

КЎЗ ЁШИ ПАРДАСИ БАРҚАРОРЛИГИНИ ТЕКШИРИШ УСУЛЛАРИ

Мубаракова К.А.,

ҚК МЧЖ "SIHAT KO'Z", Ташкент, Ўзбекистон.

✓ Резюме

"Куруқ кўз" синдроми (ҚКС) кўз ёши пардаси гомеостазининг пасайиши ва кўз ёши пардасининг беқарорлиги, кўз юзасининг гиперосмолярлиги, яллиғланиши ва нейросенсор бузилишлари туфайли келиб чиқадиган кўз симптомлари ҳамроҳида намоён бўладиган кўп омилли кўз юзаси касаллиги ҳисобланади. ҚКСнинг клиник намоён бўлиши анчагина турли ҳил бўлиб, ташхис қўйишда касаллик аломатларининг намоён бўлиш даражаси, клиник кўрикда ва ташхис синовларидан олинadиган маълумотларнинг барчасини бирга қўриб чиқиб баҳо бериш зарур. ҚКСга ташхис қўйиш усуллари ақсариятига (хусусан, касалликнинг дастлабки босқичларида) берилган баҳолар кўпроқ субъектив характерга эга. Ушбу адабиётлар талқинида ҚКСга ташхис қўйишнинг замонавий усуллари, шунингдек, ҚКСнинг объектив диагностик мезони сифатида қаралаётган кўз ёши пардаси текширувнинг янги усуллари келтирилмоқда.

Калит сўзлар: "куруқ кўз" синдроми, кўз юзаси.

METHODS OF TEAR FILM STABILITY ASSESSMENT

Mubarakova K.A.,

"SIHAT KO'Z" LTD Joint Venture, Tashkent cite, Uzbekistan.

✓ Resume

Dry eye syndrome (DES) is a multifactorial disease of the ocular surface characterized by a loss of homeostasis of the tear film, and accompanied by ocular symptoms, in which tear film instability and hyperosmolarity, ocular surface inflammation and damage, and neurosensory abnormalities play etiological roles. The clinical manifestations of DES can be highly variable, so its diagnosing is typically based on a combination of symptoms, signs, and clinical tests. Majority of the techniques involved in the diagnosis of this disease has a large degree of subjectivity. The present article reviews current dry eye diagnostic tests and presents a new tear film stability assessment technique that may potentially become the objective method for establishing DES diagnosis.

Keywords: dry eye syndrome, ocular surface.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ СЛЕЗНОЙ ПЛЕНКИ

Мубаракова К.А.,

СП ООО "SIHAT KO'Z", Ташкент, Ўзбекистон.

✓ Resume

Синдром сухого глаза (ССГ) - это многофакторное заболевание глазной поверхности, характеризующееся потерей гомеостаза слезной пленки и сопровождающееся глазными симптомами, при которых нестабильность и гиперосмолярность слезной пленки, воспаление и повреждение глазной поверхности, а также нейросенсорные аномалии играют этиологическую роль. Клинические проявления DES могут сильно варьироваться, поэтому его диагностика обычно основывается на сочетании симптомов, признаков и клинических тестов. Большинство методов диагностики этого заболевания в большой степени субъективны. В данной статье проводится обзор современных диагностических тестов на сухость глаз и представлена новая методика оценки стабильности слезной пленки, которая потенциально может стать объективным методом для постановки диагноза DES.

Ключевые слова: синдром сухого глаза, глазная поверхность.

Кўз ёши пардаси ва кўз юзасини ўрганиш мутахассислари жамияти кўмагида (The Tear Film & Ocular Surface Society, TFOS) 2007 йилда ўтказилган Халқаро "куруқ кўз" синдроми симпозиуми (The 2007 International Dry Eye WorkShop, DEWS) натижаларига кўра тиббий атамалар мажмуасига "кўз юзаси тизими" ("Ocular Surface System") атамасини расман киритишга қарор қилинган. Кўз юзаси тизими кўз юзасини қоплаб турадиган эпителий (яъни шохпарда ва конъюнктив эпителиysi) ҳамда асосий ва қўшимча кўз ёши безларининг ацинуслари, мейбомий безлари ва кўз ёши каналчалари эпителиysi яхлит қатламидан иборат. Ягона қатлам ҳосил қилувчи ушбу анатомик тузилмаларнинг эпителиysi эмбриологик жиҳатдан юза эктодерманинг (кўз ёши қопчаси ва бурун-

кўз ёши каналидан ташқари) бир жойда ишлаб чиқариладиган ҳосилдир. Кўз юзаси тизими функционал жиҳатдан эпителийнинг бутунлиги ва давомийлиги, иннервация ва қон айланишининг бирлиги, эндокрин ва иммун тизими регуляциясининг умумийлиги туфайли бирлашган. Кўз қовоқлари ҳам "кўз юзаси тизими" тушунчаси таркибига киритилган. Кўзларни очиб-ёпиш тезлиги қовоқлар четлари ҳолатининг ўзгармаганлиги, уларнинг кўз соққаси юзаси билан конгруэнтлиги нафақат кўз ёши пардасининг ишлаб чиқарилиши ва тақсимланишига жиддий таъсир қиладди, балки у бутунлай кўз юзаси тизимининг ишига умуман таъсир қилиши ҳам мумкин [3].

Кўз юзаси тизимидаги ҳар қандай ўзгариш кўз ёши пардасининг таркиби ва хоссалари (осмолярлик,

ҳажми, pH қиймати, қайишқоқлиги, юза тортилиш кучлари ва б.)нинг бузилишига олиб келади, бу эса сезувчанлигининг ошиб кетиши, кўз юзаси эпителийсининг жароҳат олиши ва ксерозга, яъни ҚКСга олиб келади. TFOS ва DEWS (2017) II Симпозиумининг сўнгги ҳисоботида кўра, "ҚКС ўз ривожланишида кўз ёши пардасининг беқарорлиги, кўз юзасининг гипертрофиялиги, яллиғланиши ва нейросенсор бузилишлар этиологик роль ўйнайдиган кўзлардаги аломатлар билан бирга келадиган кўз пардаси гомеостазининг пасайишида намоён бўладиган кўп омилли кўз юзаси касаллиги ҳисобланади" [62]. ҚКСнинг ривожланган мамлакатлар аҳолиси орасида тарқалганлик даражаси 5% дан 35% орасида ва унинг ўсиш анъанаси кузатилмоқда [1]. Ушбу касаллиқнинг клиник намоён бўлишлари мўътадил ва эпизодик даражадан кучли намоён бўладиган ва доимий даражалар орасида бўлади. Булар қаторига: кўз ўткирлигининг сусайиши, кўзда ёт модда ва субъектив ноқулайлик ҳисси, ёруғликдан кўрқиш, кўз ёши оқиши, шунингдек, кўз юзасининг зарарланганлигининг бошқа симптомлари киради [29]. Биз ўрганаётган симптомлар мажмуасининг ривожланиши кўриш тизимининг ишлаш қобилиятини сусайишига, баъзан эса беморнинг касб турини ўзгартиришга мажбур бўлишига сабаб бўлади, бу эса беморлар ҳаёт сифатига таъсир қилади.

Маълумки, кўз ёши пардаси структураси, қалинлиги 10 мкм дан ортиқ бўлмаган, таркиби ҳар ҳил бўлган 98% суюқлик (кўз ёши безлари ва конъюнктивадан чиққан модда) дан иборат бўлади. Ташқи қатлами кўз ёши пардасини қуриб қолишдан асрайдиган юпқа (0,03-0,5 мкм) липидлар қатламидан иборат бўлади. Ички (сув-муцин) қатлами сув ва унда эриган муцинлардан, жумладан гликокаликснни ташкил қилувчи трансмембрана муцинларидан ташкил топган бўлиб, кўз ёши пардасини шохпарда эпителийсининг гидрофоб юзасида ушлаб туришига ёрдам беради. Аксар ҳолларда, кўз ёши пардаси барқарорлигини бузувчи патологик субстрат, тегишли безлар томонидан кўз ёши секрециясининг сусайиши, тўлақонли кўз ёши пардасининг шаклланишига халақит берувчи шохпарда эпителийсининг патологик ўзгаришлари, шунингдек қовоқлар орқа юзаси ва кўз олд юзаси конгруэнтлигининг бузилишидан иборатдир [1].

Шохпарда ва конъюнктива ксерозининг этиологик омилларини кўз, соматик, сунъий ва атроф-муҳит омилларига ажратиш мумкин. Бироқ, келтириб чиқарадиган сабабларига боғлиқ бўлмаган ҳолда, ҚКС патогенези асосида хужайра даражасида цитокин келтириб чиқарган сурункали яллиғланиш ва шикастланишнинг сабаб-оқибат "нуқсонли" доираси ётишини таъкидлаб ўтиш лозим.

Кўз этиологик омиллари гуруҳига қовоқларнинг (мейбомий безларининг дисфункцияси (МБД), блефаритлар ва кўз юзаси бошдан кечирган конъюнктивит, кератит, трахома) яллиғланиш касалликлари, шунингдек, куйишдан кейинги ҳолатлар киради.

Унинг соматик омиллари қаторига Шегрен ва Стивенс-Жонсон синдромлари, ревматик касалликлар, қандли диабет, қалқонсимон без касалликлари, ҳамда А витаминининг етишмаслиги ва омега-3-полигуйинмаган мой кислоталарининг етишмаслиги киради.

Сунъий омиллар қаторига дори воситаларининг баъзи гуруҳлари киради: кўз ёши пардаси барқарорлигини издан чиқарувчи антигистамин, диуретик, ан-

тиконгестив, уйқу келтирувчи, гормонал (эстроген) дорилар, артериал босимни тартибга солувчи, анти-депрессантлар ва таркибида изотретиноин мавжуд воситалар, шунингдек, консервант сифатида бензалконий хлорид сақловчи кўз томчилари. Ушбу омиллар гуруҳига, санаб ўтилган дори воситалардан ташқари, кўз қовоқларида ва юзда пластик жарроҳликлар ҳамда рефракцион жарроҳликлар ҳам киради.

Атроф-муҳит омиллари: қуруқ иқлим, совуқ, кондиционерда салқинлатиладиган ва совутилидиган ҳаво, узоқ вақт кўзга босим ўтказилишини талаб қиладиган меҳнат шароитлари ва, бунинг оқибатида, кўзлар ёлиб-очилиши тезлигининг пасайиши ҳам кўз ёши пардаси барқарорлигини бузиши мумкин [3, 29].

ҚКСнинг мураккаб патогенези ва кўп омиллилик табиати, шунингдек доимо бир-бирига мос келмайдиган субъектив аломатлар ва объектив маълумотлар ҳар бир алоҳида олинган бемор учун ташхис қўйишни ва тегишли даволаш тадбирларини белгилашни қийинлаштиради. Айнан шу сабабдан ҳам, ушбу касалликка ташхис қўйишнинг аниқ ва ишончли усулларининг мавжудлиги жуда муҳимдир. Айниқса бу талаб кўз ёши пардасини ўрганишга тааллуқлидир, чунки бу парда, аниқроғи - унинг барқарорлиги кўз юзаси гомеостазини таъминлашда асосий роль ўйнайди.

Кўз ёши пардасини тадқиқ қилиш усуллари

Кўз ёши пардасининг ёрилиши вақтини ҳисоблаш. Клиник амалиётда кўз ёши пардасининг ёрилиши вақтини ҳисоблаш (tear breakup time, TBUT) деб номланадиган мезон - кўзни очиб-ёпганда қовоқларнинг тўла ёпилиши ва кўз ёши пардасининг бузилиши орасидаги вақт кўз ёши пардаси барқарорлигини текширишда энг кўп қўлланиладиган усулдир [62]. Кўз ёши пардасининг аниқроқ тасвирини олиш учун натрий флюоресцени қўлланилади (Норн синов), бироқ ушбу ранг берувчи контраст моддасининг ўзи ҳам кўз ёши пардасининг барқарорлиги даражасини пасайтириши мумкин ва бу олинажак натижаларнинг аниқлигига таъсир қилади. Флюоресцен моддани киритиш томчилаш усули (0,1% эритма) ёки махсус синов тасмачалари билан амалга оширилиши мумкин [27, 37]. Ҳозирги кунда, ҚКС ташхис қўйишда кўз ёши пардасининг ёрилиши, узилиши вақти кўрсаткичлари 5 сониядан кам бўлганда клиник жиҳатдан муҳим ҳисобланади. Ушбу усулнинг сезувчанлик даражаси ва спецификлиги тегишли тарзда 72,2 ва 61,6 % ташкил этади. Бу кўрсаткичлар Шегрен синдроми мавжуд беморлар қатнашган тадқиқотларда намоён этилган [5]. Бироқ В. Sullivan ва унинг ҳаммуаллифлари ҚКСнинг дастлабки босқич ва мўътадил кўринишлари мавжуд беморларда ушбу синовда олинадиган кўрсаткичлар орасида жуда катта фарқлар кузатилади. Бу ҳолат унинг кўрсатилган беморлар гуруҳида ташхис қўйишдаги аҳамиятини биров туширади [50]. Норн синовининг камчиликларидан бири мутахассиснинг субъектив баҳосига боғлиқлигидадир. Ҳозирги кунда ушбу тадқиқотни автоматлаштириш борасида ишлар олиб борилмоқда [44].

Кўз ёши пардаси ёрилишининг ноинвазив вақти. Бугунги кунда офтальмология соҳасида кўз ёши пардасини ўрганишнинг, даставвал унинг барқарорлигини инвазив бўлмаган синовлар ёрдамида текширишнинг муқобил усуллари ишлаб чиқилган. Ушбу усуллар кўз ёши пардаси ёрилишининг ноинвазив вақти

(Non-Invasive Break-Up Time, NIBUT) деб намланадиган кўрсаткични конъюнктива бўшлиғига натрий флюоресцеини ёки бошқа томчи турларини қуймасдан аниқлаш имконини беради. Бундай усул кўз ёши пардасига ранг берувчи контраст модда инстиляциясининг беқарорликка олиб келувчи таъсирининг олдини олади ва кўз ёши пардасининг ёрилиши вақтининг анча аниқроқ кўрсаткичларини олиш имкони беради [3].

Кўз ёши пардаси барқарорлигини текширишнинг яна бир усули тиаскопия бўлиб, ушбу усул кейинги йилларда кенг қўлланила бошланди. Тегишли Tearscore-plus ("Keeler", Буюк Британия) ускунаси ёрдамида кўз соққаси олди кўз ёши пардаси барқарорлигини ушбу парданинг тасвирини ундан қайтган оқ рангли ёруғлик нурларида намоёиш қилиш мумкин. Кўз ёши пардаси барқарорлини текшириш билан бирга унинг липид қатламини ҳам ўлчаш, жумладан юмшоқ контакт линзалар тақиб юриш ҳолатларида - линза олди кўз ёши пардаси деб номланадиган қатламнинг сифатига ҳам баҳо бериш мумкин. Tearscore-plus ускунаси ёрдамида интерференцион тасвири ҳолатининг компьютер таҳлилини ўтказиш мумкин. Бундай тасвир ёруғлик нурларининг кўз соққаси юзаси ва кўз ёши пардасининг липид қатламинан қайтишидан олинади [1].

Е. Goto ва S. Tseng интерференцион йўлақлар паттерни таҳлили асосида липид қатлами қалинлигига миқдорий баҳо беришнинг алгоритмини ишлаб чиқишди [21]. D. Finis ва унинг ҳаммуаллифлари кўз ёши пардаси таркибидаги липид қатламининг қалинлигини автоматик тарзда ўлчаш имконини берадиган Lipi View ("Tear Science", АҚШ) ускунасини тақдим этишди [19]. Липид қатлами қалинлиги 75 нм бўлган чегара кўрсаткичи ҳолатида мейбомий безларининг дисфункциясини аниқлашда ушбу усулнинг сезувчанлиги ва спецификлиги тегишли равишда 65,8 ва 63,4% ташкил қилди. Бироқ клиник амалиётда унинг роли ҳали охиригача аниқланмаган.

Шунингдек, адабиётларда қўндаланг кўчиш интерферометрияси асосида тиаскопия қилиш усули ҳам келтирилади. Унинг бошқа тиаскопия усулларидан асосий фарқи кўз юзасидан қайтган гелий-неон лазер нурларининг таҳлили алгоритмининг ўзгаришидан иборат. Бу усул кўз ёши пардаси юзасининг нотекислиги даражасини аниқлаш имконини беради. Ҳозирги кунда, ушбу усулдан фойдаланиш илмий-тадқиқот ишлар доирасида чекланган [32,51,52].

Шунингдек, кўз ёши пардаси ёрилишининг ноинвазив вақти шохпарда топографиясини аниқлаш доирасида кўз юзасига проекция қилинадиган концентрик паттерннинг таҳлили (Плацидо диски) ёрдамида ҳам ўлчанилади. Бунда, шохпарда юзасида нурнинг синишида содир бўладиган локал ўзгаришлар таҳлили учун - шохпарда юзасидаги нотекисликлар ва кўз ёши пардасини ёрилишининг индикатори сифатида - махсус дастурий илова ишлаб чиқилган [22, 24]. Бугунги кунда бундай дастурий иловалар қатор ускуналарда ўрнатилган, жумладан, Keratograph ("Oculus", Германия) кератотопографи, CA-800 Corneal Analyzer ("Topcon", Япония) шохпарда анализатори ва LacryDiag ("Quantel Medical", Франция) кўз юзасини текшириш ускунасини мисол қилиб келтириш мумкин. Махсус дастури ёрдамида ушбу ускуналар муайян вақт ичида кўз ёши пардасининг ёрилган майдонларини аниқлайди ва харитага олади [26].

K. Gumus ва ҳаммуаллифлари ва J. Hong ва ҳаммуаллифлари ушбу автоматлаштирилган ноинвазив таҳлилни амалга оширишда, кўз ёши пардаси барқарорлиги кўрсаткичлари субъектив (ҳам инвазив ва ҳам ноинвазив) тадқиқот усуллари қўлланилгандаги кўрсаткичларга қараганда паст бўлганлигини таъкидлашади [24, 26]. Бироқ, бунинг аксини тасдиқловчи маълумотлар ҳам мавжуд [4].

Кўз ёши пардаси ёрилишларини абберрометр ёрдамида ҳам қайд қилиш мумкин. Абберрометрда ёрилишлар ўрта квадратик қуйи тартибдаги абберрациялар (дефокусировка) ва олий тартиб абберрациялари (кома, трөфойл ва сферик абберрациялар) кўринишида акс эттирилади. Бунда, бир бирига ўхшаш абберрациялар кўз соққасида рефракцион жарроҳлик ишини режалаштиришда хатога йўл қўйишга сабаб бўлиши мумкин. Замоनावий тўлқин фронти абберрометрлари бир нечта нуқталарда рефракцион аномалияларни таҳлил қилиш йўли билан кўз соққаси юзасидаги оптик ўзгаришларга реал вақтда текшириш имконини беради. Масалан, тадқиқотлардан бирида, назорат гуруҳи билан таққослаганда, LASIK муолажаси сабабли келиб чиққан ҚКСда кўз ёши пардасининг беқарорлиги сабабли пайдо бўлган кўп сонли абберрациялар қайд қилинади [36].

Кўз соққасининг эпителийсининг акс эттирувчи қобилиятига баҳо бериш билан бирга амалга ошириладиган кўз ёши пардаси барқарорлигини интеграл текширишнинг яна бир усули ксерокопия, жумладан юқори тезликдаги видеоксерокопия (инглиз тилидаги адабиётларда - видеокератоскопия) деб аталадиган усулдир [9, 30]. Ушбу текширув усули текширилаётган шохпарда олд юзасида турли синов меткаларининг акс этишини фото- ва видеотасвирда қайд қилишга асосланган. Бунда, шохпардадаги бундай синов-объектларининг контрастлиги, шунингдек, тўғри катакларнинг турли хил деформацияси ва дисторсияси текширилади. Кейинчалик ушбу усул L. Downie томонидан такомиллаштирилган: кўз ёши пардаси ёрилиши вақтини унинг юзасини таҳлил қилиш асосида ўлчаш учун муаллиф Е300 кератотопографи қўллаган ("Medmont International", Австралия) [18]. Бундан ташқари, таҳлил процедурасига кўзнинг ортиқча қимирлашлари ва киприклардан тушадиган сояларни таниб, аниқлаш ва уларни таҳлилдан чиқариш алгоритми ҳам қўшилган. Таъкидлаш лозимки, ксерокопия усули кўз ёши ишлаб чиқаришнинг камайиши ва МБД оқибатида кўз ёши пардаси барқарорлигининг бузилишини фарқлаш имконини беради. ҚКСнинг биринчи патогенетик шаклига синов катакчасининг шохпардада акс этган деформацияларининг намоён бўлиши хос бўлса, МБД ҳолатида эса - унинг чиқиқлари контрастлигининг пасайиши хос бўлади [1].

В.И. Масленников ва унинг ҳаммуаллифлари компьютер ёрдамида кўз ёши пардаси янгиланиши динамикасида шохпарда акс этган люминесцент лампасининг милт этиши контрастини миқдорий аниқлаш имконини берувчи ускуна ишлаб чиқишган: бундай милт этиш контрасти қанчалар тиниқ, аниқ бўлса, шохпарданинг қоплаб турган кўз ёши пардасининг барқарорлигига мос келадиган акс этиш қобилияти шунча юқори бўлади [2].

Умуман олганда, кўз ёши пардаси ёрилишининг ноинвазив вақтини ҳисоблашнинг турли усулларининг сезувчанлиги ва спецификлиги тегишли тарзда 82-84 % ва 76-94 % орасида бўлади [62]. Бунда анъанавий

ноинвазив усулларда олинган натижаларга нисбатан таққослаганда ушбу кўрсаткичлар каттароқ бўлганлиги қайд этилади (ўртача фарқ 3,7 сонияни ташкил этади) [38]; бироқ, кўз ёши пардаси ёрилиши вақтининг кичикроқ кўрсаткичларида, усуллар натижалари орасидаги фарқ бунчалар катта эмас [14].

Кўз ёши пардасини ўрганувчи объектив усуллардан яна бири термография усули ҳисобланади. Кўз ёши пардаси таркибидаги намликнинг буғланиши шохпарда юзасининг совушига олиб келишини ҳисобга олсак, умумий ҳарорат ва унинг вақт мобайнида маконда ўзгаришини кўз ёши пардасининг барқарорлигини текширишда қўлласа бўлади [15]. Ўз тадқиқотларида С. Purslow ва J. Wolffsohn шохпарда ҳарорати ушбу усул билан ўлчанганда кўз ёши пардаси билан аниқланишини кўрсатиб беришган [42]. Адабиётлардаги маълумотлар назорат гуруҳи шахслариникига қараганда, ҚКС бор беморларда шохпарда юзаси тезроқ совушини кўрсатади, ва бунда, кўз ёши пардасида буғланиш тезроқ содир бўлиши билан боғлиқлиги эҳтимолдан ҳоли эмас [6, 28, 49]. Замонавий ускуналар кўз юзаси ҳароратини тез, аниқ ва сифатли ўлчаш имконини беради. Тадқиқотлардан бирида, ҚКС этиологиясини аниқлаш учун термография усулини қўллаш учун уринишлар бўлган: кўз ёши етарлича ишлаб чиқилмаслиги туфайли пайдо бўлган ҚКС мавжуд ҳолатларда кўз юзасининг энг паст ҳарорати ва унинг энг юқори совуш кўрсаткичлари қайд қилинган, кўз ёши пардасида буғланиш тезлиги юқорироқ бўлган ҳолатларда эса, ҳар икки параметрда ҳам кўрсаткичлар жиддий тарзда паст бўлган [48, 49]. Кўз ёши пардасини ўрганишнинг термография ва инвазив усуллари натижалари билан қиёсий тадқиқотлар ўтказилган. Масалан, Т. Su ва унинг ҳаммуаллифлари ҳарорати паст бўлган ва кўз ёши пардасининг кўринадиган ёрилиш жойлари бир бирига мос тушишини намойиш қилишган [6], W. Li ва унинг ҳаммуаллифлари эса инвазив тадқиқот натижалари ва шохпарда юзасининг совуши орасида бевосита алоқа борлигини аниқлашган: кўз ёши пардасида маҳаллий буғланиш унинг ўша жойда юпқаланиши ва ёрилиши, узлишидан олдин содир бўлади [31]. ҚКС мавжуд беморларда кўзда ноқулайлик сезиш субъектив аломатлар назорат гуруҳидагиларга қараганда эртароқ бошланганлиги аниқланган. Муаллифларнинг фикрига кўра, субъектив ҳис қилишлар шохпарда юзасининг паст ҳарорати ва кўз ёши пардасида буғланишнинг юқорилиги билан боғлиқ [59]. Ушбу усулнинг сезувчанлик ва спецификлик даражаси тахминан 80 % ни ташкил этди.

Маълумки, кўз ёши пардасининг липид таркибий қисми тез буғланишни олдини олиш учун зарур [60]. Демак, кўз ёши пардаси буғланиши тезлигини беқарорлик мезони сифатида қўллаш мумкин [8]. Буғланиш тезлиги турли усуллар, жумладан босим градиентини ўлчаш йўли [25, 56] ва нисбий намликнинг ўсиши билан амалга оширилган [46, 47, 55, 57]. Кўз ёши пардаси буғланиши тезлиги, кўз ёши пардасининг беқарорлигининг ошиши [16] ва ҚКСга хос аломатлар орасида ўзаро алоқа борлиги аниқланган [34, 43]. Липид компонентининг умуман йўқлиги ёки етишмаслиги кўз ёши пардаси буғланишининг тўрт марта ошиши билан боғлиқ [16]. Баъзи маълумотларда контакт линзаларнинг мавжудлигида кўз ёши пардаси буғланиш тезлигининг ошиши тасдиқланади, ва бунда бундай "таъсир" линзаларни олиб қўйгандан

кейин ҳам 24 соат давомида сақланиб қолади [17, 23]. Бироқ тадқиқот натижаларининг атроф муҳит ҳароратига [7], намликка [8, 57, 58], кун вақтига [55, 62] ва қовоқлар терисидан намликнинг буғланишига боғлиқлик даражаси юқори бўлгани сабабли, клиник амалиётда ушбу тадқиқот усулларини қўллаш чекланган. Шунинг учун кўз ёши пардаси буғланишининг тезлигини ўлчаш учун муқобил усуллари таклиф қилинган [41, 43, 45, 53]. Масалан, инфрақизил термография ёрдамида қовоқлар терисиданги намликнинг буғланишини ва тадқиқот ўтказишнинг ёпиқ шароитда ўтказиш шароитларини бартараф қилиш мумкин [53]. А. Rohit ва ҳаммуаллифлар ўзгартириб такомиллаштирилган ва калибровка қилинган Vapo Meter ускунасини қўллашни таклиф қилишган ("Delfin Technologies", Финляндия) [45]. Муаллифлар контакт линзалар бор ҳолатида ҳам, уларнинг йўқлигида ҳам буғланишнинг абсолют кўрсаткичларини олишга муваффақ бўлишган. Бироқ, ушбу усулнинг афзаллик жиҳатлари мавжудлигига қарамасдан, кўз ёши пардасининг буғланиши тезлиги учун референс кўрсаткичлар ҳали белгиланмаган ва бу сабаб усулнинг ташхис учун аҳамиятини чеклайди.

Сўнгги даврлардаги янги ишлаб чиқилган спектроскопия ва терагерц (ТГц) нурланиш асосида визуализация каби усуллардан фойдаланиш уларни турли хил касалликларга ташхис қўйиш синови сифатида қўллаш имконини беради [35]. Шу аснода, ТГц нурланишнинг биологик тўқималардаги сув ҳажмига нисбатан юқори сезувчанлик хоссаси ва хавфсизлиги, шунингдек шохпарда юзасида кўз ёшидаги сув қисмининг тақсимланганлик даражасининг гомогенлиги ва унинг физиологик мезонлари ўзгарувчанлик даражасининг (инсон организмнинг бошқа хужайраларига нисбатан) пастлигини ҳисобга олсак, кўз ёши пардаси барқарорлигини текшириш усулини ишлаб чиқишнинг истиқболи катта ҳисобланади. ТГц лазери ёрдамида ўтказилган *ex vivo* тадқиқотларида чўчқаларнинг вазн бирлигига нисбатан сув миқдори даражаси турли бўлган 9 та шохпарда таҳлил қилинган. Натижаларнинг қиёсий таҳлили, шохпардадан қайтган сигналнинг кучи ва шохпарданинг сувга тўйингалиги даражаси орасида, нисбатан чизикли ўзаро алоқа борлигини кўрсатди [11].

Z. Taylor ва унинг ҳаммуаллифлари биринчи бўлиб шохпарданинг гидратацияси даражасини юқорида зикр қилинган лазер ёрдамида қуён моделида *in vivo* таҳлил қилишган [11, 54]. Муаллифлар кўз соққасининг қалинлиги ва лазернинг миллиметр диапазонида аниқланган коэффициентлари орасида яққол корреляция мавжудлиги ҳақидаги хулосага келишган.

Нисбатан яқин ўтмишда ўтказилган тадқиқотларда ҚКСга ташхис қўйишда қўллаш эҳтимоли бўлган импульсли терагерц рефлектометрия асосида қурилган ускуна модели тасвирланган [10]. Ушбу усулнинг имкониятлари инсон кўзига максимал даражада ўхшатиб ясалган моделда ва 3 соғлом кўнгилли шахс кўзларида таҳлил қилинган. Натижада кўз соққаси юзасининг ўзгариш динамикасини акс эттирувчи нисбатан тўғри чизикли боғлиқлик олинган ва бундай боғлиқликни кўз ёши пардаси ёрилиши вақтини ноинвазив усулда аниқлаш учун қўллаш мумкин. Олинган дастлабки маълумотлар усулнинг юқори сезувчанлик даражасини кўрсатган ва кўз соққасини тадқиқ қилиш доирасида қўшимча тадқиқотларни талаб қилади.

Адабиётларда келтирилган маълумотлар, аниқлаш усулининг турига боғлиқ бўлмаган ҳолда, айнан шохпардадаги кўз ёши пардасининг барқарорлигини аниқлаш ҚКСга функционал ташхис қўйишнинг асосий йўналиши бўлиб хизмат қилади деб ҳисоблашга асос бўлади. Бироқ, кўз ёши пардаси барқарорлигини текширишнинг аксарият усуллариининг субъективлиги, қўлланиладиган стимуллариининг таъсири, шунингдек ташхис усуллариини стандартлаштириш, мезонлар ва референс кўрсаткичлар билан боғлиқ муаммолар [12, 13, 20, 39, 40, 63] тадқиқотчилар ва клиник амалиётчиларнинг такомиллаштирилган автоматлаштирилган тадқиқот усуллариининг ишлаб чиқарилиши ва тадбиқ қилинишига қизиқишларига сабаб бўлишда давом этмоқда.

Импульсив терагерц рефлектометрия асосида ишлаб чиқилган ва шохпарда юзасининг дегидратациясини таҳлил қилишга имкон берувчи ва натижада кўз ёши пардаси ёрилиши вақтини ноинвазив усул билан ҳисоблашга имкон берадиган усул кўз ёши пардаси барқарорлигини текширишнинг субъектив усулларииндан бири каби тақлиф қилинган. Ушбу усул Норн синовига объектив муқобил сифатида, шунингдек, биологик тўқималарда намликнинг ўзгариши билан боғлиқ кўз касалликларининг кечишини назорат ва мониторинг қилишнинг ноинвазив усули бўлиб хизмат қилиши мумкин.

Бироқ, ҚКСга чалинган беморларни даволашнинг клиник амалиёти доирасида терагерц лазер нурлашнинг ташхис қўйиш маъносидаги аҳамиятини тушуниш, ҳамда тадқиқот ўтказишнинг стандартлаштирилган алгоритмини ишлаб чиқиш мақсадида қўшимча тадқиқотлар ўтказиш зарур.

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ:

1. Бржеский В.В., Егорова Г.Б., Егоров Е.А. Синдром сухого глаза и заболевания глазной поверхности: клиника, диагностика, лечение. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2016. Brzheskij VV, Egorova GB, Egorov EA. Sindrom suhogo glaza i zabolovaniya glaznoj poverhnosti: klinika, diagnostika, lechenie. M.: GEHOTAR-Media; 2016. (In Russ.).
2. Масленников В.И., Коскин С.А., Шелепин Ю.Е., Ян А.В. О новом методе исследования отражающей способности роговицы. Современная оптометрия. 2013;9(69):28-31. Maslennikov VI, Koskin SA, Shelepin YuG, Yan AV. O novom metode issledovaniya otrazhajushej sposobnosti rogovicy. Sovremennaya optometrija. 2013;9(69):28-31. (In Russ.).
3. Сафонова Т.Н., Патеюк Л.С. Система глазной поверхности. Вестник офтальмологии. 2015;131(1):96-103. Safonova TN, Pateyuk LS. Ocular surface system integrity. Vestnik oftal'mologii. 2015;131(1):96-103. (In Russ.).
4. Abdelfattah NS, Dastiridou A, Sadda SR, Lee OL. Noninvasive imaging of tear film dynamics in eyes with ocular surface disease. Cornea. 2015;34 (suppl10):48-52.
5. Abelson RL, Lane KJ, Rodriguez J, Johnston P, Angjeli E, Ousler G, Montgomery D. A single-center study evaluating the effect of the controlled adverse environment (CAE(SM)) model on tear film stability. Clinical Ophthalmology. 2012; 6:1865-1872.
6. Abreau K, Callan C, Kottaiyan R, Zhang A, Yoon G, Aquavella JV, Zavislan J, Hindman HB. Temperatures of the ocular surface, lid, and periorbital regions of Sjogren's, evaporative, and aqueous-deficient dry eyes relative to normals. The Ocular Surface. 2016;14(1):64-73.
7. Abusharha AA, Pearce EI, Fagehi R. Effect of ambient temperature on the human tear film. Eye and Contact Lens. 2016;42(5):308-312.
8. Abusharha AA, Pearce EI. The effect of low humidity on the human tear film. Cornea. 2013; 32:429-434.
9. Alonso-Caneiro D, Iskander DR, Collins MJ. Tear film surface

- quality with soft contact lenses using dynamic-area high-speed videokeratography. Eye and Contact Lens. 2009; 35:227-231.
10. Angeluts AA, Balakin AV, Mishchenko MD, Ozheredov IA, Prokopchuk MN, Saphonova TN, Shkurinov AP. Application of THz reflectometry to eye cornea hydration measurements. 41st International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz waves (IRMMW-THz). 2016.
11. Bennett DB, Taylor ZD, Tewari P, Singh RS, Culjat MO, Grundfest WS, Sassoon DJ, Johnson RD, Hubschman JP, Brown ER. Terahertz sensing in corneal tissues. Journal of Biomedical Optics. 2011;16(5):057003.
12. Bron AJ, Abelson MB, Ousler G, Pearce E, Tomlinson A, Yokoi N. Methodologies to diagnose and monitor dry eye disease: report of the diagnostic methodology subcommittee of the international Dry Eye Workshop. The Ocular Surface. 2007;5(2):108-152.
13. Bron AJ, Evans VE, Smith JA. Grading of corneal and conjunctival staining in the context of other dry eye tests. Cornea. 2003;22(7):640-650.
14. Cho P, Douthwaite W. The relation between invasive and noninvasive tear break-up time. Optometry and Vision Science. 1995;72(1):17-22.
15. Craig JP, Singh I, Tomlinson A, Morgan PB. The role of tear physiology in ocular surface temperature. Eye. 2000;14(Pt 4):635-641.
16. Craig JP, Tomlinson A. Importance of the lipid layer in human tear film stability and evaporation. Optometry and Vision Science. 1997; 74:8-13.
17. Craig JP, Willcox MD, Argueso P, Maissa C, Stahl U, Tomlinson A, Wang J, Yokoi N, Stapleton F; members of TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort. The TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort: report of the contact lens interactions with the tear film subcommittee. Investigative Ophthalmology and Visual Science. 2013;54(11):TFOS123-156.
18. Downie LE. Automated tear film surface quality breakup time as a novel clinical marker for tear hyperosmolarity in dry eye disease. Investigative Ophthalmology and Visual Science. 2015;56(12):7260-7268.
19. Finis D, Pischel N, Schrader S, Geerling G. Evaluation of lipid layer thickness measurement of the tear film as a diagnostic tool for Meibomian gland dysfunction. Cornea. 2013;32(12):1549-1553.
20. Foulks GN. Challenges and pitfalls in clinical trials of treatments for dry eye. The Ocular Surface. 2003; 1:20-30.
21. Goto E, Tseng SC. Differentiation of lipid tear deficiency dry eye by kinetic analysis of tear interference images. Archives of Ophthalmology. 2003;121(2):173-180.
22. Goto T, Zheng X, Okamoto S, Ohashi Y. Tear film stability analysis system: introducing a new application for videokeratography. Cornea. 2004;23(8 suppl):65-70.
23. Guillon M, Maissa C. Contact lens wear affects tear film evaporation. Eye and Contact Lens. 2008;34(6):326-330.
24. Gumus K, Crockett CH, Rao K, Yeu E, Weikert MP, Shirayama M, Hada S, Pflugfelder SC. Noninvasive assessment of tear stability with the tear stability analysis system in tear dysfunction patients. Investigative Ophthalmology and Visual Science. 2011;52(1):456-461.
25. Hamano H, Hori M, Mitsunaga S. Measurement of evaporation rate of water from the precorneal tear film and contact lenses. Contacto. 1981;25(2):7-14.
26. Hong J, Sun X, Wei A, Cui X, Li Y, Qian T, Wang W, Xu J. Assessment of tear film stability in dry eye with a newly developed keratograph. Cornea. 2013;32(5):716-721.
27. Johnson ME, Murphy PJ. Measurement of ocular surface irritation on a linear interval scale with the ocular comfort index. Investigative Ophthalmology and Visual Science. 2007;48(10):4451-4458.
28. Kamao T, Yamaguchi M, Kawasaki S, Mizoue S, Shiraishi A, Ohashi Y. Screening for dry eye with newly developed ocular surface thermographer. American Journal of Ophthalmology. 2011; 151:782-791.
29. Kanellopoulos AJ, Asimellis G. In pursuit of objective dry eye screening clinical techniques. Eye and Vision. 2016; 3:1.
30. Kopf M, Yi F, Iskander DR, Collins MJ, Shaw AJ, Straker B. Tear film surface quality with soft contact lenses using dynamic videokeratography. Journal of Optometry. 2008; 1:14-21.

31. Li W, Graham AD, Selvin S, Lin MC. Ocular surface cooling corresponds to tear film thinning and breakup. *Optometry and Vision Science*. 2015; 92:248-256.
32. Licznarski TJ, Kasprzak HT, Kowalik W. Analysis of shearing interferograms of tear film using fast fourier transforms. *Journal of Biomedical Optics*. 1998;3(1):32-37.
33. Mathers WD, Binarao G, Petroll M. Ocular water evaporation and the dry eye. A new measuring device. *Cornea*. 1993;12(4):335-340.
34. Mathers WD, Daley TE. Tear flow and evaporation in patients with and without dry eye. *Ophthalmology*. 1996;103(4):664-669.
35. Mittleman D, ed. Sensing with terahertz radiation. Springer Berlin Heidelberg. 2003;117-153.
36. Montes-Mico R, Caliz A, Alio JL. Wavefront analysis of higher order aberrations in dry eye patients. *Journal of Refractive Surgery*. 2004; 20:243-247.
37. Mooi JK, Wang MT, Lim J, Muller A, Craig JP. Minimising instilled volume reduces the impact of fluorescein on clinical measurements of tear film stability. *Contact Lens and Anterior Eye*. 2017;40(3):170-174.
38. Nichols JJ, Nichols KK, Puent B, Saracino M, Mitchell GL. Evaluation of tear film interference patterns and measures of tear break-up time. *Optometry and Vision Science*. 2002;79(6):363-369.
39. Nichols KK, Nichols JJ, Mitchell GL. The lack of association between signs and symptoms in patients with dry eye disease. *Cornea*. 2004;23(8):762-770.
40. Ozheredov IA, Prokopchuk MN, Mischenko MD, Safonova TN, Solyankin PM, Larichev AV, Angeluts AA, Balakin AV, Shkurinov AP. In vivo THz sensing of the cornea of the eye. *Laser Physics Letters*. 2018;15(5):055601.
41. Petznick A, Tan JH, Boo SK, Lee SY, Acharya UR, Tong L. Repeatability of a new method for measuring tear evaporation rates. *Optometry and Vision Science*. 2013;90(4):366-371.
42. Purslow C, Wolffsohn J. The relation between physical properties of the anterior eye and ocular surface temperature. *Optometry and Vision Science*. 2007;84(3):197-201.
43. Purslow C, Wolffsohn JS, Santodomingo-Rubido J. The effect of contact lens wear on dynamic ocular surface temperature. *Contact Lens and Anterior Eye*. 2005;28(1):29-36.
44. Ramos L, Barreira N, Mosquera A, Penedo MG, Yebra-Pimentel E, Garcia-Resua C. Analysis of parameters for the automatic computation of the tear film break-up time test based on CCLRU standards. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. 2014; 113:715-724.
45. Rohit A, Ehrmann K, Naduvilath T, Willcox M, Stapleton F. Validating a new device for measuring tear evaporation rates. *Ophthalmic and Physiological Optics*. 2014;34(1):53-62.
46. Rolando M, Refojo MF, Kenyon KR. Increased tear evaporation in eyes with keratoconjunctivitis sicca. *Archives of Ophthalmology*. 1983; 101:557-558.
47. Rolando M, Refojo MF. Tear evaporimeter for measuring water evaporation rate from the tear film under controlled conditions in humans. *Experimental Eye Research*. 1983;36(1):25-33.
48. Su TY, Chang SW, Yang CJ, Chiang HK, Ho WT, Chang SW, Chiang HK. Thermographic evaluation of tear film break-up time to study tear film stability. *The International Journal of Thermal Sciences*. 2014; 99:36-40.
49. Su TY, Hwa CK, Liu PH, Wu MH, Chang DO, Su PF, Chang SW, Chiang HK. Noncontact detection of dry eye using a custom designed infrared thermal image system. *Journal of Biomedical Optics*. 2011; 16:046009.
50. Sullivan BD, Crews LA, Sonmez B, Paz MF, Comert E, Charoenrook V. Clinical utility of objective tests for dry eye disease: variability over time and implications for clinical trials and disease management. *Cornea*. 2012;31(9):1000-1008.
51. Szczesna DH, Iskander DR. Robust estimation of tear film surface quality in lateral shearing interferometry. *Journal of Biomedical Optics*. 2009;14(6):064039.
52. Szczesna-Iskander DH, Iskander DR, Read SA, Alonso-Caneiro D. Noninvasive in vivo assessment of soft contact lens type on tear film surface quality. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*. 2012;53(1):525-531.
53. Tan JH, Ng EYK, Acharya UR. Evaluation of tear evaporation from ocular surface by functional infrared thermography. *Medical Physics*. 2010;37(11):6022-6034.
54. Taylor ZD, Garritano J, Sung S, Bajwa N, Bennett DB, Nowroozi B, Tewari P, Sayre JW, Hubschman JP, Deng SX, Brown ER, Grundfest WS. THz and mm-wave sensing of corneal tissue water content: In vivo sensing and imaging results. *IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology*. 2015;5(2):184-196.
55. Tomlinson A, Cedarstaff TH. Tear evaporation from the human eye: the effects of contact lens wear. *Journal of the British Contact Lens Association*. 1982; 5:141-144.
56. Trees GR, Tomlinson A. Effect of artificial tear solutions and saline on tear film evaporation. *Optometry and Vision Science*. 1990; 67:886-890.
57. Tsubota K, Yamada M. Tear evaporation from the ocular surface. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*. 1992;33(10):2942-2950.
58. Uchiyama E, Aronowicz JD, Butovich IA, McCulley JP. Increased evaporative rates in laboratory testing conditions simulating airplane cabin relative humidity: an important factor for dry eye syndrome. *Eye and Contact Lens*. 2007;33(4):174-176.
59. Versura P, Giannaccare G, Fresina M, Campos EC. Subjective discomfort symptoms are related to low corneal temperature in patients with evaporative dry eye. *Cornea*. 2015;34(9):1079-1085.
60. Willcox MDP, Argueso P, Georgiev GA, Holopainen JM, Laurie GW, Millar TJ, Papas EB, Rolland JP, Schmidt TA, Stahl U, Suarez T, Subbaraman LN, Ucakhan OO, Jones L. TFOS DEWS II Tear Film Report. *The Ocular Surface*. 2017;15(3):366-403.
61. Wojtowicz JC, McCulley JP. Assessment and impact of the time of day on aqueous tear evaporation in normal subjects. *Eye and Contact Lens*. 2009;35(3):117-119.
62. Wolffsohn JS, Arita R, Chalmers R, Djalilian A, Dogru M, Dumbleton K, Gupta PK, Karpecki P, Lazreg S, Pult H, Sullivan BD, Tomlinson A, Tong L, Villani E, Yoon KC, Jones L, Craig JP. TFOS DEWS II Diagnostic Methodology report. *The Ocular Surface*. 2017;15(3):539-574.
63. Yokoi N, Komuro A. Non-invasive methods of assessing the tear film. *Experimental Eye Research*. 2004; 78:399-407.

Келиб тушган вақти 09.09.2020