoša ir kt.)	51 (48,57)	37 (74,00)
Judamas darbas, kai daug vaikštoma, kilnojama, nešiojama (pramonėje, statybose, sunki namų ruoša ir kt.)	18 (17,14)	8 (16,00)
Sunkus fizinis darbas (žemės ūkyje, statybose, kelio darbai)	7 (6,67)	1 (2,00)

χ^2=11,43669; df=3; p=0,00959

Vertinant laiką, sugaištą einant ar važiuojant dviračiu į darbą ir atgal, taip pat gautas statistiškai patikimas skirtumas tarp grupių (4.5 lentelė). Ilgiau nei 15 minučių į darbą ir iš jo vyko 12 proc. kontrolinės grupės žmonių ir tik 4,71 proc. – pagrindinės grupės. Nemažai abiejų grupių asmenų iš namų niekur nevyko, t. y. nedirbo arba dirbo namuose. Pagrindinėje grupėje tokie asmenys sudarė 64,15 proc., o kontrolinėje – 40,0 proc.

4.5 lentelė. Tiriamųjų vykimas į darbą

Vykimas į darbą	Pagrindinė grupė n (proc.)	Kontrolinė grupė n (proc.)
Aš nedirbu arba dirbu namuose	68 (64,15)	20 (40,00)
Į darbą vykstu automobiliu arba autobusu	19 (17,92)	17 (34,00)
Mažiau kaip 15 min. per dieną	5 (4,72)	5 (10,00)
15–30 min. per dieną	4 (3,77)	3 (6,00)
31–60 min. per dieną	1 (0,94)	2 (4,00)
Daugiau kaip 1 val. per dieną	–	1 (2,00)

χ^2=13,91411; df=6; p=0,03062

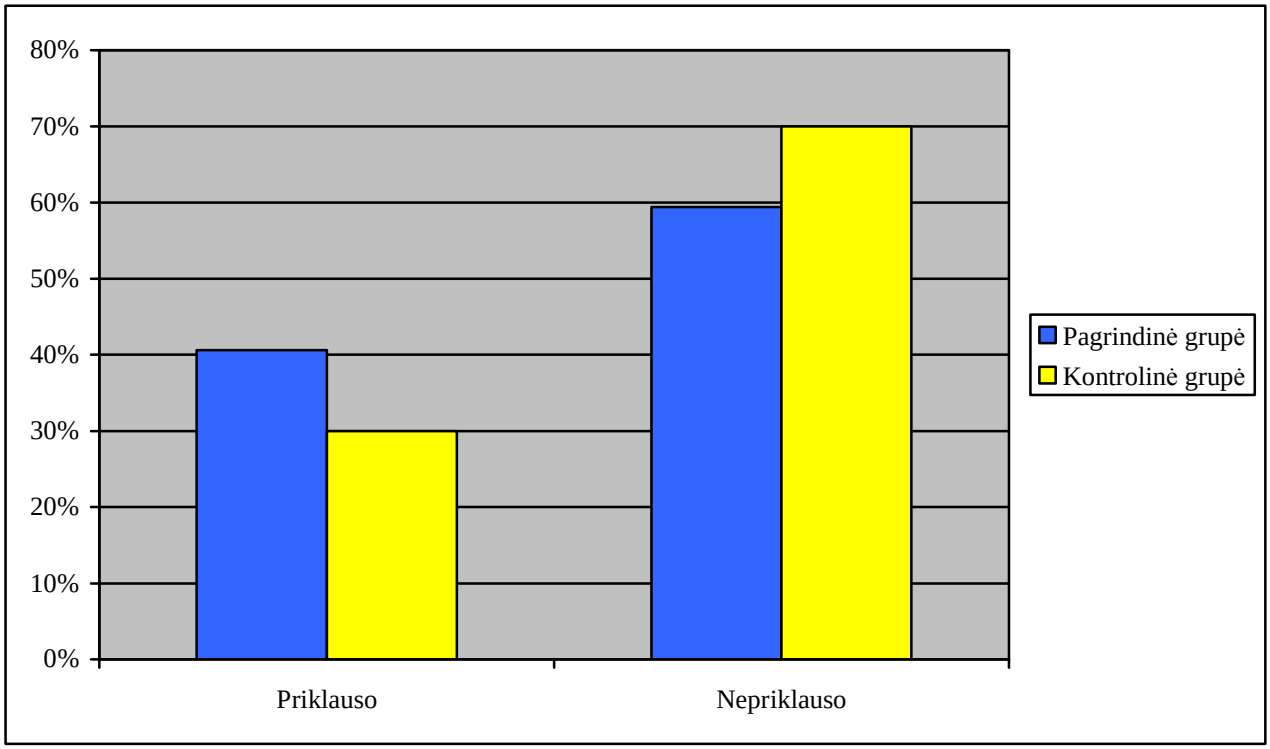
Priklausomai nuo žmogaus gyvensenos fizinis aktyvumas įvairiais metų laikais gali skirtis. Buvo klausiama apie fizinio aktyvumo pokyčius priklausomai nuo metų laiko. Didesnei daliai tiriamųjų fizinis aktyvumas buvo vienodas visais metų laikais. Pagrindinėje grupėje 59,43 proc.

respondentų teigė, jog per metus fizinis jų aktyvumas nepriklauso nuo metų laiko (4.6 lentelė, 26 pav.).

4.6 lentelė. Fizinio aktyvumo priklausomybė nuo metų laiko

Fizinio aktyvumo priklausomybė nuo metų laiko	Pagrindinė grupė n (proc.)	Kontrolinė grupė n (proc.)
Priklauso	43 (40,57)	15 (30,00)
Nepriklauso	63 (59,43)	35 (70,00)

χ^2=1,623943; df=1; p=0,20255



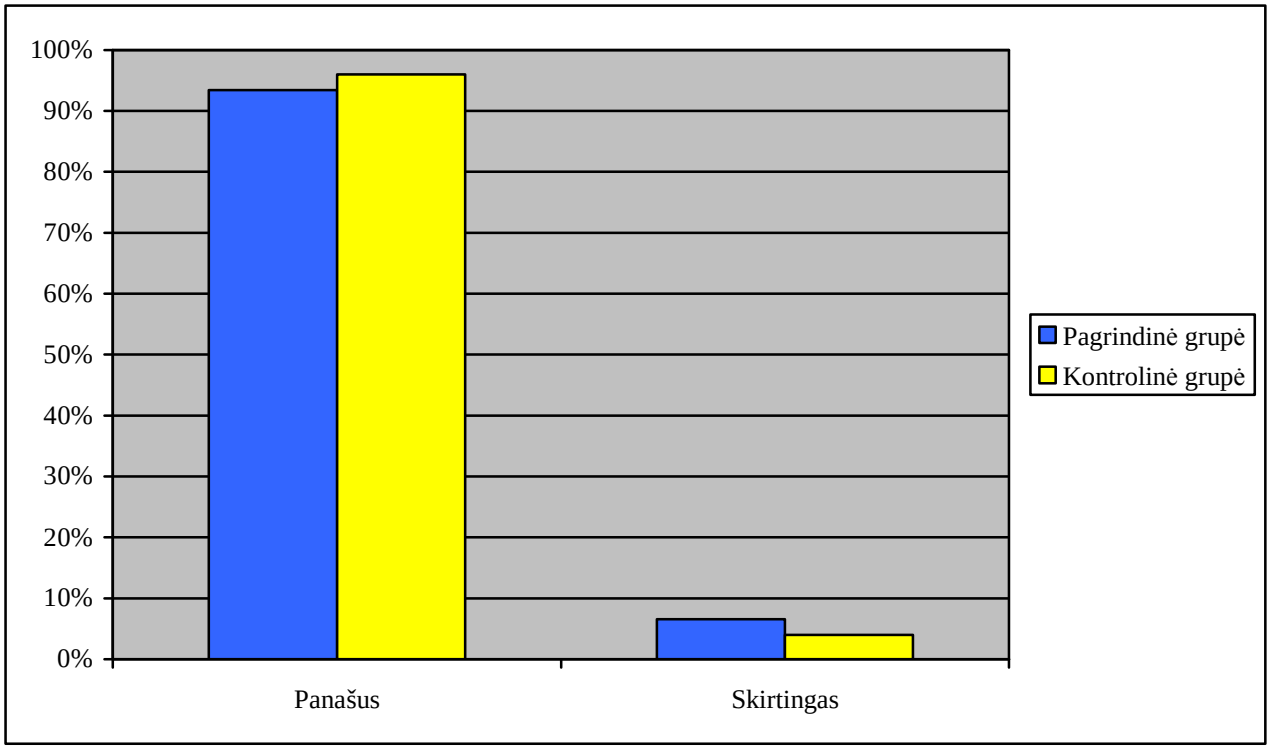
26 pav. Fizinio aktyvumo priklausomybė nuo metų laiko

Vertinant tiriamųjų metų fizinio aktyvumo tolygumą, klausta, ar paskutiniosios savaitės aktyvumas buvo panašus į prieš tai buvusių savaičių. Daugiau nei 94,0 proc. apklaustųjų fizinis aktyvumas nesiskyrė nuo praėjusių savaičių. Į tyrimą buvo įtraukti ir tie asmenys, kurių fizinis aktyvumas paskutinę savaitę neženkliai skyrėsi ir buvo didesnis nei įprastai (pagrindinėje grupėje) ir mažesnis nei įprastai kontrolinėje grupėje (4.7 lentelė, 27 pav.). Pagal šį rodiklį tarpusavyje grupės statistiškai patikimai nesiskyrė.

4.7 lentelė. Paskutiniųjų savaičių aktyvumas

Paskutiniosios savaitės fizinio aktyvumo panašumas su prieš tai buvusiomis savaitėmis	Pagrindinė grupė n (proc.)	Kontrolinė grupė n (proc.)
Panašus	99 (93,40)	48 (96,00)
Skirtingas	7 (6,60)	2 (4,00)

χ^2=1,045302; df=1; p=0,30659



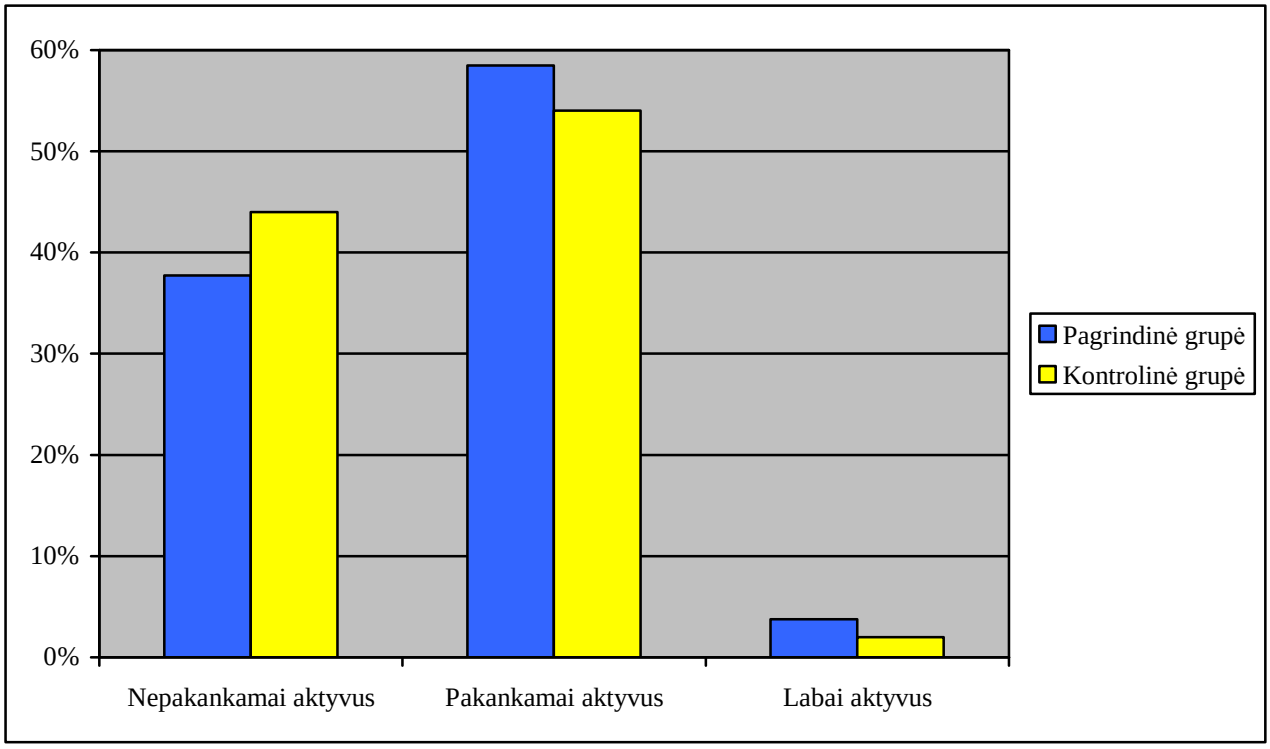
27 pav. Tiriamųjų paskutiniųjų savaičių aktyvumas

Tiriamųjų teirautasi, ką jie patys mano apie savo fizinį aktyvumą. Buvo klausiama, ar, jų nuomone, jie fiziškai aktyvūs pakankamai, ar nepakankamai. Nepakankamai aktyvūs jautėsi 37,74 proc. pagrindinės ir 44 proc. – kontrolinės grupės apklaustųjų. Pakankamai aktyvūs jautėsi 58,49 proc. pagrindinėje grupėje ir 54,0 proc. kontrolinėje, o labai aktyvūs – 3,77 proc. pagrindinėje grupėje ir 2 proc. kontrolinėje (4.8 lentelė, 28 pav.). Statistiškai patikimo skirtumo tarp grupių nerasta.

4.8 lentelė. Tiriamųjų nuomonė apie savo fizinį aktyvumą

Tiriamojo nuomonė apie savo fizinį aktyvumą	Pagrindinė grupė n (proc.)	Kontrolinė grupė n (proc.)
Nepakankamai aktyvus	40 (37,74)	22 (44,00)
Pakankamai aktyvus	62 (58,49)	27 (54,00)
Labai aktyvus	4 (3,77)	1 (2,00)

χ^2=0,7889540; df=2; p=0,67403

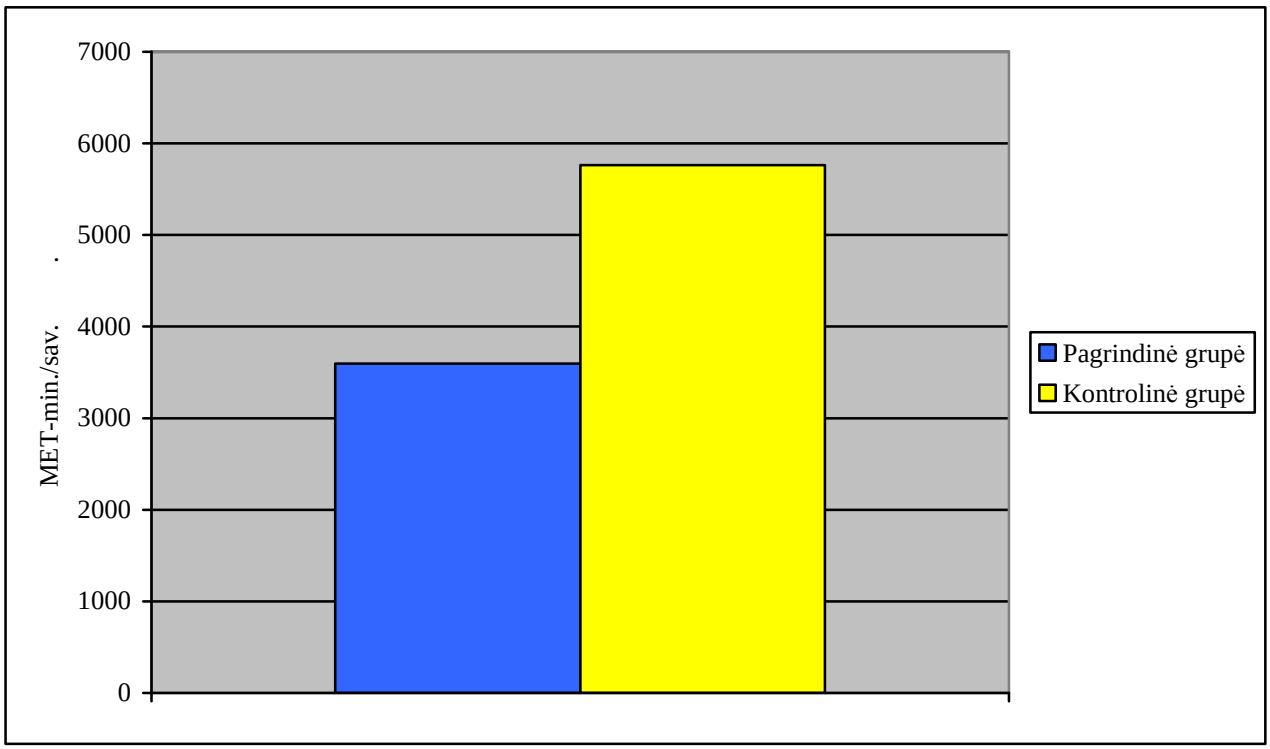


28 pav. Tiriamųjų nuomonė apie savo fizinį aktyvumą

Objektyviam fizinio aktyvumo nustatymui naudojome IPAQ klausimyną. Pagal jį fizinis aktyvumas vertinamas metabolinėmis minutėmis per savaitę. Palyginome pagrindinės ir kontrolinės grupės asmenų fizinio aktyvumo vidurkius. Rezultatai pateikti 4.9 lentelėje ir 29 paveiksle. Kontrolinės grupės asmenų fizinio aktyvumo vidurkis patikimai didesnis nei sergančiųjų.

4.9 lentelė. Fizinio aktyvumo vidurkių palyginimas grupėse

Grupės	Pagrindinė grupė	Kontrolinė grupė	P
Fizinis aktyvumas (MET-min./sav.)	3596,09±2193,60	5759,88±2223,15	<0,001



29 pav. Fizinio aktyvumo vidurkių palyginimas grupėse

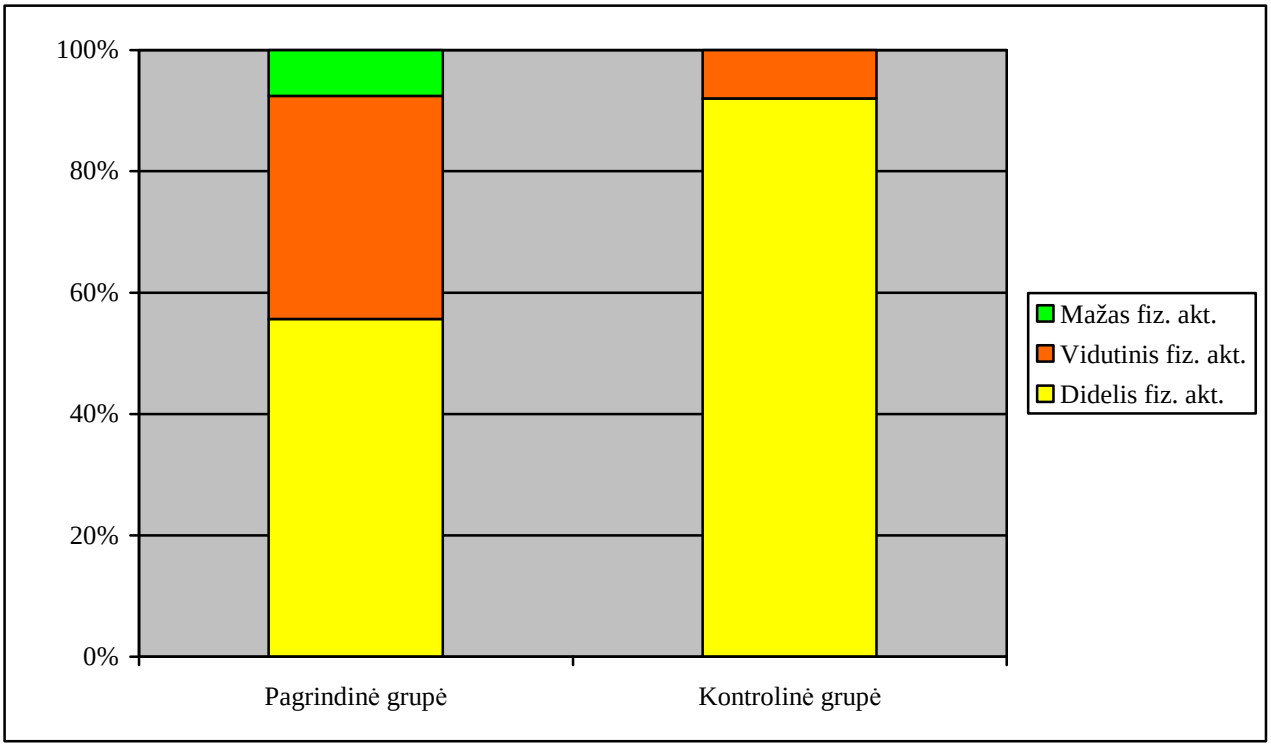
Remiantis IPAQ sistemos klasifikacijos principais, tiriamieji buvo suskirstyti pagal fizinio aktyvumo rodiklį (MET-min./sav.) į tris grupes – mažo fizinio aktyvumo, vidutinio fizinio aktyvumo ir didelio fizinio aktyvumo. Rezultatai pateikti 4.10 lentelėje bei 30 paveiksle.

4.10 lentelė. Fizinis aktyvumas pagal IPAQ klasifikaciją

Fizinio aktyvumo grupės	Pagrindinė grupė n (proc.)	Kontrolinė grupė n (proc.)
Mažas fizinis aktyvumas	8 (7,55)	–
Vidutinis fizinis aktyvumas	39 (36,79)	4 (8,00)
Didelis fizinis aktyvumas	59 (55,66)	46 (92,00)

χ^2=20,65728; df=2; p<0,001

Mažiau aktyvūs buvo pagrindinės grupės tiriamieji: mažai aktyvūs – 7,55 proc., vidutiniškai aktyvūs – 36,79 proc., aktyvūs – 55,66 proc. Kontrolinės grupės labai fiziškai aktyvūs buvo 92 proc., vidutiniškai aktyvūs – 8 proc. tiriamųjų, mažai aktyvių nebuvo nė vieno. Skirtumas tarp fizinio aktyvumo rodiklių, lyginant pagrindinės ir kontrolinės grupių duomenis, statistiškai patikimas.



30 pav. Abiejų grupių tiriamųjų fizinio aktyvumo (pagal IPAQ klasifikaciją) duomenų palyginimas

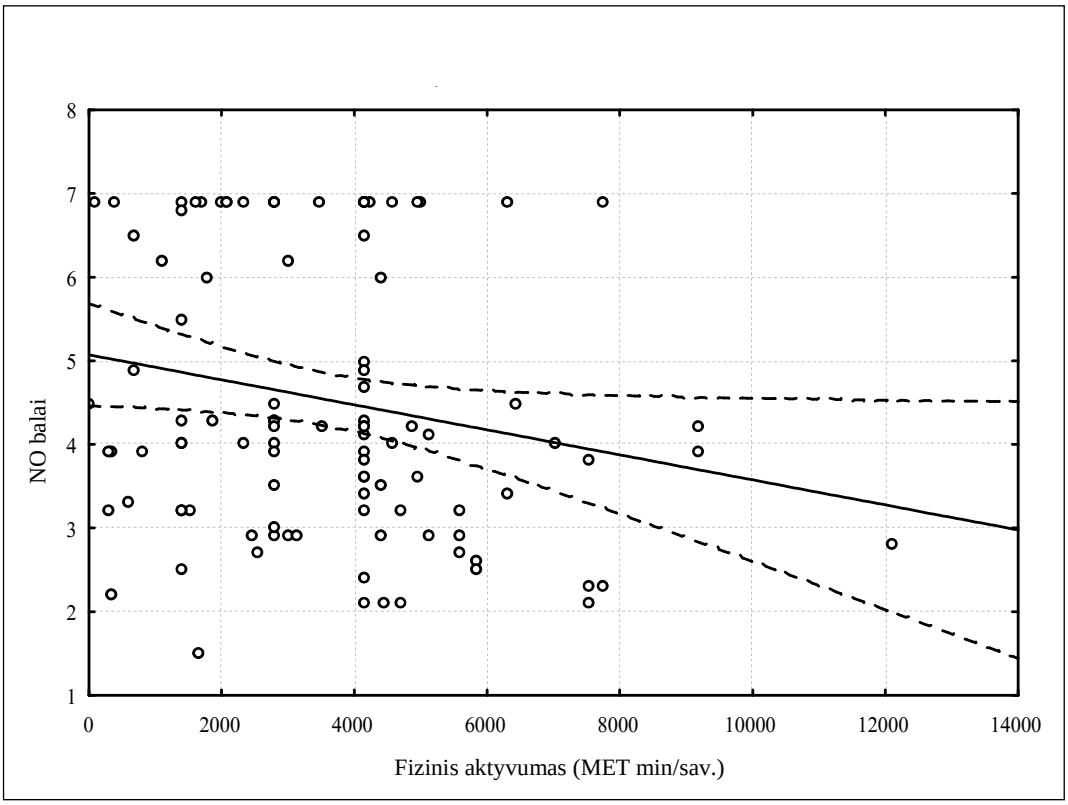
4.2.4. Fizinio aktyvumo ir akių lęšiuko branduolio drumsčių bei jo spalvos intensyvumo pokyčio koreliacijos

Manydami, jog fizinio aktyvumo intensyvumas turi tiesioginę įtaką lęšiuko drumstėjimui, ieškojome koreliacijos tarp abiejų grupių tiriamųjų fizinio aktyvumo ir oftalmologinių rodiklių (4.11 lentelė).

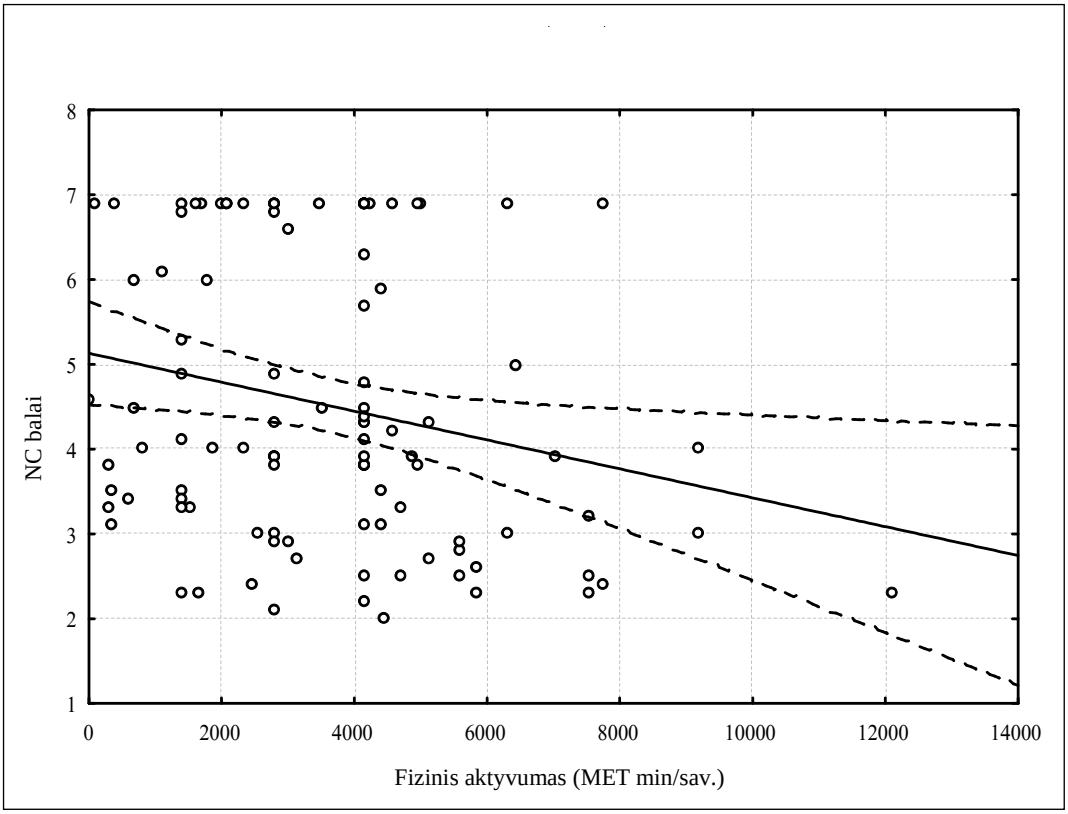
4.11 lentelė. Koreliacijos tarp oftalmologinių rodiklių ir fizinio aktyvumo

Oftalmologiniai rodikliai ir fizinis aktyvumas (FA)		Koreliacijos koeficientai (r) ir patikimumas (p)
NO (n=106)	FA (n=106)	r=-0,1964
		p=0,044
NC (n=106)	FA (n=106)	r=-0,2226
		p=0,022

Nustatyta neigiama koreliacija tarp fizinio aktyvumo ir akių lęšiuko branduolio padrumstėjimo (NO) bei branduolio spalvos (NC) pagrindinės grupės tiriamiesiems. Šie rezultatai pateikti paveiksluose (31 ir 32). Kontrolinėje grupėje statistiškai patikimos koreliacijos tarp asmenų fizinio aktyvumo ir oftalmologinių rodiklių nenustatėme.



31 pav. Fizinio aktyvumo ir NO ryšys



32 pav. Fizinio aktyvumo ir NC ryšys

4.2.5. Šansų santykio įvertinimas

Panaudoję logistinės regresijos metodą, nustatėme drumsčių atsiradimo riziką priklausomai nuo fizinio aktyvumo, lygindami sergančiųjų ir kontrolinių asmenų grupes. Lęšiuko drumsčių atsiradimo rizika kontrolinėje grupėje buvo prilyginta vienetui, ir pagal tai skaičiuota lęšiuko drumsčių atsiradimo rizika pagrindinėje grupėje.

4.12 lentelė. Drumsčių atsiradimo rizika

Lęšiuko drumstys	β	Exp(β)	95 proc. PI	p
NO	3,497	33,017	1,137–959,133	0,042
NC	3,462	31,893	1,166–872,397	0,040
C	1,366	3,920	1,560–9,849	0,004
P	1,131	3,099	1,407–6,829	0,005

Bendras binarinio logistinio modelio statistinis reikšmingumas – χ^2=172,446; df=4; p=0,0001 (-2 log likehood 23,257)

Sergančiųjų branduolio drumsčių intensyvumo padidėjimo rizika yra 33,017, branduolio spalvos suintensyvėjimo – 31,893, intensyvesnių žievinių drumsčių – 3,920, o intensyvesnių užpakalinių pokapsulinių drumsčių atsiradimo rizika – 3,099 karto didesnė nei kontrolinės grupės asmenų.

4.3. Rezultatų aptarimas

Gerontologijos mokslas įrodė, jog senėjimas gali būti ir fiziologinis, ir patologinis, t. y. toje pačioje amžiaus grupėje gali būti nevienodos sveikatos bei skirtingo darbingumo žmonių [98]. Tai duoda pagrindą manyti, jog to paties amžiaus žmonių akių būklė ir regėjimo sutrikimai taip pat gali būti nevienodi ir įvairaus sunkumo laipsnio.

Mokslo ir pramonės pažanga, naujos technologijos ženkliai sumažino žmonių, tarp jų ir senyvo amžiaus asmenų, fizinę veiklą. Dėl to susidarė prielaidos padažnėti įvairioms ligoms, įskaitant kataraktą. Pasaulio sveikatos organizacijos duomenimis, apie 20 mln. žmonių pasaulyje akli dėl amžinės kataraktos [123]. Kadangi išsamių mokslinių duomenų apie fizinio aktyvumo stokos ryšį su kataraktos vystymusi neradome, tad pirmoje savo darbo dalyje eksperimentais bandėme nustatyti hipodinamijos reikšmę kiekybiniams cinko, pasižyminčio antioksidacinėmis savybėmis, ir kalcio, turintiems įtakos kataraktos genezei [19, 54, 63, 89, 101, 114], koncentracijos pakitimams akies lęšiuke (4.1 lentelė) bei jo ultrastruktūrai (10–14 pav.), šviesos išsklaidymui jame (17–19 pav.), tinklainės kraujagyslių ultrastruktūrai (21 pav.). Cinko, aktyviai dalyvaujančio metaboliniuose procesuose [73], kiekio padidėjimas lęšiuke (4.1 lentelė) hipodinamijos atveju sukelia kompensacinę reakciją, nes šis elementas įeina į daugelio fermentų katalizinių centrų sudėtį, sudaro kompleksus su kai kuriais metabolitais, kaip antai, ATP, ADP, būtinas baltymų transkripcijos veiksnių struktūrai. Pavyzdžiui, „cinko pirštų“ domenas yra būtinas baltymų-DNR ir

baltymų-baltymų sąveikos elementas [73]. Formuojantis šviesą išsklaidantiems centrams, ši sąveika yra pažeidžiama, nes susidaro lęšiuko α, β, γ, δ ir kt. kristalinų agregacija, kuri ir sąlygoja kataraktos vystymąsi [115]. Literatūros duomenimis [77], cinko kiekio sumažėjimas rūkančiųjų organizme taip pat gali neigiamai veikti baltymų-baltymų sąveiką, t. y. pažeisti kristalinų struktūrą. POLA tyrimo duomenimis, branduolinės kataraktos rizika buvo didesnė tiek rūkantiesiems (ŠS 1,91; PI 0,98–3,71), tiek metusiems rūkyti asmenims (ŠS 1,36; PI 0,82–2,28). Operuotinos kataraktos rizika buvo didesnė rūkantiems (ŠS 2,34; PI 1,07–5,15) ir metusiems rūkyti asmenims (ŠS 3,75; PI 2,26–6,21) [29]. Australijos kataraktos tyrimo metu atlikus daugiafaktorinę logistinės regresijos analizę nustatyta padidėjusi branduolinės kataraktos rizika rūkiusiems ilgiau kaip 30 m. žmonėms (RR 1,87; PI 1,43–2,44; $p<0,05$) [91].

Kaune atlikto pagyvenusių žmonių tyrimo duomenimis, branduolinės kataraktos paplitimas tarp vyrų buvo tiesiogiai susijęs su surūkytų per gyvenimą cigarečių skaičiumi ir rūkymo trukme [127]. Be to, manoma, jog cigarečių dūmuose esantis kadmis ar izocianatas gali pažeisti akies lęšiuką [52]. Tai galima aiškinti tuo, jog kadmis yra cinko antagonistas. Cinkas yra labai svarbus ir normaliam ląstelės antioksidacinės apsaugos funkcionavimui. Nuo jo kiekio kartu su kitais elementais priklauso superoksido dismutazės (SOD): Zn, Cu-SOD aktyvumas, kuri yra pirmoji antioksidacinė apsauga. Tad šis elementas stabilizuoja ląstelių membranas, saugo jas nuo reaktyvių deguonies darinių susiformavimo. Jonizuojančioji radiacija (rentgeno, ultravioletinių, γ spindulių) padidina malondialdechido kiekį (kaip lipidų peroksidacijos žymenį), ir mažina superoksido dismutazės ir glutationo peroksidazės aktyvumą žiurkių akių lęšyje. Skiriant geriamojo *Ginkgo biloba* ekstrakto žiurkėms, paveiktoms jonizuojančiąja radiacija, jų akių lęšiukuose malondialdechido kiekis sumažėjo, o glutationo peroksidazės aktyvumas ir superoksido dismutazės, kurios struktūrinis ir funkcinis elementas yra cinkas, padidėjo [36].

Nustatytas cinko antiapoptozinis veikimas, t. y. šis elementas, slopindamas Ca^{2+}/Mg^{2+}-endonukleazę, proteazę (kaspazę 3), saugo organizmo ląstelių DNR nuo fragmentacijos [73]. Šie fermentai dalyvauja ir akies lęšiuko struktūros (baltymo kristalino) pažeidime, būdingame kataraktai [4,9]. Cinko trūkumas maiste taip pat turi įtakos lęšiuko struktūros kitimui. Trūkstant lašišų maiste cinko, išryškėja kataraktos požymiai – pakinta lęšiuko baltymo struktūra [4]. *Liu* ir bendraautoriai [84] mano, jog žiurkių eksperimentinės diabetinės kataraktos atveju cinko kiekio padidėjimas lęšiukuose turi kompensacinį pobūdį, susijusį su metabolizmo reguliacija akyje. Kiti autoriai [54] senatvinę kataraktos etiologiją ir patogenezę sieja su sutrikusiu gliukozės šalinimu, kurio metu sumažėja gliukolizės fermentų (gliukozės-6-fosfatodehidrogenazės, fosfofruktokinazės, laktatdehidrogenazės, malatdehidrogenazės, heksokinazės) aktyvumas. Išvardyti fermentai yra cinko metalo fermentai. Sumažėjęs minėtų fermentų aktyvumas gali būti kompensuojamas vartojant šį elementą. Kaip minėta, mūsų tyrimo duomenimis, papildomai pridėjus cinko į triušių maistą, 48

parų hipodinamijos metu kalcio ir cinko koncentracija statistiškai patikimai nesiskyrė nuo šių elementų kiekio kontrolinės grupės triušių akių lęšiukuose (4.1 lentelė). Vietiškai naudojamas cinkas nėra veiksmingas [86]. Kaip antai, šunims, turintiems įvairių lęšiuko padrumstėjimų, buvo lašinamas cinko citrato tirpalas du kartus per dieną nuo 4 iki 31 savaitės. 62,3 proc. atvejų nebuvo jokių pokyčių, 34,8 proc. padidėjo lęšiukų drumstumas, o 2,9 proc. šunų akių lęšiuko drumstumas sumažėjo. Tai rodo, jog lęšiuko drumstėjimo priežastys gali būti ne tik vietinės kilmės, bet ir sąlygojamos biocheminių, patofiziologinių, struktūrinių visų organizmo sistemų kitimų. Mūsų tyrimų duomenimis, be cinko ir kalcio kiekio kitimų akių lęšiukuose, 48 parų hipodinamijos atveju nustatyti cholesterolio koncentracijos kraujo serume pakitimai, ultrastruktūros pažeidimai kardiomiocituose, lęšiuko žievės ląstelėse, kraujagyslių endotelyje, lygiuosiuose raumenyse ir jų mikrofilamentuose [75, 76, 78]. 48 parų hipodinamijos metu skiriant cinką minėti audinių ultrastruktūros pažeidimai (15, 22 pav.), taip pat cinko ir kalcio koncentracijos akių lęšiukuose padidėjimas (4.1 lentelė) tapo mažiau ryškūs arba visai išnyko. Tai lemia daugelis mechanizmų, tarp jų ir organizme galima bioelementų tarpusavio sąveika, vykstant jų pasisavinimui, šalinimui, katabolizmo-anabolizmo reakcijoms, tarpląstelinių signalų perdavimui, moduliuojant ląstelių receptorių aktyvumą [73]. Todėl papildomas dar vieno elemento skyrimas galėjo paskatinti kitų bioelementų kiekybinius pakitimus ir jų sąlygojamus struktūrinius bei funkcinius organizmo pokyčius. Be to, cinkas, be minėtų savybių (ypač antioksidacinių-fermentinių), turi įtakos neuroendokrininei sistemos funkcijai, dalyvauja neuroreceptorių moduliacijoje transformuojant hormonų informaciją organizme [16, 31]. Cinkas, būdamas glikolizės fermentų aktyvintojas, gali veikti bioenergijos sintezę [54] ir kartu dalyvauti DNR reparacijos procesuose, o tai sąlygoja ląstelių struktūros vientisumo palaikymą.

Kalcio koncentracijos padidėjimas žmonių akių lęšiukuose taip pat turi įtakos kataraktos genezei. Manoma, jog šios patologijos priežastimi yra kalcio aktyvinamų proteazių aktyvumo, sočiųjų riebalų rūgščių koncentracijos padidėjimas, ir sumažėjęs fosfolipidų, redukuoto glutationo bei antioksidantų kiekis, t. y. oksidacinis stresas akies lęšiuko ląstelėse [32]. Kiti autoriai [106] pažymi, jog viduląstelinio kalcio padidėjimas sukelia akies lęšiuko žievinės dalies drumstėjimą dėl baltymo kristalino struktūrinių pokyčių. Šiame procese dalyvauja proteazė – kalpainas ir transgliutaminazė. *Duncan* ir *Wormstone* [32] taip pat teigia, jog kalcio koncentracijos padidėjimas akių lęšiukuose yra patogenezinis kataraktos veiksnys. Tai siejama su akies lęšiukuose esančio G baltymo receptoriais, kurie priklauso muskarinerginių, adrenerginių ir purinerginių receptorių šeimai. Šių receptorių aktyvinimas (ypač užsitęsus hipodinamijai) gali būti kataraktos priežastimi, nes sukelia viduląstelinio kalcio koncentracijos padidėjimą. Ilgalaikis šio bioelemento kiekio padidėjimas gali skatinti minėtas proteazes ir sukelti negrįžtamus baltymo kristalino pakitimus. Be to, G baltymo receptoriaus aktyvinimas didina lęšiuko ląstelių proliferaciją ir sukelia užpakalinės

lęšiuko kapsulės drumstėjimą. Mūsų tyrimo duomenimis, kalcio koncentracijos padidėjimas, esant 48 parų hipodinamijai, buvo lydimas triušių akių lęšiukų žievės ultrastruktūros pokyčių: vakuolizacijos, šviesą išsklaidančių židinėlių formavimosi, skaidulų ištįsimo ir jų interdigitacijų sumažėjimo ir kai kurių skaidulų kompaktiško dėstymosi, primenančio akordeoną (10–14 pav.). 48 parų hipodinamija, kaip mobilumą ribojantis stresas, galėjo sąlygoti katecholaminų koncentracijos pokyčius, sukeliančius ląstelių membranų pažeidimą, lydimą vandens ir elementų (ypač kalcio) pusiausvyros sutrikimo. *Cekic* [17] duomenimis, kalcio koncentracija lęšiuke statistiškai patikimai padidėja žievinės kataraktos atveju. Elektroninės mikroskopijos duomenys taip pat rodo, jog drumsto lęšiuko membranoje esančios pūslelės (*vesiculae*) yra pripildytos kalcio [15]. Kalcio homeostazės sutrikimas sąlygoja lęšiuko skaidulų globulizaciją, kuri gali skatinti formuotis šviesą išsklaidančius centrus, būdingus kataraktos genezei [6]. Triušių ir jūrų kiaulyčių akių lęšiukuose, paveiktuose kalpainu, sukeliančiu kristalinų suirimą, ar alfa spektrinu, kaupiančiu kalcį akies lęšiuke, šviesa gali būti labiau išsklaidoma [44]. Taigi, esant 48 parų hipodinamijai, minėti akies lęšiuko žievės ultrastruktūros pakitimai taip pat gali būti šviesą išsklaidančiais centrais. Tai patvirtina skirtingo intensyvumo ir lokalizacijos lazerio šviesos išsklaidymas akių lęšiukuose, paveiktuose hipodinamijos (17–19 pav.). Literatūros duomenimis [58, 94], jaunų žmonių akių lęšiukai yra skaidrūs, ir šviesos transmisija (praėjimas) yra apie 100 proc. Amžinės kataraktos atveju suintensyvėja šviesos išsklaidymas ir absorbcija, lęšiukas tampa gelsvas ir fluorescuojantis šviesą. Dažniausiai šviesa išsklaidoma giliai lęšiuko žievėje ir nukreipiama branduolio link [34, 40]. Intensyvesnį šviesos išsklaidymą lemia kristalinų agregatų sankaupos lęšiuke [5], liudijančios kataraktos vystymąsi. Taigi, suintensyvėjęs šviesos išsklaidymas hipodinamijos paveiktuose akių lęšiukuose gali rodyti esant ankstyvos stadijos kataraktą. Minėti lęšiuko ląstelių ultrastruktūros pažeidimai buvo lydimi tinklainės kraujagyslių endotelio ląstelių irimo, mitochondrijų vakuolizacijos, lipidinių vakuolių sankaupos ir kt. (21 pav.).

Apie tinklainės kraujotakos įtaką akies lęšiuko ląstelių metabolizmui literatūroje duomenų neradome. Akies tinklainė, kaip funkcinė cinko [73], slopinančio kataraktos vystymąsi [54, 63], sankaupa, gali netiesiogiai veikti ir lęšiuko metabolizmą. Taip pat hipertenzijos ryšys [69] su padidėjusia užpakalinių pokapsulinių kataraktos rizika (ŠS 1,39; PI 1,05–1,84; $p<0,05$) ir tinklainės mikrocirkuliacijos pakitimai, esant aukštam kraujospūdžiui, [60, 110] duoda pagrindą įtarti esant netiesioginę tinklainės kraujotakos sutrikimo sąsają su kataraktos geneze.

Pateikti eksperimentiniai duomenys ir jų aptarimas rodo, jog hipodinamija gali sąlygoti biocheminius, struktūrinius organizmo pažeidimus, sąlygojančius kataraktos genezę.

Eksperimentiniai duomenys, gauti tiriant gyvūnus, dėl biologinio rūšinio skirtumo negali būti visiškai tapatinami žmogui. Tad dar vienas mūsų darbo uždavinys buvo ištirti dėl kataraktos operuojamų ligonių oftalmologinių rodiklių sąsają su fiziniu aktyvumu. Gauti duomenys rodo, jog

katarakta sergančių asmenų oftalmologinių rodiklių – lęšiuko branduolio drumsčių, branduolio spalvos, taip pat žievės ir užpakalinių pokapsulinių drumsčių intensyvumo – vidurkiai statistiškai reikšmingai buvo didesni, o regėjimo aštrumas ir fizinis aktyvumas mažesni nei kontrolinės grupės asmenų (4.2; 4.3; 4.9; 4.10 lentelės). Taigi, esant mažesniam fiziniam aktyvumui, regėjimo aštrumas yra mažesnis, o lęšiuko drumstys – intensyvesnės. Didėjant lęšiuko drumstims tinklainėje, dėl šviesos išsklaidymo ir absorbcijos pakinta vaizdo kokybė [82]. Išsklaidantys ir absorbuojantys šviesą židiniai gali susidaryti dėl įvairių priežasčių, kaip antai: oksidacinio streso [45, 48], osmosinių pakitimų [118], kristalinų struktūros pakitimų [85], kalcio jonų akumuliacijos akies lęšiuke [106], (11, 13, 14 pav.), taip pat padidėjusio skaidulų tankio (13 pav.) ir kt. Per mažas fizinis aktyvumas sąlygoja arterinę hipertenziją, hipercholesterolemiją, antsvorį ir kt. [10] ir kartu aktyvių deguonies formų susidarymą. Tai patvirtinta ir eksperimentais [76]. Ilgai trunkančios hipodinamijos metu (48 dienų) papildomas triušių maitinimas cinku, būtinu superoksido dismutazės (fermento, naikinančio laisvuosius radikalus) funkcionavimui, apsaugo kraujagyslių endotelį [76], mikrofilamentus [75] ir tinklainės kraujagyslių (22 pav.) bei lęšiuko žievės skaidulų (15 pav.) ultrastruktūrą nuo pažeidimo. Tokiu būdu viena lęšiuko drumstėjimo intensyvėjimo priežasčių galėtų būti laisvųjų radikalų padaugėjimas dėl sumažėjusio fizinio aktyvumo. Be to, nejudra, skatindama aktyvių deguonies formų susidarymą, gali sukelti ląstelių membranų pažeidimą. Membranų pralaidumo padidėjimas lemia kiekybinius jonų (Na^+/K^+) pokyčius ląstelėse ir sumažina membranų fermentų aktyvumą, įskaitant ir Na^+-K^+-ATPazę. Tai sąlygoja intersticinio substrato akumuliaciją ląstelėse, kitaip tariant, vakuolių formavimąsi. Kaip jau minėta, mūsų duomenimis, hipodinamijos atveju mikroskopinis lęšiuko žievinių sluoksnių ląstelių tyrimas patvirtino intensyvią ląstelių vakuolizaciją (10, 11, 12, 13, 14 pav.). Daug vakuolių buvo rasta arti ląstelės branduolio (10, 12 pav.). Literatūros duomenimis, padidėjęs osmosinis spaudimas lęšiuko periferijoje sąlygoja vakuolių formavimąsi, kurios išsiplečia iki priekinių lęšiuko sluoksnių ir skatina visų sluoksnių drumstėjimą, ypač branduolio, ir taip pat sukelia lęšiuko baltymų pakitimus [118]. Baltymai kristalinai, esantys lęšiuke, palaiko jo skaidrumą. Pakitus genams, lemiantiems kristalinų struktūros vientisumą, greičiau mažėja lęšiuko skaidrumas [13]. Lęšiukas lieka skaidrus tol, kol baltymo trumpoji grandinė nesuyra ir baltymai lieka įprastinės – tirpios formos [85]. Kristalino struktūros pokyčiai skatina ir didina kristalinų agregaciją ir mažina jų tirpumą, o tai ir sukelia šviesos išsklaidymą. Lęšiuko žievinėse ląstelėse didelio tankio medžiaga (12 pav.) gali būti laikoma šviesos išsklaidymo centru, suformuotu iš susijungusių baltymų ir kalcio jonų sankaupų. Tad ir ligoniams, kurie buvo fiziškai mažai aktyvūs, didesnį akių lęšiukų padrumstėjimą galėjo sąlygoti minėti dėl hipodinamijos atsiradę akių lęšiukų pažeidimai, kaip antai: kalcifikacija, vakuolizacija, šviesą išsklaidančių centrų susiformavimas, skaidulų sutankėjimas. Tai patvirtina ir nustatytos statistiškai reikšmingos neigiamos koreliacijos tarp fizinio aktyvumo ir oftalmologinių rodiklių – lęšiuko

branduolio intensyvumo ir branduolio spalvos (4.11 lentelė ir 31, 32 pav.). Be to, išryškėjo lęšiuko drumsčių atsiradimo rizika priklausomai nuo fizinio aktyvumo, lyginant sergančių ir kontrolinių asmenų grupes logistinės regresijos metodu. Sergančiųjų branduolio drumsčių intensyvumo padidėjimo rizika yra 33,017, branduolio spalvos suintensyvėjimo – 31,893, intensyvesnių žievės drumsčių – 3,920, o intensyvesnių užpakalinių pokapsulinių drumsčių atsiradimo rizika – 3,099 karto didesnė nei kontrolinių asmenų.

5. IŠVADOS

1. 48 parų hipodinamija lemia statistiškai reikšmingą kalcio ir cinko koncentracijų padidėjimą triušių akių lęšiukuose, lyginant su kontrolinės grupės ir gavusių papildomai cinko triušių šių elementų kiekiu lęšiukuose. Papildomai maitinant triušius cinku 48 parų hipodinamijos metu, kalcio, cinko kiekiai akių lęšiukuose pakito, tačiau statistiškai patikimai nesiskyrė nuo šių elementų koncentracijos kontrolinėje grupėje.

2. Ilgai trunkanti hipodinamija (48 parų) sąlygoja akies lęšiuko žievinio sluoksnio pažeidimus (vakuolizaciją, kalcifikaciją, šviesą išsklaidančių centrų susiformavimą, skaidulų sutankėjimą), sukeliančius kataraktos genezę. Skiriant cinko, lęšiuko žievinio sluoksnio ultrastruktūros pažeidimai dėl hipodinamijos buvo ženkliai mažesni matėsi tik nevienodas skaidulų interdigitacijų intensyvumas.
   Eksperimentinė hipodinamija pažeidžia akies tinklainės kraujagyslių ultrastruktūrą: intimos ir medijos ląstelės degeneruoja, kai kurios irsta, padidėja. Intimoje matyti lipidinės vakuolės, vakuolizuotos mitochondrijos, o skiriant cinko šių pakitimų neatsiranda – esti normali intimos (daug pūslelių) ir medijos ultrastruktūra.

3. Ilgai trunkančios hipodinamijos (48 parų) sąlygomis pažeistuose triušių akių lęšiukuose padidėja šviesos išsklaidymas, lyginant su šviesos išsklaidymu kontrolinių triušių akių lęšiukuose (naudojant lazerio šviesą). Vienuose pažeistuose akių lęšiukuose šviesa labiau buvo išsklaidoma žievinėje ir branduolinėje srityse, kituose – intensyviau visose srityse, o kai kuriuose akių lęšiukuose intensyvesnis buvo vietinis šviesos išsklaidymas.

4. Katarakta sergančių asmenų lęšiuko branduolio intensyvumo, branduolio spalvos, taip pat žievės ir užpakalinių pokapsulinių drumsčių intensyvumo vidurkiai yra statistiškai reikšmingai didesni, o regėjimo aštrumas ir fizinis aktyvumas – mažesni nei kontrolinių asmenų.
   Sergančiųjų katarakta fizinis aktyvumas statistiškai reikšmingai atvirkščiai koreliuoja su lęšiuko branduolio drumstumo ir branduolio spalvos pokyčiais.
   Nustatyta didesnė lęšiuko padrumstėjimo galimybė pagrindinės grupės tiriamiesiems: branduolio drumsčių intensyvumo padidėjimo rizika yra 33,017, branduolio spalvos suintensyvėjimo – 31,893, intensyvesnių žievinių drumsčių – 3,920, o intensyvesnių užpakalinių pokapsulinių drumsčių atsiradimo rizika yra 3,099 karto didesnė nei kontrolinių asmenų.

6. LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Adamsons I, Munoz B, Enger C, Taylor HR. Prevalence of lens opacities in surgical and general populations. Arch Ophthalmol 1991;109(7):993-7.
2. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. Med Sci Sports Exerc 2000;32(9 Suppl):498-504.
3. Ariel B. The role of exercise and nutrition. OT (Optometry Today/Optics Today) 2005;45(6):48-51.
4. Barash H, Poston HA, Rumsey GL. Differentiation of soluble proteins in cataracts caused by deficiencies of methionine, riboflavin or zinc in diets fed to Atlantic salmon, Salmo salar, rainbow trout, Salmo gairdneri, and lake trout, Salvelinus namaycush. Cornell Vet 1982;72(4):361-71.
5. Benedek GB. Theory of transparency of the eye. Appl Opt 1971;10:459-73.
6. Bhatnagar A, Ansari NH, Wang L, Khanna P, Wang C, Srivastava SK. Calcium-mediated disintegrative globulization of isolated ocular lens fibers mimics cataractogenesis. Exp Eye Res 1995;61(3):303-10.
7. Biswas S, Harris F, Dennison S, Singh JP, Phoenix D. Calpains: enzymes of vision? Med Sci Monit 2005;11(9):301-10.
8. Booth FW, Chakravarthy MV. Cost and consequences of sedentary living: new battleground for an old enemy. President's council on physical fitness and sports research digest 2002;3(16).
9. Boscia F, Grattagliano I, Vendemiale G, Micelli-Ferrari T, Altomare E. Protein oxidation and lens opacity in humans. Invest Ophthalmol Vis Sci 2000;41(9):2461-5.
10. Bouchard C, Despres JP. Physical activity and health: atherosclerotic, metabolic, and hypertensive diseases. Res Q Exerc Sport 1995;66(4):268-75.
11. Boulton M, Saxby LA. Physiology. In: Yanoff M, Duker JS, editors. Ophthalmology. second ed. Mosby; 2004. p. 246-8.
12. Boulton M, Saxby LA. Age changes. In: Yanoff M, Duker JS, editors. Ophthalmology. second ed. Mosby; 2004. p. 261-4.
13. Brady JP, Garland D, Duglas-Tabor Y, Robison WG, Jr., Groome A, Wawrousek EF. Targeted disruption of the mouse alpha A-crystallin gene induces cataract and cytoplasmic inclusion bodies containing the small heat shock protein alpha B-crystallin. Proc Natl Acad Sci U S A 1997;94(3):884-9.

14. Brian G, Taylor H. Cataract blindness-challenges for the 21st century. Bull World Health Organ 2001;79(3):249-56.
15. Bron AJ, Vrensen GF, Koretz J, Maraini G, Harding JJ. The ageing lens. Ophthalmologica 2000;214(1):86-104.
16. Bunce GE. Zinc in endocrine function. In: Mills CF, editor. Zinc in Human Biology.Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1989. p. 249-58.
17. Cekic O. Copper, lead, cadmium and calcium in cataractous lenses. Ophthalmic Res 1998;30(1):49-53.
18. Chapman N, Dell'omo G, Sartini MS, Witt N, Hughes A, Thom S, et al. Peripheral vascular disease is associated with abnormal arteriolar diameter relationships at bifurcations in the human retina. Clin Sci 2002;103(2):111-6.
19. Chen CZ. Analysis of 7 elements in the serum and lens of senile cataract patients. Zhonghua Yan Ke Za Zhi 1992;28(6):355-7.
20. Chen YC, Reid GE, Simpson RJ, Truscott RJ. Molecular evidence for the involvement of alpha crystallin in the colouration/crosslinking of crystallins in age-related nuclear cataract. Experimental Eye Research 1997;65(6):835-40.
21. Chitkara DK. Cataract formation mechanisms. In: Yanoff M, Duker JS, editors. Ophthalmology. second ed. Mosby; 2004. p. 273-9.
22. Chitkara DK, Hall A, Rosenthal AR. Patophysiology and epidemiology of cataract. In: Yanoff M, Duker JS, editors. Ophthalmology. Mosby; 2004. p. 269-72.
23. Chylack LT, Jr., Wolfe JK, Singer DM, Leske MC, Bullimore MA, Bailey IL, et al. The Lens Opacities Classification System III. The Longitudinal Study of Cataract Study Group. Arch Ophthalmol 1993;111(6):831-6.
24. Ciaralli L, Giordano R, Costantini S, Sepe A, Cruciani F, Moramarco A, et al. Element concentrations and cataract: an experimental animal model. J Trace Elem Med Biol 2001;14(4):205-9.
25. Craig CL, Marshall AL, Sjostrom M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. Med Sci Sports Exerc 2003;35(8):1381-95.
26. Cumming RG, Mitchell P, Smith W. Diet and cataract: the Blue Mountains Eye Study. Ophthalmology 2000;107(3):450-6.
27. Davies KJ. Oxidative stress: the paradox of aerobic life. Biochem Soc Symp 1995;61:1-31.
28. Dawczynski J, Blum M, Winnefeld K, Strobel J. Increased content of zinc and iron in human cataractous lenses. Biol Trace Elem Res 2002;90(1-3):15-23.

29. Delcourt C, Cristol JP, Tessier F, Leger CL, Michel F, Papoz L. Risk factors for cortical, nuclear, and posterior subcapsular cataracts: the POLA study. Am J Epidemiol 2000;151(5):497-504.
30. Dilsiz N, Olcucu A, Cay M, Naziroglu M, Cobanoglu D. Protective effects of selenium, vitamin C and vitamin E against oxidative stress of cigarette smoke in rats. Cell Biochem Funct 1999;17(1):1-7.
31. Dreosti IE. Neurobiology of zinc. In: Mills CF, editor. Zinc in Human Biology. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 1989. p. 235-47.
32. Duncan G, Wormstone IM. Calcium cell signalling and cataract: role of the endoplasmic reticulum. Eye (London, England) 1999;13:480-3.
33. Duncan G, Wormstone IM. Physiology of the Lens. In: Tasman W, Jaeger E, editors. Duane's Clinical Ophthalmology [CD-ROM]. Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
34. Eckerskorn U, Kokkas K, Hockwin O, Laser H, Janke M. Physiologic changes of lens transparency during ageing: a Scheimpflug photography study. Developments In Ophthalmology 1989;17:72-4.
35. Ekelund U. Methods to Measure Physical Activity. 2004. Available from: URL:http://www.dasfas.dk/2004/Ulf_Ekelund_Symposium_300804.pdf
36. Ertekin MV, Kocer I, Karslioglu I, Taysi S, Gepdiremen A, Sezen O, et al. Effects of oral Ginkgo biloba supplementation on cataract formation and oxidative stress occurring in lenses of rats exposed to total cranium radiotherapy. Jpn J Ophthalmol 2004;48(5):499-502.
37. Fagerholm P, Lundevall E, Trocme S, Wroblewski R. Human and experimental lens repair and calcification. Exp Eye Res 1986;43(6):965-72.
38. Favier A. Oxidative stress in human diseases. Ann Pharm Fr 2006;64(6):390-6.
39. Fedorov BM. Stress i sistema krovoobrashcheniya. (Stress and Circulation System). Moscow: Meditsina, 1991.
40. Forbes J, Bron AJ, Brown NAP, Harris M, Holden R. Growth of the human crystalline lens in childhood. Proceedings of the Xth ISER Meeting, Stresa, Italy. Experimental Eye Research 1999;2(55):172.
41. Foster A. Vision 2020: the cataract challenge. Community Eye Health Journal 2000;13(34):17-9.
42. Foster A. Cataract- a global perspective: output, outcome and outlay. Eye (London, England) 1999;13:449-53.
43. Franzoni F, Ghiadoni L, Galetta F, Plantinga Y, Lubrano V, Huang Y, et al. Physical activity, plasma antioxidant capacity, and endothelium-dependent vasodilation in young and older men. Am J Hypertens 2005;18(4):510-6.

44. Fukiage C, Azuma M, Nakamura Y, Tamada Y, Shearer TR. Nuclear cataract and light scattering in cultured lenses from guinea pig and rabbit. Curr Eye Res 1998;17(6):623-35.
45. Girao H, Mota C, Pereira P. Cholesterol may act as an antioxidant in lens membranes. Curr Eye Res 1999;18(6):448-54.
46. Grabauskas V, Klumbienė J, Petkevičienė J, Kinderytė G, Šačkutė A, Helasoja V, et al. Suaugusių Lietuvos žmonių gyvensenos tyrimas, 2002. (Health behavior among Lithuanian adult population, 2002.). Helsinki: National Public Health Institute; 2003.
47. Graw J. The crystallins: genes, proteins and diseases. Biol Chem 1997;378(11):1331-48.
48. Green K. Free radicals and aging of anterior segment tissues of the eye: a hypothesis. Ophthalmic Res 1995;27 Suppl 1:143-9.
49. Gunduz F, Senturk UK, Kuru O, Aktekin B, Aktekin MR. The effect of one year's swimming exercise on oxidant stress and antioxidant capacity in aged rats. Physiol Res 2004;53(2):171-6.
50. Gupta PD, Johar K, Vasavada A. Causative and preventive action of calcium in cataracto-genesis. Acta Pharmacol Sin 2004;25(10):1250-6.
51. Hammond BR, Wooten BR, Nanez JE, Wenzel AJ. Smoking and lens optical density. Ophthalmic Physiol Opt 1999;19(4):300-5.
52. Harding JJ. Cigarettes and cataract: cadmium or a lack of vitamin C? Br J Ophthalmol 1995;79(3):199-200.
53. Hayreh SS. Retinal and optic nerve head ischemic disorders and atherosclerosis: role of serotonin. Prog Retin Eye Res 1999;18(2):191-221.
54. Heinitz M. Clinical biochemical aspects of the prophylaxis and therapy of senile cataract with zinc aspartate. Klin Monatsbl Augenheilkd 1978;172(5):778-83.
55. Hennig B, Toborek M, Mcclain CJ. Antiatherogenic properties of zinc: implications in endothelial cell metabolism. Nutrition 1996;12(10):711-7.
56. Hightower KR, Misiak P. The relationship between osmotic stress and calcium elevation: in vitro and in vivo rat lens models. Exp Eye Res 1998;66(6):775-81.
57. Hirvela H, Luukinen H, Laatikainen L. Prevalence and risk factors of lens opacities in the elderly in Finland. A population-based study. Ophthalmology 1995;102(1):108-17.
58. Hodge WG, Whitcher JP, Satariano W. Risk factors for age-related cataracts. Epidemiol Rev 1995;17(2):336-46.
59. Hu FB, Hankinson SE, Stampfer MJ, Manson JE, Colditz GA, Speizer FE, et al. Prospective study of cataract extraction and risk of coronary heart disease in women. Am J Epidemiol 2001;153(9):875-81.

60. Hubbard LD, Brothers RJ, King WN, Clegg LX, Klein R, Cooper LS, et al. Methods for evaluation of retinal microvascular abnormalities associated with hypertension/sclerosis in the Atherosclerosis Risk in Communities Study. Ophthalmology 1999;106(12):2269-80.
61. International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). 2005 November. Available from: URL:http://www.ipaq.ki.se
62. Jašinskas V, Misevičė A, Mankauskienė A. Kataraktos chirurgijos tendencijos Lietuvoje. Medicina 2006;42(5):370-6.
63. Jeru I. The role of zinc in the appearance of cataract. Oftalmologia 1997;41(4):329-32.
64. Karoblis P. Bėgimas ilgaamžiškumo link. Sveikata 2001;5-6:24-6.
65. Karolkiewicz J, Szczesniak L, Smielecka E, Owak A, Templewski R, Zeklicki R. Oxidative stress and antioxidant defense system in healthy, elderly men: relationship to physical activity. Aging Male 2003;6(2):100-5.
66. Kasiulytė R. Judrumas ir nejudrumo profilaktika. Slauga. Mokslas ir praktika 2002;4(64):9-10.
67. Kasiulytė R. Judrumas ir nejudrumo profilaktika. Slauga. Mokslas ir praktika 2002;2:(62):11-2.
68. Kasiulytė R. Judrumas ir nejudrumo profilaktika. Slauga. Mokslas ir praktika 2001;2(61):11-2.
69. Klein BE, Klein R, Lee KE. Diabetes, cardiovascular disease, selected cardiovascular disease risk factors, and the 5-year incidence of age-related cataract and progression of lens opacities: the Beaver Dam Eye Study. Am J Ophthalmol 1998;126(6):782-90.
70. Klein R, Sharrett AR, Klein BE, Chambless LE, Cooper LS, Hubbard LD, et al. Are retinal arteriolar abnormalities related to atherosclerosis?: The Atherosclerosis Risk in Communities Study. Arterioscler Thromb Vasc Biol 2000;20(6):1644-50.
71. Knez WL, Coombes JS, Jenkins DG. Ultra-endurance exercise and oxidative damage: implications for cardiovascular health. Sports Med 2006;36(5):429-41.
72. Kojda G, Hambrecht R. Molecular mechanisms of vascular adaptations to exercise. Physical activity as an effective antioxidant therapy? Cardiovasc Res 2005;67(2):187-97.
73. Koudrine AV, Skalny AV, Zhavoronkov AA, Skalnaya MG, Gromova OA, editors. Immunopharmacology of trace elements. Moscow: KMK Scientific Press; 2000.
74. Kurtinaitis R. Būsime sveiki - bus sveika Lietuva. Sveikata 2001;5-6:2-5.
75. Kusleikaite M, Stonkus S, Kusleika S. Contractility of smooth muscles and ultrastructure of their microfilaments in restriction of physical activity. Med Sci Monit 2001;7(1):34-7.

76. Kusleikaite M, Stonkus S, Kusleika S. The effect of zinc on endothelium-dependent relaxation of blood-vessels and on the ultrastructure of endothelial cells under immobilization stress. J Trace Elem Med Biol 2003;17(3):193-8.
77. Kušleikaitė M, Civinskienė G, Stonkus S, Daukša K, Gailys R, Abraitis R, ir kt. Biocheminiai, fiziologiniai, sruktūriniai pokyčiai organizme esant hipodinamijai. Medicina 1997;33:701-7.
78. Kušleikaitė M. Bioelementų-metalų (cinko, vario, mangano, magnio ir kalcio) sąsaja su išeminės širdies ligos vystymusi, eiga ir komplikacijomis (eksperimentiniai ir klinikiniai duomenys). Habil. daktaro disertacija. Kaunas;1990.
79. Kuzmienė L. Lęšiuko drumsčių rizikos veiksniai ir branduolinės kataraktos ypatumai. Daktaro disertacija. Kaunas; 2002.
80. Kwa VIH, van der Sande JJ, Stam J, Tijmes N, Vrooland JL. Retinal arterial changes correlate with cerebral small-vessel disease. Neurology 2002;59(10):1536-40.
81. Leino M, Pyorala K, Lehto S, Rantala A. Lens opacity in patients with hypercholesterolemia and ischaemic heart disease. Electronic lens opacity measurements. Doc Ophthalmol 1992;80(4):309-15.
82. Lerman S, Borkman R. Spectroscopic evaluation and classification of the normal aging and cataractous lens. Ophthalmic Res 1976;8:335-53.
83. Li ZR, Reiter RJ, Fujimori O, Oh CS, Duan YP. Cataractogenesis and lipid peroxidation in newborn rats treated with buthionine sulfoximine: preventive actions of melatonin. J Pineal Res 1997;22(3):117-23.
84. Liu X, Fang Q, Yan M. A study on cAMP and Ca-CaM of the epithelium in human normal and cataractous lenses. Zhonghua Yan Ke Za Zhi 1996;32(2):107-9.
85. Ma Z, Hanson SR, Lampi KJ, David LL, Smith DL, Smith JB. Age-related changes in human lens crystallins identified by HPLC and mass spectrometry. Exp Eye Res 1998;67(1):21-30.
86. MacMillan AD, Nelson DL, Munger RJ, Wolf ED, Scagliotti RH, Bellhorn RW, et al. Efficacy of zinc citrate ascorbate for treatment of canine cataracts. J Am Vet Med Assoc 1989;194(11):1581-2.
87. Management of functional impairment due to cataract in adults. Cataract management guideline panel. Ophthalmology 1993;100(8 Suppl):1-350.
88. Matsushima H, Peskind ER, Clark JM, Leverenz JB, Wilkinson CW, Clark JI. Protein changes during aging and the effects of long-term cortisol treatment in macaque monkey lens. Optometry And Vision Science: Official Publication Of The American Academy Of Optometry 1997;74(4):190-7.
89. Matsushima H, Mukai K, Yoshida S, Obara Y. Effects of calcium on human lens epithelial cells in vitro. Jpn J Ophthalmol 2004;48(2):97-100.

90. Maugeri D, Santangelo A, Bonanno MR, Testai M, Abbate S, Lo Giudice F, et al. Oxidative stress and aging: studies on an East-Sicilian, ultraoctagenarian population living in institutes or at home. Arch Gerontol Geriatr Suppl 2004;(9):271-7.
91. McCarty CA, Mukesh BN, Fu CL, Taylor HR. The epidemiology of cataract in Australia. Am J Ophthalmol 1999;128(4):446-65.
92. Melnikas A. Centrinis ir periferinis matymas. Sudarytojai: Blužienė A, Jašinskas V. Akių ligų vadovas. Šiauliai: A.S.Narbuto leidykla; 2005.
93. Melnikas A. Klinikinis akies ir jos priklausinių tyrimas. Sudarytojai: Blužienė A, Jašinskas V. Akių ligų vadovas. Šiauliai: A.S.Narbuto leidykla; 2005.
94. Mirsamadi M, Nourmohammadi I. Correlation of human age-related cataract with some blood biochemistry constituents. Ophthalmic Res 2003;35(6):329-34.
95. Mukai K, Matsushima H, Ishii Y, Obara Y. Effects of calcium on lens epithelial cells in rabbits. Nippon Ganka Gakkai Zasshi 2006;110(5):361-9.
96. Mukesh BN, Le A, Dimitrov PN, Ahmed S, Taylor HR, McCarty CA. Development of cataract and associated risk factors: the Visual Impairment Project. Arch Ophthalmol 2006;124(1):79-85.
97. Natrajan S. The role of nutrition in ocular ans systemic disease. Part 1 Cataracts, ARMD and heart disease. OT (Optometry Today/Optics Today) 1998;38(20):32-3.
98. Naužemys R. Vyresnio ir pagyvenusio amžiaus žmonių fizinio aktyvumo paslaptys. Sveikata 2001;5-6:12-4.
99. Nicholl ID, Stitt AW, Moore JE, Ritchie AJ, Archer DB, Bucala R. Increased levels of advanced glycation endproducts in the lenses and blood vessels of cigarette smokers. Mol Med 1998;4(9):594-601.
100. Phelps-Brown N. Nutrition in cataract and retinal conditions. OT (Optometry Today/Optics Today) 2004;44(7):33-41.
101. Rasi V, Costantini S, Moramarco A, Giordano R, Giustolisi R, Balacco Gabrieli C. Inorganic element concentrations in cataractous human lenses. Ann Opthalmol 1992;24(12):459-64.
102. Richer S. Antioxidants and the eye. Intern Ophthalmol Clin 2000;40:1-15.
103. Rowe NG, Mitchell PG, Cumming RG, Wans JJ. Diabetes, fasting blood glucose and age-related cataract: the Blue Mountains Eye Study. Ophthalmic Epidemiol 2000;7(2):103-14.
104. Rowley KG, Su Q, Cincotta M, Skinner M, Skinner K, Pindan B, et al. Improvements in circulating cholesterol, antioxidants, and homocysteine after dietary intervention in an Australian Aboriginal community. Am J Clin Nutr 2001;74(4):442-8.

105. Rush JWE, Denniss SG, Graham DA. Vascular nitric oxide and oxidative stress: determinants of endothelial adaptations to cardiovascular disease and to physical activity. Can J Appl Physiol 2005;30(4):442-74.
106. Sanderson J, Marcantonio JM, Duncan G. A human lens model of cortical cataract: Ca^{2+}-induced protein loss, vimentin cleavage and opacification. Invest Ophthalmol Vis Sci 2000;41(8):2255-61.
107. Sasaki H, Jonasson F, Kojima M, Katoh N, Ono M, Takahashi N, et al. The Reykjavik Eye Study-prevalence of lens opacification with reference to identical Japanese studies. Ophthalmologica 2000;214(6):412-20.
108. Schaumberg DA, Glynn RJ, Christen WG, Ajani UA, Stormer T, Hennekens CH. A prospective study of blood pressure and risk of cataract in men. Ann Epidemiol 2001;11(2):104-10.
109. Seth RK, Kharb S. Protective function of alpha-tocopherol against the process of cataractogenesis in humans. Ann Nutr Metab 1999;43(5):286-9.
110. Sharrett AR, Hubbard LD, Cooper LS, Sorlie PD, Brothers RJ, Nieto FJ, et al. Retinal arteriolar diameters and elevated blood pressure: the Atherosclerosis Risk in Communities Study. Am J Epidemiol 1999;150(3):263-70.
111. Silalahi J. Free radicals antioxidant vitamins in degenerative disease. The Journal of Indonesian Medical Association 2001;1-13.
112. Sobey CG, Faraci FM, Piegors DJ, Heistad DD. Effect of short-term regression of atherosclerosis on reactivity of carotid and retinal arteries. Stroke 1996;27(5):927-33.
113. Solberg Y, Rosner M, Belkin M. The association between cigarette smoking and ocular diseases. Surv Ophthalmol 1998;42(6):535-47.
114. Srivastava VK, Varshney N, Pandey DC. Role of trace elements in senile cataract. Acta Ophthalmol 1992;70(6):839-41.
115. Steely HT, Jr., Clark AF. The use of proteomics in ophthalmic research. Pharmacogenomics 2000;1(3):267-80.
116. Szmyd LJ, Schwartz B. Association of systemic hypertension and diabetes mellitus with cataract extraction. A case-control study. Ophthalmology 1989;96(8):1248-52.
117. Takahashi H. Ca(2+)-ATPase activity in the hypocalcemic cataract. Nippon Ganka Gakkai Zasshi 1994;98(2):142-9.
118. Tasman W, Jaeger E, editors. Duane's Clinical Ophthalmology on CD-ROM. Lippincott Williams & Wilkins; 2000.
119. Tavani A, Negri E, La Vecchia C. Food and nutrient intake and risk of cataract. Ann Epidemiol 1996;6(1):41-6.

120. Taylor A, Davies KJ. Protein oxidation and loss of protease activity may lead to cataract formation in the aged lens. Free Radic Biol Med 1987;3(6):371-7.
121. Taylor HR. Epidemiology of age-related cataract. Eye (London, England) 1999;13:445-8.
122. Teikari JM, Laatikainen L, Rapola JM, Virtamo J, Haukka J, Liesto K, et al. Retinal vascular changes following supplementation with alpha-tocopherol or beta-carotene. Acta Opthalmol Scand 1998;76(1):68-73.
123. The world health report 1998 - Life in the 21st century: a vision for all. 1998;47.
124. Timperio A, Salmon J. Physical Activity Monitoring & Evaluation Toolkit. 2003. Available from: URL:http://www.deakin.edu.au/hmnbs/cpan/PA_assessment__toolkit.pdf
125. Tomida K, Tamai K, Matsuda Y, Matsubara A, Ogura Y. Hypercholesterolemia induces leukocyte entrapment in the retinal microcirculation of rats. Curr Eye Res 2001;23(1):38-43.
126. US Department of Health and Human Services. Healthy People 2010, 2nd ed. With understanding and improving health and objectives for improving health. 2 vols. Washington, DC: US Government Printing Office; 2000.
127. Vaičaitienė R, Paunksnis A. 66-74 metų vyrų ir moterų lęšiuko drumsčių paplitimas. Medicina 1997;33:155-9.
128. Vision 2020 Eye Disease Information. 2006. Available from: URL:http://www.v2020.org/
129. Volbekienė V. XX a. palikimas - sparčiai senstanti visuomenė. Sveikata 2001;5:8-12.
130. Wong TY, Klein R, Couper DJ, Cooper LS, Shahar E, Hubbard LD, et al. Retinal microvascular abnormalities and incident stroke: the Atherosclerosis Risk in Communities Study. Lancet 2001;358(9288):1134-40.
131. Xue AN, Cai QY, Wang SQ, Zhou AS, Li WX, Fu P, et al. Antioxidant status in persons with and without senile lens changes. Biomed Environ Sci 1996;9(2-3):144-8.
132. Yamakawa K, Bhutto IA, Lu Z, Watanabe Y, Amemiya T. Retinal vascular changes in rats with inherited hypercholesterolemia-corrosion cast demonstration. Curr Eye Res 2001;22(4):258-65.
133. Zigler S JR, Datiles MB. Pathogenesis of Cataracts. In: Tasman W, Jaeger E, editors. Duane's Clinical Ophthalmology [CD-ROM]. Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
134. Žemaitienė R. Intraokulinių lęšių ir kataraktos operacijos metodų efektyvumo vertinimas. Daktaro disertacija. Kaunas; 2006.

7. PUBLIKACIJOS

1. Paunksnis A, Kušleika S, Kušleikaitė M. The relationship of the intensity of lens opacity with physical activity. Medicina 2006;42(9):738-431.
2. Kušleika S, Paunksnis A, Kušleikaitė M. The effect of immobilizations stress on the ultrastructure of the eye retinal vessels in the rabbits receiving zinc supplements and without them. Visuomenės sveikata 2004;3(23):51-54.
3. Kušleika S, Paunksnis A, Kušleikaitė M. The influence of hypodynamic stress on ultrastructure of the cortical layer cells of eye lens. Medicina 2004;40(10):987-990.
4. Kušleika S. Bioelementų (Ca, Zn, Mg, Cu, Mn) kiekybiniai pakitimai akių lęšiukuose veikiant hipodinaminiam stresui ir cinkui. Medicina 2002;38(9):916-919.
5. Kušleika S. The changes of bioelements in the lenses on the influence of hypodynamic stress and zinc. Ophthalmologicum Balticum : XI forum, August 26-28, 2004 Tallinn, Estonia. Tallinn, 2004. Posters, p. 56.

8. PRIEDAI

<u>1 priedas</u>

Tyrimo anketa:

1. Tiriamojo Nr. ..... 2. Tyrimo data.....

3. Lytis: 1) vyras; 2) moteris. [ ]

4. Gimimo data .....

5. Gyvenamoji vieta: 1) miestas; 2) kaimas. [ ]

6. Išsilavinimas: 1) nebaigtas vidurinis (iki 9 klasių); 2) vidurinis; [ ]
3) spec. techninis; 4) nebaigtas aukštasis; 5) aukštasis.

7. Profesija, buvusi darbovietė: 1) darbas patalpoj; 2) darbas lauke. [ ]

8. Nusiskundimai dėl matymo pablogėjimo : 1) yra, 2) nėra. [ ]

Svoris ūgis ir fizinis aktyvumas

9. Koks jūsų ūgis ?.....cm.

10. Kiek sveriate lengvai apsirengęs (-usi)?.....kg.

11. Kuris teiginys geriausiai apibūdina Jūsų darbą (veiklą)? [ ]

1) daugiausia sėdimas darbas;
2) sėdimas ir/ar stovimas darbas, kai šiek tiek vaikštoma, kilnojama, nešiojama (pramonėje, prekyboje, lengva namų ruoša ir kt.);
3) judamas darbas, kai daug vaikštoma, kilnojama, nešiojama (pramonėje, statybose, sunki namų ruoša ir kt.);
4) sunkus fizinis darbas (žemės ūkyje, statybose, kelio darbai).

12. Kiek minučių per dieną Jūs einate arba važiuojate dviračiu į darbą ir atgal (į abi puses)? [ ]

1) aš nedirbu arba dirbu namuose;
2) į darbą vykstu automobiliu arba autobusu;
3) mažiau kaip 15 min. per dieną;
4) 15–30 min. per dieną;
5) 31–60 min. per dieną;
6) daugiau kaip 1 val. per dieną.

13. Ar dažnai **laisvalaikiu** mankštinatės (sportuojate, bėgiojate, važiuojate dviračiu dirbate sode ir pan.) mažiausiai 30 min. taip, kad pagreitėtų kvėpavimas ir suprakaituotumėte? [ ]

1) kasdien;
2) 4–6 kartus per savaitę;
3) 2–3 kartus per savaitę;
4) kartą per savaitę;
5) 2–3 kartus per mėnesį;
6) kelis kartus per metus ar rečiau;
7) negaliu mankštintis dėl ligos ar invalidumo;
8) neturiu laisvalaikio.

14. Kiek dienų per praėjusias 7 dienas Jūs užsiėmėte **intensyvia** fizine veikla, kuri truko bent 10 min. (*tai tokia fizinė veikla, kai reikia didelių fizinių pastangų jos metu labai padažnėja kvėpavimas: pvz., sunkių daiktų kilnojimas, žemės kasimas, aerobika arba greitas važiavimas dviračiu*)?

…….....dienų (įrašykite 0, jei nei vieną dieną neužsiėmėte intensyvia fizine veikla, Pereiti prie 16 kl.)

15. Kiek vidutiniškai laiko užsiėmėte **intensyvia** fizine veikla per vieną iš šių dienų?

……valandų……minučių/per dieną

16. Kiek dienų per praėjusias 7 dienas Jūs užsiėmėte **vidutinio intensyvumo** fizine veikla, kuri truko bent 10 min. (*tai tokia fizinė veikla, kai reikia vidutinių fizinių pastangų, jos metu šiek tiek padažnėja kvėpavimas: pvz., lengvų daiktų nešiojimas, važiavimas dviračiu įprastu tempu*)?

……dienų (įrašykite 0, jei nei vieną dieną neužsiėmėte vidutinio intensyvumo fizine veikla. Pereiti prie 18 kl.).

17. Kiek vidutiniškai laiko užsiėmėte **vidutinio intensyvumo** fizine veikla per vieną iš šių dienų?
……..valandų…… minučių/per dieną?

18. Kiek dienų per praėjusias 7 dienas Jūs **vaikščiojote** bent 10 min. per dieną (*pvz., vaikščiojimas darbe ar namuose, ėjimas į darbą ar į namus, pasivaikščiojimas laisvalaikio metu ar sportuojant ir t.t.*) …….dienų (įrašykite 0, jei nei vieną dieną nevaikščiojote. Pereiti prie 20 kl.)?

19. Kiek vidutiniškai laiko Jūs **vaikščiojote** per vieną iš šių dienų?
…….valandų ……minučių/per dieną

20. Kiek laiko Jūs sėdite per įprastinę darbo dieną ?
(*prie darbo stalo, važiuodami transporto priemone, svečiuose, namuose, skaitydami arba žiūrėdami televizorių*)…….. valandų ……..minučių/per dieną

21. Ar jūsų fizinis aktyvumas priklauso nuo metų laiko? [ ]

1) priklauso;
2) nepriklauso.

22. Ar paskutiniosios savaitės fizinis aktyvumas yra panašus kaip ir kitomis metų savaitėmis?
[ ]

1) panašus;
2) skirtingas.

23. Kaip vertinate savo fizinį aktyvumą?:

[ ]

1) nepakankamai aktyvus;
2) pakankamai aktyvus;

3) labai aktyvus.

Vitaminų vartojimas:

24. Ar dabar vartojate vitaminų preparatus? [ ]

1) nevartoja; 2) vartoja (jei nevartojate, pereikite prie 30 kl.)

25. Jei taip, tai kaip dažnai vartojate? [ ]

1) niekada; 2) nežino; 3) retkarčiais; 4) gydymo kursais; 5) kiekvieną dieną.

26. Kokius vitaminų preparatus vartojate ir kaip dažnai? [ ]

1) polivitaminus;
2) polivitaminus su mineralais;
3) vitaminą A;
4) vitaminą C;
5) vitaminą E.

27.Prieš kiek metų pradėjote vartoti vitaminus?

.....

28. Kada paskutinį kartą vartojote vitaminus? [ ]

1) šiandien; 2) vakar; 3) prieš kelias dienas; 4) prieš savaitę; 5) seniai vartojo; 6) per paskutinį pusmetį nevartojo.

29. Jei vartojate kokius vitaminus, ar galite nurodyti jų pavadinimus?

.....

Ligos

30. Ar sergate ligomis: [ ]

1)cukraligė; 2) MI; 3) IŠL; 4) HL
5) kitos ligos.....

31. Kiek metų sergate?.....

Vaistai

32. Ar vartojate kokius vaistus? Jei taip kaip dažnai? [ ]

Reguliariai.-1; gydymo kursais.-2; retkarčiais.-3; nevartoja.-0

33. Ar vartojate kraujo spaudimą mažinančius vaistus? [ ]

Reguliariai.-1; gydymo kursais.-2; retkarčiais.-3; nevartoja.-0

34. Ar vartojate kraują skystinančius vaistus? [ ]

Reguliariai -1; aspiriną -1; kurantilį -2; feniliną/varfariną -3; kitokius kraują skystinančius vaistus -4; nevartoja -0

35. Ar vartojate hormoninius preparatus? [ ]

1)vartoja (nurodyti kokius).....

2) nevartoja

Mityba

36. Kiek kartų per savaitę valgote šviežias daržoves? [ ]

Vasarą : 1) 6–7 dienas per savaitę; 2) 3–5 dienas; 3) 1–2 dienas; 4) kartą ar kelis kartus per mėnesį; 5)rečiau arba niekada.

Žiemą: 1) 6–7 dienas per savaitę; 2) 3–5 dienas, 3) 1–2 dienas; 4) kartą ar kelis kartus per mėnesį ; 5) rečiau arba niekada. [ ]

Rūkymas

37. Ar rūkote dabartiniu metu ? [ ]

1) taip, reguliariai; 2) retkarčiais. 3)nerūkau (jei nerūkote, pereiti prie 40 kl.).

38. Kiek vidutiniškai cigarečių surūkote per dieną? [ ]

1)1..9 cig.; 2)10..19 cig.; 3) daugiau, kaip 20.

39. Kiek turėjote metų, kai pradėjot rūkyti? .....

40. Jei dabar nerūkote, tai ar kada nors rūkėte? [ ]

1)taip, reguliariai ; 2)retkarčiais; 3)ne (jei nerūkėte, pereiti prie 45 kl.).

41. Kiek vidutiniškai cigarečių surūkydavote per dieną? [ ]

1) 1..9 cig.; 2) 10..19 cig.; 3) daugiau, kaip 20.

42. Kiek turėjote metų, kai pradėjote rūkyti?.....

43. Kodėl metėte rūkyti? [ ]

1)patarus gydytojui; 2)pablogėjus sveikatai; 3)dėl savo įsitikinimo.

44. Prieš kiek metų metėte rūkyti?.....

Alkoholis

45. Ar vartojate alkoholį? [ ]

1) ne, niekada; 2) gėriau anksčiau, dabar ne; 3) 2–3 kartus per metus; 4)kartą per mėn.; 5) 2–3 kartus per mėn.; 6) 1 kartą per sav.; 7) 2–3 k. per sav.; 8) kasdien.

46. Ką dažniausiai geriate? [ ]

1) alų; 2) degtinę; 3) vyną. 4) kita.....

47. Kiek gramų paprastai išgeriate?.....

Oftalmologinio patikrinimo anketa

48. Visus OD_____ Visus OS_____(su korekcija)

49. Lęšiuko pakitimai pagal LOCS III (balai)

OD	OS
NO_____	NO_____
NC_____	NC_____
C_____	C_____
P_____	P_____

50. Pakitimai, galintys turėti įtakos matymo sumažėjimui:

Ragena OD_____OS_____

Stiklakūnis OD_____OS_____

Makulinė sritis OD_____OS_____

Optinis nervas OD_____OS_____

Esu susipažinęs su asmens sutikimo forma. Viską supratau ir sutinku dalyvauti tyrime. Esu informuotas(a), jog mano tapatybė liks konfidenciali (slapta), o duomenys gauti apklausos ir apžiūros metu bus naudojami tik tyrimo tikslais. Sutinku dalyvauti šiame tyrime ir atsakyti į užduotus klausimus. Sutinku, kad man būtų patikrintas regėjimo aštrumas, pamatuotas akių spaudimas, išplėsti vyzdžiai ir apžiūrėtos akys plyšine lempa bei dugno apžiūros lęšiu.

Tiriamojo vardas, pavardė, parašas Tiriančiojo vardas, pavardė, parašas

Data Data