

UOT: 617.713-007.64

**Abduləliyeva F.İ.****KERATOKONUSUN MÜASİR DİAQNOSTİKA  
ÜSULLARI VƏ TƏSNİFATI  
(ƏDƏBİYYAT İCMALI)**<https://www.doi.org/10.71110/ajo79102026180156115132>

Akademik Zərifə Əliyeva adına  
Milli Oftalmologiya Mərkəzi,  
Cavadxan küç., 32/15  
AZ1114, Bakı şəh., Azərbaycan

**Korrespondensiya üçün:**

Abduləliyeva Fərah İnqilab  
qızı, t.ü.f.d., Akademik Zərifə  
Əliyeva adına Milli Oftalmologiya  
Mərkəzinin “Zədə”  
bölməsinin elmi işçisi  
E-mail:  
farahabdulaliyeva71@mail.ru  
[https://orcid.org/  
0000-0002-3991-0138](https://orcid.org/0000-0002-3991-0138)

**İstinad üçün:**

Abduləliyeva F.İ. Keratokonusun  
müasir diaqnostika üsulları və  
təsnifatı (ədəbiyyat icmalı).  
Azərbaycan Oftalmologiya Jurnalı,  
2026, 18; 1 (56): 115-132.

**XÜLASƏ**

Keratokonus – gənc və əmək qabiliyyətli yaş qrupunda müşahidə olunan, görmə funksiyalarının itirilməsinə səbəb olan buynuz qişanın ektatik xəstəliyidir. Xəstəliyin inkişaf etmiş mərhələsində və tipik progressiv klinik gedişində diaqnostika xüsusi çətinlik yaratmır. Lakin bəzi hallarda diaqnozun təsdiqlənməsinə müəyyən mürəkkəblərlə müşayiət olunur.

Bu icmalda keratokonusun diaqnostikasına dair müasir baxışlar sistemləşdirilmiş, pasiyentlərin müayinəsinə və əldə olunan nəticələrin interpretasiyasına dair aktual yanaşmalar ardıcıl şəkildə təqdim edilmişdir. Keratokonusun inkişafının başlanğıc mərhələlərində və progressiya etməyən gedişində klinik mənzərə (şikayətlər, anamnez məlumatları, vizometriya və autorefraktokeratometrinin nəticələri) adi miopiya və requlyar miopik astigmatizmlə eynidir. Bu səbəbdən xəstəliyin mövcudluğuna şübhələnmək kifayət qədər çətindir. Progressiv keratokonus zamanı keratektaziyanın inkişafı ilə klinik mənzərə xəstəliyə xas xüsusiyyətlər qazanır və mahiyyət etibarilə irrequlyar korneal miopik astigmatizmin progressiv təzahürlərini əks etdirir. Keratokonusun aktual patonomonik biomikroskopik əlamətlərinə aşağıdakılar aid edilə bilər: Fleyşer pigment halqası, Vogt-un stromal zolaqları (striaları), ektaziya zirvəsi nahiyəsində fokal buynuz qişa nazilməsi. Hazırda keratokonusun diaqnostikası və skriningi üçün “qızıl standart” müasir kompüter əsaslı optik skan edən keratoanalizatorlar (o cümlədən rotasion Şaymfliq kamerası tipli sistemlər) vasitəsilə buynuz qişanın kompleks müayinəsi hesab olunur. Bu cihazlar özündə keratoskopiyanı (Plasido diski) və keratotomoqrafiyanı birləşdirir. Keratoanalizatorların orijinal proqram təminatı buynuz qişanın forma irrequlyarlığı xəritələrini (keratotopoqrafiya), sındırma gücü xəritələrini (keratometriya), qalınlıq xəritələrini (keratopaximetriya) modelləşdirir və müvafiq indeksləri hesablayır, həmçinin keratektaziyanın ehtimalını və mərhələsini qiymətləndirir. Bu diaqnostik platformalar keratokonusun ən erkən – keratotopoqrafik mərhələsində – diferensial diaqnostika və təsdiqlənməsinə mümkün edir. Lakin bu günə qədər keratokonusun prekeratotopoqrafik mərhələsində ultrastruktur dəyişiklikləri etibarlı şəkildə təsdiq və ya istisna etməyə imkan verən effektiv metodika mövcud deyildir.

**Açar sözlər:** *keratokonus, keratektaziya, keratotopoqrafiya, keratokonusun klassifikasiyası*

*Müəllif münafiqələri  
(malyyə, şəxsi, peşəkar və digər  
maraqları) olmamasını təsdiqləyir.*

Daxil olmuşdur 02.03.2026  
Çapa qəbul olunmuşdur 16.03.2026

**Abdulaliyeva F.I.****MODERN DIAGNOSTIC METHODS AND  
CLASSIFICATION OF KERATOCONUS  
(LITERATURE REVIEW)**<https://www.doi.org/10.71110/ajo79102026180156115132>

National Ophthalmology  
Centre named after  
Academician Zarifa Aliyeva,  
32/15, Javadkhan str.,  
AZ1114, Baku, Azerbaijan

**For correspondence:**  
Abdulaliyeva Farah Ingilab, PhD,  
researcher at the Department  
of Trauma of the National  
Ophthalmology Centre named after  
Academician Zarifa Aliyeva.  
E-mail:  
farahabdulaliyeva71@mail.ru  
[https://orcid.org/  
0000-0002-3991-0138](https://orcid.org/0000-0002-3991-0138)

**For citation:**  
Abdulaliyeva F.I.  
Modern diagnostic methods and  
classification of keratoconus  
(literature review).  
Azerbaijan Journal of  
Ophthalmology,  
2026, 18; 1 (56): 115-132.  
(In Azerb.)

**SUMMARY**

Keratoconus is an ectatic disease of the cornea observed in young individuals of working age, leading to impairment of visual function. In advanced stages of the disease and in cases with a typical progressive clinical course, diagnosis does not present significant difficulty. However, in certain cases, verification of the diagnosis may be accompanied by specific challenges.

This review systematizes contemporary perspectives on the diagnosis of keratoconus and consistently presents current approaches to patient examination and interpretation of the obtained results. In the early stages of keratoconus and in non-progressive forms, the clinical picture (complaints, medical history, visometry, and autorefractometry findings) is identical to that of simple myopia and regular myopic astigmatism. For this reason, it is rather difficult to suspect the presence of the disease. In progressive keratoconus, with the development of keratectasia, the clinical picture acquires characteristics of the disease and essentially reflects the progressive manifestations of irregular corneal myopic astigmatism. The current pathognomonic biomicroscopic signs of keratoconus include the Fleischer pigment ring, Vogt's stromal striae, and focal corneal thinning around the ectatic apex currently, keratoconus is best diagnosed and screened with computer-based corneal scanners, such as those using a rotating Scheimpflug camera. These devices combine keratoscopy (Placido disc-based imaging) and keratotomography. The proprietary software of keratoanalyzers generates maps of corneal shape irregularity (keratotopography), refractive power maps (keratometry), and thickness maps (keratopachymetry), calculates relevant indices, and evaluates the probability and stage of keratectasia. These diagnostic platforms enable differential diagnosis and verification of keratoconus at the earliest — keratotopographic — stage. However, to date, there is no effective methodology capable of reliably confirming or excluding ultrastructural changes at the pre-keratotopographic stage of keratoconus.

**Key words:** *keratoconus, keratectasia, keratotopography, keratoconus classification*

*The author confirms that there are  
no conflicts (financial, personal,  
professional and other interests).*

Received 02.03.2026  
Accepted 16.03.2026

Keratokonus – buynuz qişanın qeyri-iltihabi, degenerativ-distrofik xarakterli ektatik xəstəliyidir və buynuz qişa toxumalarında destruktiv dəyişikliklərlə müşayiət olunur.

Xəstəlik buynuz qişanın mərkəzi hissəsinin progressiv nazilməsi və qabarması (protruziya, ektaziya) ilə xarakterizə olunur. Nəticədə buynuz qişa konusvari forma alır və bu klinik olaraq artan irrequlyar korneal miopik astigmatizm və maksimal korreksiya olunmuş görmə itiliyinin (eynəklə) azalması ilə özünü göstərir.

Keratokonus, adətən ikitərəfli xəstəlik hesab olunur. Buna görə də bir gözdə keratokonus əlamətləri aşkar edildikdə, digər gözdə görünən patoloji dəyişikliklər olmasa belə o, keratektaziyanın subklinik forması və ya mərhələsi kimi qiymətləndirilir [1–5].

İnkişaf etmiş mərhələdə və tipik klinik mənzərədə keratokonusun diaqnostikası oftalmoloq praktikası üçün ciddi çətinlik yaratmır. Lakin xəstəliyin başlanğıc mərhələsində və progressiya etməyən gedişində diaqnozun təsdiqlənməsi olduqca çətin ola bilər [4–6].

Keratokonusun diaqnostika, müalicə və korreksiya üsullarının aktiv şəkildə öyrənilməsi son onilliklərdə ərzində bu xəstəliyin terminologiyası və təsnifatı mühüm təkamül dəyişikliklərinə məruz qalmış, pasiyentlərin idarə olunma meyarları klinik məqsədlər və praktik tibbin imkanlarından asılı olaraq dəfələrlə yenidən nəzərdən keçirilmişdir.

## KERATOKONUSUN DİAQNOSTİKASI

Keratokonusun diaqnostikası anamnez məlumatlarına, spesifik şikayətlərin mövcudluğuna, müəyyən biomikroskopik əlamətlərin aşkarlanmasına və buynuz qişanın formasının (keratopoqrafiya), sındırma gücünün (keratometriya) və qalınlığının (keratopaximetriya) vizuallaşdırıcı müayinə nəticələrinə əsaslanır.

Keratokonusun başlanğıc mərhələlərində keratektaziyanın inkişafından hər zaman şübhələnmək mümkün olmur. Xəstəlik progressiya etdikcə keratokonusa xas olan spesifik simptomlar və şikayətlər daha qabarıq

şəkildə özünü göstərir.

Progressiya etməyən keratokonus hallarında pasiyentlər uzun müddət miopiya və ya miopik astigmatizm diaqnozu ilə oftalmoloqlar tərəfindən müşahidə oluna bilərlər. Müasir yüksək texnologiyalı kompüter əsaslı buynuz qişa analizatorlarının geniş tətbiqi və ametropiyaların korreksiyası məqsədilə aparılan keratorefraktiv cərrahi müdaxilələr nəticəsində şərti sağlam populyasiyada keratokonusun aşkarlanma tezliyi əhəmiyyətli dərəcədə artmışdır [1–4,8,9].

## Şikayətlər və anamnez

Keratokonuslu pasiyentlər həm qeyri-spesifik, həm də kifayət qədər spesifik şikayətlər təqdim edə bilərlər [1,10–14]. Bunlara daxildir:

- Görmənin progressiv azalması
- Eynək və ya kontakt korreksiyanın tez-tez dəyişdirilməsi
- Optik korreksiyanın seçilməsində çətinlik və ya mümkünsüzlük
- Görmənin qeyri-aydın, bulanıq olması
- Zəif işıqlandırma şəraitində (bəbəyin genişlənməsi zamanı) görmənin pisləşməsi: halolar, parıltılar, işıq şüalanmaları və digər optik effektlər
- Vizometriya nəticələrinin müayinədən müayinəyə dəyişkən olması
- Monokulyar poliopiya (diplopiya, çoxkonturlu görüntü)
- Fotofobiya (ışığa həssaslıq)
- Quru göz simptomları və ya astenopik şikayətlər

Başlanğıc mərhələdə bu şikayətlər adətən adi miopiya və ya requlyar miopik astigmatizmə xas şikayətlərlə eynidir və bu səbəbdən keratokonusun şübhələnilməsi çətin olur.

Anamnez toplanarkən aşağıdakı xüsusiyyətlərə diqqət yetirilməlidir:

- Yetkin yaşda (postpubertal dövrdə) qazanılmış korneal miopik astigmatizmin və ya refraksiya miopiyasının yaranması (buynuz qişanın əyriliyinin və sındırma qabiliyyətinin artması hesabına)

- Miopik astiqmatizmin və ya refraksiya miopiyasının progressiv artması

### Vizometriya

Başlanğıc mərhələdə vizometriya nəticələri adətən adi miopiya və ya requlyar miopik astiqmatizmdəki göstəricilərlə eynidir.

Keratokonus progressiya etdikcə və irrequlyar korneal miopik astiqmatizm, həmçinin klinik ifadə olunmuş buyuz qışa deformasiyası yarandıqca aşağıdakı xüsusiyyətlər müşahidə olunur:

- Sınaq eynəkləri ilə maksimal korreksiya olunmuş görmə itiliyinin (MKOZ) azalması (retinal görmə itiliyinə çatmamaq)
- Dəlik (pinhole) testi zamanı MKOZ-un artması və retinal görmə itiliyinə çatması
- Sınaq sərt qazkeçirici kontakt linza ilə MKOZ-un artması
- Astiqmatizm dərəcəsinin artması və oxunun “üzən” xarakter alması (müayinədən müayinəyə, eyni qəbul zamanı dəyişməsi)
- Pasiyentin optotiplərə baxarkən baş və gözlərin rahat mövqeyini axtarması

### Refraktometriya

Xəstəlik inkişaf etdikcə refraktometriya nəticələri keratokonusa xas xüsusiyyətlər qazanır:

- Refraksiyanın qeyri-sabitliyi (ardıcıl ölçmələr zamanı və müayinədən müayinəyə dəyişməsi)
- Astiqmatizmin anomal yüksək dərəcəsi

### Keratometriya

Keratokonusun ilkin mərhələsində keratometriya göstəriciləri orta statistik norma daxilində ola bilər. Lakin xəstəlik progressiya etdikcə buyuz qışanın əyriliyi artmağa başlayır və əyrilik radiusu və keratometrik göstəricilər normal referens dəyərlərdən kənara çıxır.

Keratometriya zamanı aşağıdakı tipik əlamətlərə diqqət yetirmək olar:

- İrequlyar (qeyri-düzgün) korneal astiqmatizm
- Refleks işarələrinin yerdəyişməsi və

deformasiyası (halqalarının təhrif olunması və ya dörd qarşılıqlı perpendikulyar nöqtənin asimetriyası)

- Buyuz qışanın və korneal astiqmatizmin anomal yüksək sındırma gücü

Bu əlamətlərin kompleks qiymətləndirilməsi keratokonusun erkən mərhələlərində belə diaqnostik şübhəni formalaşdırmağa imkan verir.

### Biomikroskopiya

Biomikroskopiya adətən xəstəliyin inkişaf etmiş mərhələlərində keratokonusun spesifik əlamətlərini vizuallaşdırmağa imkan verir. Biomikroskopik simptomlar müxtəlif baxış bucaqları və işıqlandırma intensivliyi ilə aparılan müayinə zamanı müəyyən edilir: birbaşa fokuslu işıqlandırma, qeyri-birbaşa işıqlandırma (qaranlıq sahə), əks olunan işıq, optik kəsiklə işıqlandırma. Keratokonusun başlanğıc mərhələlərində biomikroskop ilə aparılan müayinə çox vaxt diaqnozu təsdiqləməyə etməyə imkan vermir [1–5].

Keratokonusun spesifik biomikroskopik markerlərinə aşağıdakılar daxildir:

- Fleyşer pigment halqası (Fleischer) — ektaziyanın əsas hissəsində yerləşən, mis, sink və dəmir kimi xalkofil qrup metallara aid birləşmələrin subepitelial çöküntüsü; adətən buyuz qışanın aşağı seqmentində qapalı halqa və ya daha çox yarım dairə (qövs) şəklində görünür. (**şəkil 1,a**)
- Vogt-un stromal zolaqları (Vogt striae) - stromanın həddindən artıq gərilməsi nəticəsində yaranan apikal vertikal zolaqlardır. Qeyri-bərabər şəffaflıq və boz-opalesent görünüşə malikdir. Ehtimal olunur ki, bunlar arxa stromada çatlar və qırışlar, həmçinin protruziya zirvəsində Dessemet membranasının bükülmələridir. Bu zolaqlar buyuz qışaya təzyiq etdikdə yox olur. (**şəkil 1,b**)
- “Sönən ulduz” və ya “feyerverk” simptomu — ektaziyanın formalaşan zirvəsi nahiyəsində stromanın seyrəkləşməsi; qeyri-bərabər şəffaflıq və ya boz opalesensiya kimi görünür. Bu, ön stromada kollagen lamellalarının

arxitektonikasının pozulmasının nəticəsidir. (şəkil 1,c)

- Ektaziya zirvəsində fokal buynuz qışa nazilməsi (apikal protruziya) — mərkəzi və ya parasantral zonada müşahidə olunur.
- Aydın görünən stromal sinirlər. (şəkil 1,d)
- Protruziya zirvəsində bulanıqlıqlar və çarıqlar — epitel, subepitelial və stromal səviyyədə lokalizə olunur. Bunlar stromanın həddindən artıq gərilməsi, Desseme membranının “çatları” (cırılmaları), stromal ödem və hidrops, həmçinin sərt qazkeçirici kontakt linzalardan istifadə nəticəsində yaranan fibroz proseslərin nəticəsidir [1, 15 – 19].

Biomikroskop vasitəsilə keratokonusun sürətli diaqnostikası üçün əlavə üsul — Tick-test — 2019 ildə təklif edilmişdir. Bu metod Pürkinye reflekslərinin qarşılıqlı yerləşməsinə əsaslanır. Işıq mənbəyinin şüası

gözü 20-40° bucaq altında, temporal və nazal istiqamətdən, təxminən 30 sm məsafədən yönəldilir. Bu vəziyyətdə üç Pürkinye refleksi (P1, P2, P4) vizuallaşdırılır. Sağlam gözlərdə P2 refleksinin yerdəyişməsi təxminən 0,04 mm təşkil edir. Keratokonuslu gözlərdə isə bu göstərici 0,2 mm-dən çox olur. P1–P2–P4 nöqtələri vizual olaraq birləşdirildikdə “işarə” (tick) formasında fiqur əmələ gəlir. Tick-test zamanı P2 refleksinin yerdəyişməsi buynuz qışanın arxa səthinin geriye doğru meyillənməsi ilə izah olunur [20].

Bu metod sadə, sürətli və əlavə avadanlıq tələb etmədən keratokonusdan şübhələnməyə imkan verən klinik test kimi qiymətləndirilir.

#### **Klinik-diaqnostik əhəmiyyətini itirmiş spesifik simptomlar**

Oftalmoloji avadanlığın yüksək inkişaf səviyyəsi səbəbindən aşağıdakı simptomlar



**Şəkil 1.** Keratokonus zamanı buynuz qışasının biomikroskopiyası: a) pasiyent N.Z. – Fleyşer halqası; b) pasiyent B.A. – Vogt striyalar; c) pasiyent D.H. – “feyerverk” simptomu; d) pasiyent K.Ə. – görünən stromal sinirlər

praktik əhəmiyyətini böyük ölçüdə itirmişdir:

- Manson simptomu (Munson) — pasiyent aşağı baxarkən aşağı göz qapağının kənarının V-şəkili deformasiyası.
- Rizzuti simptomu (Rizzuti) — fokuslanmış işıqla göz almasının frontal müstəvisində temporal tərəfdən işıqlandırma zamanı nazal sklerada işıq refleksinin müşahidə olunması; bu, buynuz qişanın prizma kimi patoloji sındırma xüsusiyyətləri ilə əlaqədardır.
- “Qayçı” simptomu (skiaskopiyada) — irrequlyar astigmatizm nəticəsində əks olunan işıq zolaqları və kölgələrin qarşılıqlı hərəkəti.
- “Yağ damcısı” və ya Şarlo (Charleaux) simptomu — birbaşa işıqlandırmada konusvari protruziyanın əsasında sarımtıl-narıncı çalarla görünən konturun vizuallaşdırılması; bu, göz dibi refleksi fonunda müşahidə olunur [1–5].

Bu biomikroskopik əlamətlərin kompleks qiymətləndirilməsi xəstəliyin inkişaf etmiş mərhələlərində diaqnostik əhəmiyyət kəsb edir.

Hazırda keratokonusun diaqnostikasında “qızıl standart” müasir kompüter əsaslı optik keratoanalizatorlar vasitəsilə buynuz qişanın kompleks müayinəsidir. Bu diaqnostik platformalar buynuz qişanın strukturunu vizuallaşdırmağa və onun funksional göstəricilərini qiymətləndirməyə imkan verir.

Kompleks kompüter müayinəsi keratometriya və keratotomografiya özündə birləşdirir və əldə olunan məlumatlar əsasında xüsusi proqram təminatı aşağıdakı xəritələri modelləşdirir: buynuz qişanın forma xəritələri (keratotopoqrafik və ya elevasiya xəritələri), sındırma gücü xəritələri (keratometrik xəritələr), qalınlıq xəritələri (keratopaximetrik xəritələr).

Bundan əlavə, proqram təminatı avtomatik rejimdə buynuz qişanın: forma irrequlyarlığı indekslərini, sındırma gücü (əyrilik) indekslərini, qalınlıq indekslərini hesablayır, həmçinin keratektaziyanın mövcudluq ehtimalını və keratokonusun mərhələsini müəyyən edir.

Beləliklə, bir diaqnostik platforma — gözün ön seqmentinin kompüter optik analizatoru — adətən aşağıdakı metodları özündə birləşdirən kompleks buynuz qişə müayinəsini həyata keçirməyə imkan verir: keratometriya, keratotomografiya, keratopaximetriya [1–5, 21–24]

Bu integrativ yanaşma keratokonusun erkən mərhələlərində belə daha dəqiq diaqnostika və mərhələləndirmə imkanı yaradır.

### **Keratometriya**

Keratometriya (videokeratometriya, fotokeratometriya, keratometriya) — buynuz qişanın ön səthinin müayinəsi üsuludur və Placido (Placido) disk-keratometriyadan əks olunan refleksin qiymətləndirilməsinə əsaslanır. Placido diski eyni enli, növbəli qara və ağ konsentrik halqalardan ibarətdir.

Metodikanın mahiyyəti halqaların buynuz qişə səthindən əks olunma effektivinə əsaslanır:

- Əyriliyin yüksək olduğu sahələrdə (mərkəzi optik zona) halqalar nazildir və bir-birinə yaxınlaşır (**şəkil 2, a**).
- Əyriliyin daha az olduğu sahələrdə (periferik zona) halqalar genişlənir və aralanır.

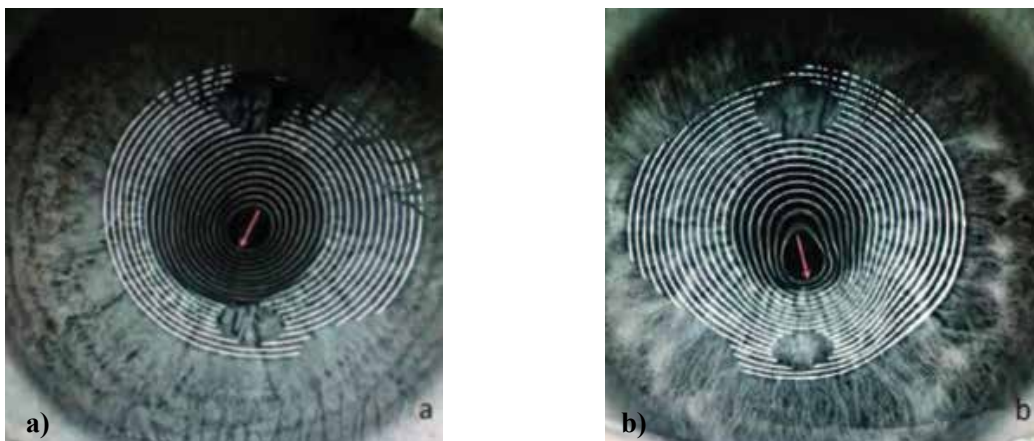
Keratometriya zamanı bu metod halqaların distorsiyasını — onların formasının və eninin dəyişməsinə, yerdəyişməsinə, deformasiyasına və konturlarının əyilməsinə vizuallaşdırmağa imkan verir.

Buynuz qişanın dikləşmə sahəsində (protruziya zirvəsində) halqalar nazildir, konturlar bir-birinə yaxınlaşır və aşağı istiqamətdə qruplaşaraq konsentriallaşır.

Buynuz qişanın yastılaşmış sahələrində isə halqalar genişlənir və seyrəkləşir (**şəkil 2, b**) [1–5, 20–25].

### **Keratotomografiya**

Keratometriyanın diaqnostikasında əsas mərhələ kimi Placido diskləri vasitəsilə keratometriyanın və Şaymfliük analizatoru ilə keratotomografiyanın aparılması qəbul edilir.



**Şəkil 2.** Keratokonus ilə 23 yaşlı pasiyent S.N. buynuz qişasının keratotopoqrafiyası: a) sol göz – halqalar nazildir və bir-birinə yaxınlaşır; b) sağ göz – halqaların dikləşmə sahəsində distorsiyası.

Plasido metodu ilə müayinənin əsas məhdudluğu buynuz qişanın arxa səthi haqqında məlumatın olmaması, həmçinin parasantral və periferik zonalar barədə məlumatların məhdudluğudur. Şaymflyuq analizatorunun tomoqramması isə buynuz qişanın həm ön, həm də arxa səthinin tam vizuallaşdırılmasını təmin edir. Bununla belə, bu xüsusiyyətlərə baxmayaraq, tomoqrafik cihazlar klinik praktikada bir-birini tam əvəz etmir [26].

Plasido keratotopoqrammaları topoqrafik, rəqəmsal və üçölçülü formatlarda təqdim olunur. Topoqrammalar rəngli şkalalar vasitəsilə buynuz qişanın forması, optik gücü və əyrilik radiusu haqqında məlumat verir:

- İsti (qırmızı) çalarlar daha kiçik əyrilik radiusunu və yüksək sındırma gücünü göstərir.
- Soyuq (mavi) çalarlar daha böyük əyrilik radiusunu və daha zəif sındırma gücünü əks etdirir.
- Əyrilik şkalalarının qurulmasının iki üsulu mövcuddur:
- Sagital (aksial) xəritə — əyrilik optik oxla kəsişmə nöqtəsinə nisbətən hesablanır.
- Tangensial xəritə — hər nöqtədə optik oxdan asılı olmayaraq ayrıca hesablanır.
- Keratokonusun topoqrafik fenotipləri aşağıdakı formalarda müşahidə olunur:
- Lokal dikləşmə zonası ilə klassik patter
- Asimmetrik “qalstuk-kəpənək” tipli astigmatizm

- “Əyri “qalstuk-kəpənək” tipli irrequlyar astigmatizm [27]

Bundan əlavə, müqayisəli indekslərə əsaslanan bir neçə diaqnostik sistem mövcuddur.

Rabinoviç və MakDonnellin I-S indeksi (Inferior–Superior) buynuz qişanın mərkəzindən 3 mm məsafədə yerləşən yuxarı və aşağı hemisferanın beş nöqtəsi arasında sındırma gücü fərqi xarakterizə edir. Bu indeksin 1,4 dioptridən (D) yüksək olması subklinik keratokonusa işarə edir.

SRAX indeksi horizontal oxun yuxarısında və aşağısında yerləşən ən dik yarımmeridianlar arasındakı bucağı hesablayır. Onun 20%-dən artıq olması keratokonusa uyğundur.

Daha sonra Rabinoviç və Rasheed tərəfindən KISA% indeksi hazırlanmışdır. Bu indeks aşağıdakı göstəricilər əsasında xüsusi formul üzrə hesablanır:

- Regulyar astigmatizm (AST)
- I-S indeksi
- SRAX indeksi
- Mərkəzi əyrilik (K)

KISA% göstəricisinin 100%-dən yuxarı olması keratokonusun mövcudluğunu göstərir, 60-100% arası isə risk qrupuna uyğun gəlir.

Klyce/Smolek indeksi (KSI) keratokonusun ağırlıq dərəcəsini əks etdirir. 30%-dən yuxarı göstərici keratokonus üçün əhəmiyyətli diaqnostik meyar hesab olunur.

Klyce/Maeda indeksi (KCI) KPI sistemi (videokeratoqrafiya ilə əldə edilən 8 indeks

əhatə edən şkala) və əlavə 4 indeks əsasında hesablanır. Nəticə faizlə ifadə olunur və keratokonus patterini müəyyən etməyə imkan verir.

- 0-5% göstərici keratokonus şübhəsi yaradır
- >5% göstərici keratokonusun manifest forması ilə uyğun gəlir [25–29]
- Bu indekslər erkən mərhələdə və subklinik formalarda diaqnostikanın dəqiqliyini artırmağa kömək edir.
- Keratoskopiya və keratotomografiya nəticəsində alınmış məlumatların sonrakı rəqəmsal təhlili əsasında cihazın analitik proqramı aşağıdakı vizual xəritələri qurur:
- Keratopoqrafiya — buynuz qişanın ön və arxa səthlərinin forma (elevasiya) xəritələri
- Keratometriya — ön və arxa səthlərin əyrilik/sındırma gücü xəritələri
- Keratopaximetriya — buynuz qişanın qalınlıq xəritələri [1–5, 30–36]

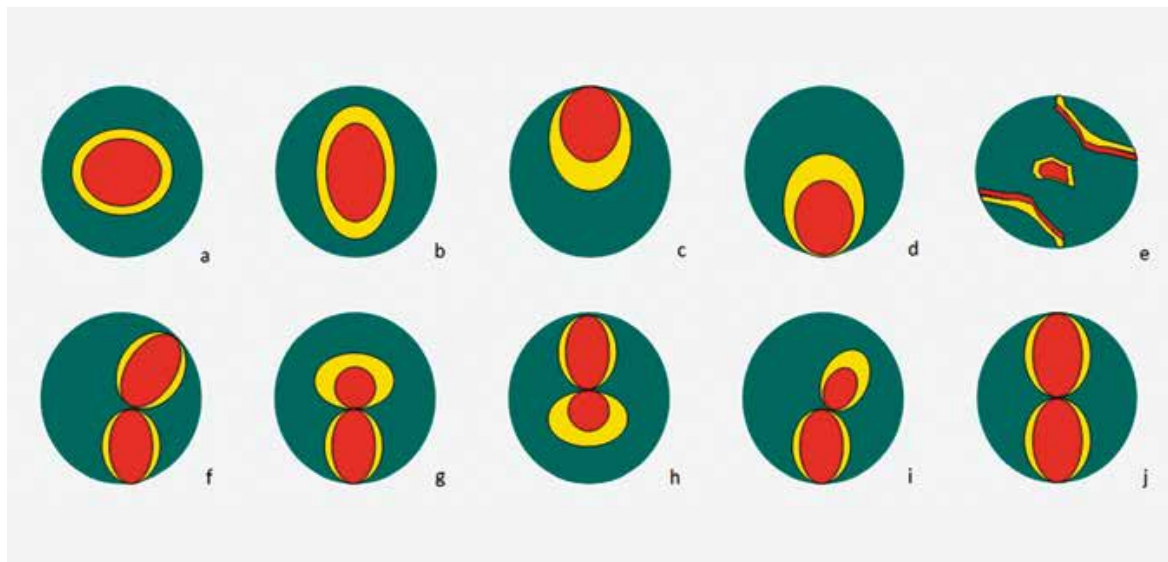
Beləliklə, bu metodlar buynuz qişanın həm morfoloji, həm də funksional göstəricilərinin kompleks və obyektiv qiymətləndirilməsinə imkan verir və keratokonusun erkən mərhələlərində belə diaqnostik əhəmiyyət daşıyır.

Keratokonus zamanı keratopoqrafik (elevasiya) xəritələrdə buynuz qişanın ön və/və ya arxa səthinin önə doğru qabarması (protruziya, ektaziya) vizuallaşdırıla bilər. Bu dəyişiklik “ideal” sfera (və ya ellipsoid) ilə müqayisədə lokal elevasiya (yüksəlmə, qabartı) sahəsi şəklində görünür və adətən optik mərkəzdən aşağı və kənara (temporal istiqamətdə) yerləşir.

Keratokonus zamanı keratometrik xəritələrdə (sındırma gücü və əyrilik xəritələrində) tipik naxışlar müşahidə edilir (**şəkil 3**). Bu dəyişikliklər adətən optik mərkəzdən aşağı və kənara (temporal istiqamətdə) yerləşir. Həmçinin aşağı istiqamətli asimmetrik astigmatizm (asimmetrik “qalstuk-kəpənək” və ya radial oxların ayrılması ilə (oxları bükülmüş) “qalstuk-kəpənək”) şəklində də müşahidə oluna bilər.

Keratokonus zamanı keratopaximetrik xəritələrdə (qalınlıq xəritələrində) buynuz qişanın minimal qalınlığı müəyyən edilir və ən nazik nöqtənin adətən optik mərkəzdən aşağı və kənara (temporal istiqamətdə) yerdəyişməsi aşkarlanır.

Əlavə olaraq, buynuz qişa epitelinin tomoqrafik qiymətləndirilməsi zamanı



**Şəkil 3.** Keratokonus zamanı buynuz qişanın ön səthinin keratometrik xəritələri: a – dairəvi; b – oval; c – yuxarı hissədə dikləşmə; d – aşağı hissədə dikləşmə; e – irrequlyar; f – simmetrik “qalstuk-kəpənək” radial oxların ayrılması ilə; g – asimmetrik “qalstuk-kəpənək” aşağı hissəyə dikləşməsi ilə; h – asimmetrik “qalstuk-kəpənək” yuxarı hissəyə dikləşməsi ilə; i – asimmetrik “qalstuk-kəpənək” radial oxların ayrılması ilə; j – simmetrik “qalstuk-kəpənək”.

konusun zirvəsində epitelin lokal nazılması, konusun əsas hissəsində isə qalınlaşması vizuallaşdırıla bilər. Nəticədə epitel qalınlığı profili halqavari “ponçik” (ing. doughnut) pateri alır. Bu effekt keratektaziya zamanı buynuz qısa epitelinin önsəthin irrequlyarlığını kompensasiya etmək qabiliyyəti ilə izah olunur; yəni səthin deformasiyası zamanı epitel qalınlıq paylanması dəyişdirərək optik səthi nisbətən bərabərləşdirməyə çalışır [37–40].

Pentacam keratotomoqrafında buynuz qışanın aberrasiyalarını araşdırmaq imkanı mövcuddur. Bu analiz Zernike polinomlarına əsaslanır və statistik emal IBM SPSS məlumat bazası əsasında aparılır. Qiymətləndirmə zamanı ilk növbədə yüksək dərəcəli aberrasiyalara (HOA) və keratokonusa xas olan vertikal komaya diqqət yetirilməlidir. Aberrometriya göstəriciləri aşağıdakı RMS indeksləri ilə ifadə olunur:

- RMS total — ümumi orta kvadratik göstərici
- RMS HOA — yüksək dərəcəli aberrasiyaların orta kvadratik göstəricisi

Bu parametrlər keratokonusun erkən mərhələlərində optik keyfiyyətin pozulmasını obyektiv şəkildə qiymətləndirməyə imkan verir və diaqnostik prosesə əlavə informasiya verir [29, 41, 42].

Ön seqmentin (buynuz qışanın) optik koherent tomoqrafiyası (OKT) buynuz qışanın şəffaflığını (optik sıxlığını — densitometriya), qatlarını (keratotomoqrafiya), qalınlığını (keratopaximetriya) və səthlərinin formasını (keratotopoqrafiya) qiymətləndirməyə imkan verir.

Optik koherent tomoqraflar funksional və analitik imkanlarına görə kompüter əsaslı optik keratoanalizatorlara bənzər ola bilər; əsas fərqlər cihazın texniki quruluş xüsusiyyətləri ilə bağlıdır [1, 17, 43, 46].

Keratokonusun ən erkən mərhələlərində dəqiq təsdiqlənməsinə xüsusilə refraksiya anomaliyalarının cərrahi (lazer) korreksiyasının mümkünlüyü məsələsi həll edilərkən oftalmoloji praktikada xüsusi aktualıq qazanmışdır.

Belə müayinələr zamanı buynuz qısa biomikroskop vasitəsilə diqqətlə qiymətləndirilir və keratokonusun spesifik biomikroskopik əlamətlərinin (məsələn, keratopoqrafik dəyişikliklər olmasa belə Flejšner halqasının mövcudluğu) aşkarlanmasına xüsusi diqqət yetirilir.

Müasir kompüter keratoanalizatorları eksimer-lazer görmə korreksiyasına namizəd olan pasiyentlərin skriningi üçün istifadə olunur və buynuz qışanın formasında ən ilkin dəyişiklikləri, həmçinin ön və arxa səthlərin əyriliyində minimal qüsurları aşkar etməyə imkan verir.

Eyni səbəbdən tədqiqatçılar keratokonusun ultrastruktur mərhələsində — yəni hələ etibarlı keratotopoqrafik ektaziya əlamətləri formalaşmamışkən — buynuz qısa toxumalarında degenerativ-distrofik dəyişiklikləri aşkar etməyə cəhd göstərmişlər. Bunun üçün əlavə xüsusi diaqnostik metodlardan istifadə edilmişdir:

- Buynuz qışanın biomexanik xüsusiyyətlərinin analizi
- Konfokal mikroskopiya
- Spekulyar (güzgü) mikroskopiya
- Epitel qalınlıq profilinin ultrasəs müayinəsi
- Gözün optik sisteminin aberrometriyası və s.

Lakin keratotopoqrafik dəyişikliklər olmadığı hallarda yuxarıda qeyd olunan spesifik əlavə müayinə metodları keratokonusun diaqnostikasında müstəqil prinsipial əhəmiyyət daşıyır. Onlar kifayət qədər həssas və spesifik olmadığından geniş klinik tətbiq tapmamışdır [1–5].

## KERATOKONUSUN TƏSNİFATI

Aparılmış diaqnostik müayinələrin nəticələri yalnız diaqnozu təsdiq etməyə deyil, həm də xəstəliyin formasını və mərhələsini dəqiqləşdirməyə imkan verir.

Yüksək texnologiyalı buynuz qısa qiymətləndirmə metodlarının mövcud olmadığı dövrdə keratokonusun ilk təsnifatları əsasən xəstəliyin klinik mənzərəsinə əsaslanırdı. Patoloji prosesin mərhələləndirilməsi görmə itiliyinə,

biomikroskopik mənzərəyə və baza keratometriya məlumatlarına əsasən buynuz qişanın sındırma gücünə görə aparılırdı.

Hazırda keratokonusun mərhələləndirilməsi üçün müxtəlif müəlliflər tərəfindən hazırlanmış bir sıra klinik təsnifatlar mövcuddur. Bu təsnifatlar tətbiq məqsədlərindən və istifadə olunan meyarlardan asılı olaraq patoloji prosesi mərhələlərə bölməyə imkan verir. Bunlara aşağıdakılar daxildir: M. Amsler (1951/1961), Z.D. Titarenko (1982), Y.B. Slonimski (1992), J.H. Krumeich (1998), T.D. Abuqova (2010), Global Keratoconus Foundation (2014), M.M. Belin “ABCD” sistemi (2020) və s. [45–50]

Müasir təsnifatlar əsasən kompüter əsaslı (keratotopoqrafik) keratometriya və keratopaximetriya nəticələrinə əsaslanır və patoloji prosesin ağırlıq dərəcəsinə uyğun olaraq keratokonusu dörd proqressiv mərhələyə bölür (terminoloji fərqlər mümkündür):

- I mərhələ — başlanğıc (erkən, yüngül)
- II mərhələ — inkişaf etmiş (orta, mülayim)
- III mərhələ — xeyli irəliləmiş (ağır, inkişaf etmiş)
- IV mərhələ — terminal (ağır) [1]

Qeyd etmək lazımdır ki, müxtəlif yanaşmalar mövcud olsa da, ən geniş yayılmış təsnifat M.Amsler-in J.H.Krumeich tərəfindən modifikasiya edilmiş variantıdır [45, 48, 49]. Krumeich bu təsnifatı aşağıdakı əlavə parametrlərlə zənginləşdirmişdir: orta keratometriya göstəriciləri, buynuz qişanın ən nazik nöqtəsində paximetriya, refraksiya anomaliyaları (**cədvəl 1**).

Refraksiya cərrahiyyəsinin inkişafından sonra erkən və ya subklinik formaların diaqnostikası xüsusilə aktuallaşmışdır. Çünki belə hallar çox vaxt postrefraktiv cərrahi ektaziya kimi təzahür edir. Bu isə köhnə mərhələləndirmə sisteminin çatışmazlıqlarını üzə çıxarmışdır; həmin sistem yalnız buynuz qişanın ön səthinin əyriliyini və apikal qalınlıq göstəricisini nəzərə alırdı [51].

Topoqrafik metodların inkişafı və buynuz qişanın aberrometrik məlumatlarının əldə olunması imkanlarının genişlənməsi ilə əlaqədar olaraq 2006-cı ildə Alió–Shabayek təsnifatı hazırlanmışdır (**cədvəl 2**).

Əvvəl qeyd olunan parametrlərlə yanaşı, bu təsnifat buynuz qişanın ön səthinin aberrometriyasını, xüsusilə komatik aberrasiyalara xüsusi diqqət yetirməklə

**Cədvəl 1.** Amsler–Krumeich təsnifatı

I mərhələ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konusvari buynuz qişa</li> <li>• Vogt xətlərinin ilkin görünməsi</li> <li>• Miopiya / astigmatizm &lt;5 D</li> <li>• Keratometriya <math>\leq 48,0</math> D</li> <li>• Buynuz qişada bulanıqlıq yoxdur</li> <li>• Görmə itiliyi 0,5–1,0</li> </ul>
II mərhələ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vogt striaları</li> <li>• Astigmatizm 5–8 D</li> <li>• Keratometriya <math>\leq 53,0</math> D</li> <li>• Paximetriya <math>\geq 400</math> mkm</li> <li>• Buynuz qişada bulanıqlıq yoxdur</li> <li>• Görmə itiliyi 0,1–0,4</li> </ul>
III mərhələ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Astigmatizm 8–10 D</li> <li>• Keratometriya <math>&gt;53,0</math> D</li> <li>• Paximetriya 300–400 mkm</li> <li>• Buynuz qişada bulanıqlıq yoxdur</li> <li>• Görmə itiliyi 0,09–0,02</li> </ul>
IV mərhələ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keratometriya <math>&gt;55,0</math> D</li> <li>• Klinik refraksiya müəyyən edilmir</li> <li>• Paximetriya <math>&lt;300</math> mkm</li> <li>• Buynuz qişanın mərkəzi bulanıqlığı</li> <li>• Görmə itiliyi 0,001–0,02</li> </ul>

**Cədvəl 2.** *Alió–Shabayek təsnifatı*

I mərhələ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mərkəzi orta keratometriya: <math>\leq 48,00</math> D</li> <li>• Koma tipli aberrasiyaların RMS göstəricisi: 1,50–2,50 <math>\mu\text{m}</math></li> <li>• Çapıq və ya striaların olmaması</li> </ul>
II mərhələ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mərkəzi orta keratometriya: 48,00–53,00 D</li> <li>• Koma tipli aberrasiyaların RMS göstəricisi: 2,50–3,50 <math>\mu\text{m}</math></li> <li>• Çapıq və ya striaların olmaması</li> <li>• Ən nazik nöqtədə paximetriya <math>&gt; 400</math> <math>\mu\text{m}</math></li> </ul>
III mərhələ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mərkəzi orta keratometriya: 53,00–55,00 D</li> <li>• Koma tipli aberrasiyaların RMS göstəricisi: 3,50–4,50 <math>\mu\text{m}</math></li> <li>• Çapıq və ya striaların olmaması</li> <li>• Ən nazik nöqtədə paximetriya 300–400 <math>\mu\text{m}</math></li> </ul>
IV mərhələ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orta keratometriya <math>&gt; 55,00</math> D</li> <li>• Koma tipli aberrasiyaların RMS göstəricisi <math>&gt; 4,50</math> <math>\mu\text{m}</math></li> <li>• Strialar və ya çapıqlaşma mövcuddur</li> <li>• Ən nazik nöqtədə paximetriya 200–300 <math>\mu\text{m}</math></li> </ul>

**Qeyd:** \*RMS (root mean square) — müəyyən aberrasiyaya uyğun Zernike əmsallarının kvadratik orta göstəricisidir.

qiymətləndirir. Bu parametrlər ona görə istifadə olunur ki, koma tipli aberrasiyaların (və ümumiyyətlə yüksək dərəcəli aberrasiyaların) göstəriciləri konusun protruziyası artdıqca, yəni xəstəlik progressiya etdikcə yüksəlməyə meyillidir [52]. Bu təsnifat aberrometrik parametrləri klinik mərhələləndirməyə daxil etməklə keratokonusun daha funksional və obyektiv qiymətləndirilməsinə imkan verir.

Tematik network çoxmərkəzli nəticəsində əsasən korreksiya olunmuş uzaq görmə itiliyinə (CDVA) əsaslanan funksional şkala hazırlanmış və RETICS təsnifatı adlandırılmışdır [53, 54].

İndiyədək buynuz qişanın ektatik xəstəliklərinin ağırlıq dərəcəsini müəyyən etmək məqsədilə bir çox təsnifat sistemləri təklif edilmişdir. Lakin onların əksəriyyəti əsasən xəstəliyin topoqrafik-morfoloji xüsusiyyətlərinə əsaslanmış, pasiyentin görmə funksiyası ilə sıx əlaqəli digər klinik dəyişənləri nəzərə almamışdır.

Bu səbəbdən istifadə olunan təsnifat sistemi xəstəliyin ağırlığını yalnız həndəsi göstəricilərə deyil, funksional parametrlərə

əsaslanaraq müəyyən edir.

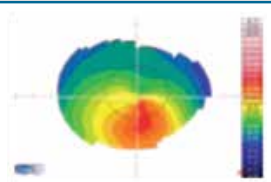
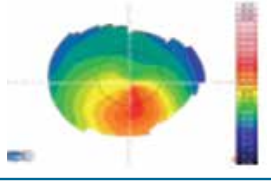
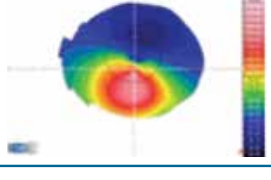
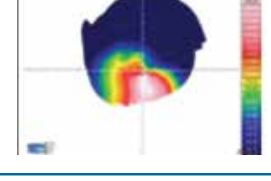
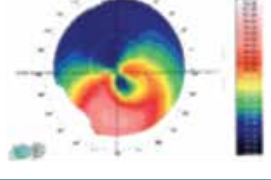
Yüksək statistik əhəmiyyətə malik olan və görmə məhdudluğu dərəcəsi ilə birbaşa əlaqəli dəyişənlər nəzərə alınır, bunlara daxildir:

- Korreksiya olunmuş görmə itiliyinin sərhədləri dörd kvartil əsasında müəyyən edilmişdir.
- Daxili astigmatizm
- Koma tipli RMS aberrasiyaları
- Mərkəzi orta keratometriya
- 8 mm diametrdə buynuz qişanın asferikliyi - Q8
- Digər dəyişənlər üzrə bütün diapazonlar 95% etibarlılıq intervalı əsasında hesablanmışdır.

Bu göstəricilər görmə funksiyasının real vəziyyətini daha obyektiv əks etdirir. **Cədvəl 3-də** RETICS şkalasının mərhələlərinin ümumi təsviri təqdim edilmişdir.

Korreksiya olunmuş görmə itiliyinin sərhədləri dörd kvartil əsasında müəyyən edilmişdir. Digər dəyişənlər üzrə bütün diapazonlar 95% etibarlılıq intervalı əsasında hesablanmışdır.

**Cədvəl 3. RETICS təsnifatı**

Mərhələ	Topoqrafik xüsusiyyət	Göstəricilər
I mərhələ		<ul style="list-style-type: none"> <li>• CDVA: &gt; 0,9 (onluq sistemlə)</li> <li>• Daxili astigmatizm: 1,59–2,14 D</li> <li>• Koma tipli RMS: 1,16–1,52 µm</li> <li>• Mərkəzi orta keratometriya: 44,75–45,40 D</li> <li>• Q (8 mm): –0,22 ilə –0,05 arasında</li> <li>• Paximetriya: 495–510 µm</li> </ul>
II mərhələ		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>0,6 &lt; CDVA \leq 0,9</math></li> <li>• Daxili astigmatizm: 2,18–2,79 D</li> <li>• Koma tipli RMS: 1,82–2,31 µm</li> <li>• Mərkəzi orta keratometriya: 46,03–46,93 D</li> <li>• Q (8 mm): –0,48 ilə –0,22 arasında</li> <li>• Paximetriya: 475–493 µm</li> </ul>
III mərhələ		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>0,4 &lt; CDVA \leq 0,6</math></li> <li>• Daxili astigmatizm: 3,04–4,17 D</li> <li>• Koma tipli RMS: 2,65–3,32 µm</li> <li>• Mərkəzi orta keratometriya: 48,21–49,27 D</li> <li>• Q (8 mm): –0,95 ilə –0,58 arasında</li> <li>• Paximetriya: 451–470 µm</li> </ul>
IV mərhələ		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>CDVA \leq 0,4</math></li> <li>• Daxili astigmatizm: 3,68–4,58 D</li> <li>• Koma tipli RMS: 3,45–4,42 µm</li> <li>• Mərkəzi orta keratometriya: 51,42–53,12 D</li> <li>• Q (8 mm): –1,21 ilə –0,83 arasında</li> <li>• Paximetriya: 433–454 µm</li> <li>• Halların 60%-ində buynuz qişada strialar və ya çarıqlaşma</li> </ul>
IV+ mərhələ		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>CDVA &lt; 0,2</math></li> <li>• Daxili astigmatizm: &gt; 5,50 D</li> <li>• Koma tipli RMS: &gt; 5,50 µm</li> <li>• Mərkəzi orta keratometriya: &gt; 57,00 D</li> <li>• Q (8 mm): &lt; –1,50</li> <li>• Paximetriya: 360–420 µm</li> <li>• Strialar və ya çarıqlaşma mövcuddur</li> </ul>

Keratokonusun cərrahi müalicəsinin vizual nəticələrinə həsr olunmuş Tematik Şəbəkənin elmi işlərində RETICS şkalasından istifadə edilmişdir, çünki bu təsnifat bu məqsədlər üçün daha uyğun hesab olunur.

2016-cı ildə M. Belin keratokonusun mərhələləndirilməsini hərf-rəqəm ifadəsində sistemləşdirməyi təklif etmişdir (cədvəl 4). Bu təsnifat Oculus Pentacam keratotomografiya təqdim olunur.

Hərflər aşağıdakı parametrləri ifadə edir:

- A – buynuz qişanın ön səthinin ayrılığı
- B – buynuz qişanın arxa səthinin ayrılığı
- C – paximetriya (ən nazik nöqtədə qalınlıq)
- D – korreksiya olunmuş görmə itiliyi (istifadəçi tərəfindən daxil edilir)

Əlavə modifikatorlar:

- (-) – çarıq yoxdur

- (+) – çarıq mövcuddur

- (++) – iris detallarını örtən çarıq

Hər parametr müəyyən mərhələyə uyğun gəlir və müayinə tamamlandıqdan sonra təsnifat hərf-rəqəm formatında təqdim olunur (məsələn: A0/B1/C1/D1-) [50, 55].

Belin-inABCDsistemi buynuz qişasının həm ön, həm arxa səthinə, qalınlığını və funksional göstəricini birlikdə qiymətləndirdiyi üçün müasir diaqnostik yanaşmada daha obyektiv və hərtərəfli hesab olunur.

Bu təsnifatlar xəstəliyin gedişinin obyektiv qiymətləndirilməsinə, müalicə taktikasının seçilməsinə və proqnozun müəyyən edilməsinə kömək edir.

Qeyd etmək lazımdır ki, praktikada keratokonusun mərhələsini diskret şəkildə müəyyən etmək hər zaman mümkün olmur.

**Cədvəl 4.** *Belin (ABCD) təsnifatı üzrə*

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	
<i>Mərhələ</i>	<i>Ön əyrilik</i>	<i>Arxa əyrilik</i>	<i>Paximetriya</i>	<i>Korreksiya olunmuş görmə</i>	<i>Çapıqın intensivliyi</i>
0	>7,25 mm (<46,5 D)	>5,90 mm (<57,25 D)	>490 µm	=20/20 (=1,0)	-
I	>7,05 mm (<48,0 D)	>5,70 mm (<59,25 D)	>450 µm	<20/20 (<1,0)	-, +, ++
II	>6,35 mm (<53,0 D)	>5,15 mm (<65,5 D)	>400 µm	<20/40 (<0,5)	-, +, ++
III	>6,15 mm (<55,0 D)	>4,95 mm (<68,5 D)	>300 µm	<20/100 (<0,2)	-, +, ++
IV	<6,15 mm (>55,0 D)	<4,95 mm (>68,5 D)	=<300 µm	<20/400 (<0,05)	-, +, ++

Çünki eyni təsnifat çərçivəsində belə, təklif olunmuş meyarlara əsasən xəstəliyin klinik mənzərəsi çox vaxt sərhəd mərhələlərə (məsələn, I–II və ya II–III) uyğun gəlir.

Hazırda klinik praktikada kompüter əsaslı optik keratoanalizatorlara inteqrasiya olunmuş təsnifatlardan istifadə etmək mümkündür. Bu halda keratokonusun mərhələləndirilməsi diaqnostik platformanın proqram təminatı vasitəsilə avtomatik şəkildə, buynuz qişanın forma irrequlyarlığı, əyrilik və qalınlıq indeksləri əsasında həyata keçirilir.

Bununla belə, bir çox hallarda keratokonusun mərhələlər üzrə kateqoriyalaşdırılması praktik əhəmiyyət daşımaya bilər. Bunun səbəbi hər bir pasiyentdə klinik mənzərənin fərdi xüsusiyyətləri və subyektiv təzahürləri, müxtəlif klinik mərkəzlərdə mövcud olan müalicə və korreksiya imkanlarının fərqliliyi, eləcə də tibbdə fərdiləşdirilmiş yanaşmanın inkişafıdır.

Pasiyentin idarəetmə taktikasının müəyyən edilməsində əsas əhəmiyyət xəstəliyin klinik gedişinə — progressiv və ya stabil (progressiya etməyən) keratokonus olmasına — verilir. Müalicə tədbirlərinin həcmi müəyyən edən əsas meyarlar aşağıdakılardır:

- Buynuz qişanın vəziyyəti (qalınlıq, əyrilik, şəffaflıq)
- Protruziyanın forması
- Ektaziyanın formasına görə keratokonus aşağıdakı növlərə bölünə bilər:
- Dik (nipple type) — lokal, diametri 5 mm-dən az
- Oval — diametri 5–6 mm

- Dairəvi (şarvari) — diametri 6 mm-dən çox
- Ektaziyanın əsas sahəsinin genişliyinə görə keratokonus:
- Qübbəvari (kupolvari) — geniş yayılmış, geniş əsaslı
- Zəngvari (kolokolvari) — lokal, məhdud əsaslı
- Protruziya zirvəsinin lokalizasiyasına əsasən isə aşağıdakı formalar ayırd edilir:
- Aşağı (inferior) keratokonus
- Yuxarı (superior) keratokonus
- Mərkəzi keratokonus [1–5, 56]

Beləliklə, müasir yanaşmada keratokonusun təsnifatı yalnız mərhələləndirmə ilə məhdudlaşmır, həm də klinik gedişin və morfoloji xüsusiyyətlərin nəzərə alınmasını tələb edir.

Klinik təzahürlərinə görə keratokonus klinik olaraq ifadə olunmuş (manifest forma, manifestləşən keratokonus) və subklinik formada ola bilər [1].

“Subklinik keratokonus” termini ilə bağlı tibbi ictimaiyyətdə müəyyən qeyri-müəyyənlik mövcuddur. Ədəbiyyatda atipik simptomatika ilə müşayiət olunan və ya diaqnozun təsdiqlənməsi çətin olan keratektaziya hallarını ifadə edən bir sıra terminlər istifadə olunur (yəni tipik klinik əlamətləri olmayan keratokonus halları).

Birinci halda açıq manifest klinik mənzərə müşahidə edilmir: ametropiya progressiya etmir, görmə funksiyaları illərlə stabil qalır, standart oftalmoloji müayinə (autorefraktokeratometriya və maksimal eynək korreksiyası ilə vizometriya) zamanı müəyyən edilən korneal astigmatizm

göstəricilərində irrequlyarlıq əlamətləri olmur. Belə pasiyentlər çox vaxt “miopik astigmatizm” diaqnozu ilə müşahidə olunur; keratokonusa şübhə yaranmadığı üçün onlara keratotopoqrafik müayinə aparılır.

İkinci halda isə xəstəlik ən erkən mərhələdə olur və diaqnozu şübhələnmək və təsdiqləmək çətinləşir: spesifik biomikroskopik əlamətlər hər zaman vizuallaşdırılmır, tipik keratotopoqrafik dəyişikliklər qeyd olunmur, ultrastruktur və mikrostruktur degenerativ-distrofik dəyişikliklər isə mövcud müayinə üsulları ilə aşkar edilmir və prinsip etibarilə keratokonus üçün spesifik və patoqnomonik hesab olunmur.

Belə hallarda pasiyentlər çox vaxt qəti diaqnoz qoyulmadan və ya “keratokonusa şübhə” diaqnozu ilə dinamik müşahidəyə götürülür və patoloji prosesin dinamikasını qiymətləndirmək məqsədilə monitorinq aparılır.

Hər iki variantı ifadə etmək üçün elmi ədəbiyyatda və klinik praktikada müxtəlif terminlər istifadə olunur: subklinik keratokonus, preklinik, doklinik, latent, gizli, təzahür etməmiş, başlanğıc, erkən, topoqrafik, abortiv, “yatmış”, silinmiş, formalaşmamış, başa çatmamış, «forme fruste», keratokonus şübhəsi. Lakin bu terminlər müxtəlif kontekstlərdə və fərqli mənə çalarları ilə işlədilir [1–5, 18, 57].

Diaqnostik avadanlığın təkmilləşdirilməsi və kompüter əsaslı buynuz qişa analizatorlarının geniş yayılması nəzərə alınaraq, hazırda keratokonusun keratotopoqrafik təzahürlərinə əsasən iki mərhələsinin ayırd edilməsi mümkün hesab olunur:

- Pre-keratotopoqrafik mərhələ — ultrastruktur dəyişikliklər mərhələsi; bu mərhələdə hələ keratotopoqrafik əlamətlər müşahidə edilmir.
- Keratotopoqrafik mərhələ — ektatik dəyişikliklər mərhələsi; keratotopoqrafik olaraq ifadə olunan mərhələ [51].

Bu yanaşma xəstəliyin ən erkən dəyişikliklərinin nəzəri olaraq ayrılmasına imkan versə də, praktik baxımdan əsas diaqnostik meyar keratotopoqrafik dəyişikliklərin mövcudluğudur.

## DİFERENSİAL DİAQNOSTİKA

Hazırda “keratokonus” termini ilə bir qayda olaraq buynuz qişanın birincili (idiopatik) ektatik xəstəliyi — yəni həqiqi keratokonus nəzərdə tutulur. Bu, birincili keratektaziya növüdür.

Buynuz qişanın ikincili protruziyası (travmadan sonra, iltihabdan sonra və ya cərrahi/iatrogen mənşəli) hallarında isə “ikincili keratektaziya” terminindən istifadə etmək daha düzgündür [1–5, 56].

Keratokonuslu pasiyentlərin müayinəsi zamanı həm birincili (idiopatik), həm də ikincili keratektaziyalarla diferensial diaqnostika aparılmalıdır.

### Birincili keratektaziyalar

- Birincili keratokonus
- Pellusid marjinal degenerasiya (şəffaf kənar distrofiyası)
- Keratoglobus
- Anadangəlmə arxa keratokonus

### İkincili keratektaziyalar

- Postcərrahi (postkeratorefraktiv, iatrogen) keratektaziya (ikincili keratokonus)
- Terrien kənar degenerasiyası
- Mooren xorası
- Digər müstəqil (o cümlədən idiopatik, autoimmun, revmatoid və allergik) kənar buynuz qişa zədələnmələri
- Yaşa bağlı “furov” (şırımlı) degenerasiya
- Uzunmüddətli kontakt linza istifadəsi nəticəsində buynuz qişa deformasiyası

Bundan əlavə, diferensial diaqnostika çərçivəsində “kəskin keratokonus” və “arxa keratokonus” terminlərinin də dəqiqləşdirilməsi tələb olunur.

### Kəskin keratokonus (hidrops)

Kəskin keratokonus və ya buynuz qişa hidropsu — Desseme membranasının cırılması nəticəsində qəfil inkişaf edən stromal ödem vəziyyətidir. Bu hal keratokonusun terminal mərhələsində ağırlaşma kimi yarana bilər və ya digər səbəblərlə müstəqil şəkildə inkişaf edə bilər [1–5].

**Arxa keratokonus**

“Arxa keratokonus” termini iki vəziyyət üçün istifadə oluna bilər:

1. Buynuz qişanın müstəqil, anadangəlmə patologiyası kimi (çoxsaylı göz və sistem inkişaf anomaliyaları ilə müşayiət oluna bilər).
2. Ektaziya əlamətlərinin yalnız buynuz qişanın arxa səthində müşahidə edildiyi klinik hallarda (adətən kompüter əsaslı optik keratoanalizatorlar vasitəsilə aparılan kompleks müayinə nəticəsində aşkar olunur) [1, 5, 50 – 53].

Beləliklə, keratokonusun diferensial diaqnostikası geniş spektrli patologiyaları əhatə edir və düzgün klinik qərar qəbul etmək üçün bu terminoloji və morfoloji fərqlərin nəzərə alınması vacibdir [58, 59].

**Yekun**

Hazırda keratokonusun diaqnostikasında “qızıl standart” müasir kompüter əsaslı optik keratoanalizatorlar vasitəsilə buynuz qişanın kompleks müayinəsidir. Keratorefraktiv cərrahi müdaxilələrin geniş yayılması ilə

əlaqədar bu cihazların rolu xüsusilə artmışdır, çünki xəstəliyin vaxtında və mümkün qədər erkən təsdiqlənməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Keratokonusun inkişafının başlanğıc mərhələlərində maksimal erkən diaqnostika proqressiyanın qarşısını almağa yönəlmiş müalicənin vaxtında aparılmasına, patoloji prosesin stabilləşdirilməsinə və gənc, əmək qabiliyyətli pasiyentlərdə görmə funksiyalarının kifayət qədər yüksək səviyyədə saxlanmasına imkan verir.

Kompüter əsaslı optik keratoanalizatorların klinik praktikaya geniş tətbiqi keratokonusun erkən mərhələlərinin və proqressiya əlamətləri olmayan — subklinik keratektaziya formalarının aşkarlanma tezliyinin artmasına səbəb olmuşdur.

Bununla belə, nəzərə almaq lazımdır ki, bəzi hallarda rutin oftalmoloji müayinə üsulları da keratokonusu, o cümlədən keratotopoqrafik dəyişikliklərdən əvvəlki ən erkən mərhələdə belə, etibarlı şəkildə təsdiq etməyə imkan verir.

## ƏDƏBİYYAT

## REFERENCE

1. Almodin, E. Keratoconus – comprehensive guide to diagnosis and treatment / E.Almodin, B.A.Nassaralla, J.Sandes // Switzerland AG., – 2022. – p. 1014. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-85361-7>
2. Wang, M. Keratoconus and keratoectasia: Prevention, diagnosis, and treatment / M.Wang, T.S.Swartz // SLACK, – New York: – 2010. – p. 191.
3. Sinjab, M.M. Quick guide to the management of keratoconus // Springer, – Berlin: – 2011. – p. 151. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-21840-8>
4. Barbara, A. Textbook on keratoconus: New insights / A.Barbara, Y.S.Rabinowitz // Jaypee Brothers Medical Publishers Pvt. Limited, – London: – 2011. – p. 248.
5. Абдулalieва, Ф.И. Методы диагностики кератоконуса на начальных стадиях развития заболевания // Azərbaycan Oftalmologiya Jurnalı, – 2015. 19, – s. 32-39.
6. Alio, J.L. Keratoconus: Recent advances in diagnosis and treatment // Springer, – Berlin: – 2016. – p. 371.
7. Hashemi, H. The Prevalence and Risk Factors for Keratoconus: A Systematic Review and Meta-Analysis / H.Hashemi, S.Heydarian, E.Hooshmand [et al.] // Cornea, – 2020. 39(2), – p. 263-270. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000002150>
8. Магеррамов, П.М. Клинико-эпидемиологическая характеристика кератоконуса в городе Баку / П.М.Магеррамов, С.Ш.Алиева // Azərbaycan Oftalmologiya Jurnalı, – 2020. 34, – s. 37-45.
9. Krachmer, J.H. Keratoconus and related noninflammatory corneal thinning disorders / J.H.Krachmer, R.S.Feder, M.W.Belin // Surv. Ophthalmol., – 1984. Jan-Feb; 28(4), – p. 293-322. [https://doi.org/10.1016/0039-6257\(84\)90094-8](https://doi.org/10.1016/0039-6257(84)90094-8)
10. Wang, Y. Genetic epidemiological study of keratoconus: Evidence for major gene determination / Y.Wang, Y.S.Rabinowitz, J.I.Rotter [et al.] // American Journal of Medical Genetics, – 2000. 93(5), – p. 403-409. [https://doi.org/10.1002/1096-8628\(20000828\)93:5%3C403::AID-AJMG11%3E3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/1096-8628(20000828)93:5%3C403::AID-AJMG11%3E3.0.CO;2-A)
11. Santodomingo-Rubido, J. Keratoconus: An updated review / J.Santodomingo-Rubido, G.Carracedo, A.Suzaki [et al.] // Cont. Lens Anterior. Eye, – 2022. Jun; 45(3), – p. 101559. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2021.101559>
12. Harthan, J.S. Prevalence of Keratoconus Based on Scheimpflug Corneal Tomography Metrics in a Pediatric Population From a Chicago Based School Age Vision Clinic / J.S.Harthan, J.D.Gelles, S.S.Block [et al.] // Eye & Contact Lens, – 2024. 50(3), – p. 121-125. <https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000001072>
13. Durakovic, E. Mental Health Impact of Keratoconus: A Systematic Review / E.Durakovic, H.Kandel, S.L.Watson // Cornea, – 2023. 42(9), – p. 1187-1197. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000003263>
14. Al Zabadi, H. Vision-related quality of life among patients with keratoconus: a cross sectional study / H.Al Zabadi, M.Shehadeh, L.Amro [et al.] // Front. Med. (Lausanne), – 2023. 10, – p. 1208911. <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1208911>
15. Toprak, I. Diagnostic Value of Corneal Epithelial and Stromal Thickness Distribution Profiles in Forme Fruste Keratoconus and Subclinical Keratoconus / I.Toprak, A.Vega, J.L.Alió del Barrio [et al.] // Cornea, – 2021. 40(1), – p. 61-72. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000002435>
16. Martínez-Abad, A. New perspectives on the detection and progression of keratoconus / A.Martínez-Abad, D.P.Piñero // Journal of Cataract & Refractive Surgery, – 2017. 43(9), – p. 1213-1227. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2017.07.021>
17. Rəcəbli, R.X. Optik koherens tomoqrafiyanın vasitəsi ilə subklinik keratokonusun erkən aşkarlanması (Ədəbiyyat icmalı) // Azərbaycan Oftalmologiya Jurnalı, – 2025. 17, 53, – s. 91-100. <https://doi.org/10.71110/ajo7910202517025391100>
18. Li, X. Keratoconus: classification scheme based on videokeratography and clinical signs / X.Li, H.Yang, Y.S.Rabinowitz // J. Cataract Refract Surg., – 2009. Sep; 35(9), – p. 1597-1603. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2009.03.050>
19. Rabinowitz, Y.S. Keratoconus // Survey of Ophthalmology, – 1998. 42(4), – p. 297-319. [https://doi.org/10.1016/S0039-6257\(97\)00119-7](https://doi.org/10.1016/S0039-6257(97)00119-7)
20. Gellrich, M.M. The tick sign – a new and simple test to diagnose keratoconus at the slit lamp // Acta. Ophthalmologica, – 2019. 97(4), – p. 666-7. <https://doi.org/10.1111/aos.13975>
21. Rabinowitz, Y.S. Computer-assisted corneal topography in keratoconus / Y.S.Rabinowitz, P.J.McDonnell // Refract Corneal Surg., – 1989. Nov-Dec; 5(6), – p. 400-8. <https://doi.org/10.3928/1081-597X-19891101-10>
22. Nicula, C.A. Performances of Corneal Topography and Tomography in the Diagnosis of Subclinical and Clinical Keratoconus / C.A.Nicula, A.E.Bulboaca, D.Nicula [et al.] // Front Med. (Lausanne), – 2022. 9, – p. 904604. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.904604>

23. Shetty, R. Keratoconus Screening Indices and Their Diagnostic Ability to Distinguish Normal From Ectatic Corneas / R.Shetty, H.Rao, P.Khamar [et al.] // *Am. J. Ophthalmol.*, – 2017. Sep; 181, – p. 140-148. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2017.06.031>
24. Maile, H. Machine Learning Algorithms to Detect Subclinical Keratoconus: Systematic Review / H.Maile, J.O.Li, D.Gore [et al.] // *JMIR Med. Inform.*, – 2021. Dec; 13. 9(12), – p. 27363. <https://doi.org/10.2196/27363>
25. Saad, A. Evaluation of Total and Corneal Wavefront High Order Aberrations for the Detection of Forme Fruste Keratoconus / A.Saad, D.Gatinel // *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, – 2012. 53(6), – p. 2978-2992. <https://doi.org/10.1167/iovs.11-8803>
26. Raul, M. Cornea and anterior eye assessment with placido-disc keratoscopy, slit scanning evaluation topography and scheimpflug imaging tomography // *Indian Journal of Ophthalmology*, – 2018. 66(3), – p. 360-66. [https://doi.org/10.4103/ijo.IJO\\_850\\_17](https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_850_17)
27. Ghemame, M. Corneal topography in clinical practice / M.Ghemame, P.Charpentier, F.Mouriaux // *Journal Français d’Ophtalmologie*, – 2019. 42(10), – p. 439-51. <https://doi.org/10.1016/j.jfo.2019.09.001>
28. Касимов, Э.М. Сравнение параметров роговицы на шеймпflug камере у пациентов с крутой роговицей / Э.М.Касимов, Ф.И Абдулалиева., Т.С.Гусейнова // *Azərbaycan Oftalmologiya Jurnalı*, – 2016, – s. 73-81.
29. Huseynli, S. Evaluation of Scheimpflug Tomography Parameters in Subclinical Keratoconus, Clinical Keratoconus and Normal Caucasian Eyes / S.Huseynli, F.Abdulaliyeva // *Turk J. Ophthalmol.*, – 2018. Jun; 48(3), – p. 99-108. <https://doi.org/10.4274/tjo.89587>
30. Huseynova, T. Comparison of Scheimpflug imaging parameters between steep and keratoconic corneas of Caucasian eyes / T.Huseynova, F.Abdulaliyeva, M.Lanza // *Clinical Ophthalmology*, – 2016. 10, – p. 603-608. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S102683>
31. Hüseynli, S.F. Keratokonus zamanı paradoksalklinik hallar və onların tomoqrafik xüsusiyyətləri // *Azərbaycan Oftalmologiya Jurnalı*, – 2025. 17, 52, – s. 19-29. <https://doi.org/10.71110/ajo791020251701521929>
32. Əliyeva, S.Ş. Keratokonus zamanı buynuz qişanın topoqrafik parametrlərinin dəyərləndirilməsi / S.Ş.Əliyeva, F.X.Orucoğlu // *Azərbaycan Oftalmologiya Jurnalı*, – 2014. 16, – s. 13-17.
33. Goebels, S. Staging of keratoconus indices regarding tomography, topography and biomechanical measurements / S.Goebels, T.Eppig, S.Wagenpfeil [et al.] // *American journal of ophthalmology*, – 2015. 159(4), – p. 733-38. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2015.01.014>
34. Shi, Ye. Strategies for improving the early diagnosis of keratoconus // *Dovepress*, – 2016. (8), – p. 13-21. <https://doi.org/10.2147/OPTO.S63486>
35. Heidari, Z. Early diagnosis of subclinical keratoconus by wavefront parameters using Scheimpflug, Placido and Hartmann-Shack based devices / Z.Heidari, M.Mohammadpour, H.Hashemi [et al.] // *International Ophthalmology*, – 2020. 40, – p. 1659–71. <https://doi.org/10.1007/s10792-020-01334-3>
36. Rabinowitz, Y.S. KISA% index: a quantitative videokeratography algorithm embodying minimal topographic criteria for diagnosing keratoconus / Y.S.Rabinowitz, K.Rasheed // *J. Cataract Refract Surg.*, – 1999. Oct; 25(10), – p. 1327-35. [https://doi.org/10.1016/S0886-3350\(99\)00195-9](https://doi.org/10.1016/S0886-3350(99)00195-9)
37. Smadja, D. Topographic and tomographic indices for detecting keratoconus and subclinical keratoconus: a systematic review // *International Journal of Keratoconus and Ectatic Corneal Diseases*, – 2013. 2(2), – p. 60. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10025-1052>
38. Kanellopoulos, A.J. Revisiting keratoconus diagnosis and progression classification based on evaluation of corneal asymmetry indices, derived from Scheimpflug imaging in keratoconic and suspect cases / A.J.Kanellopoulos, G.Asimellis // *Clin. Ophthalmol.*, – 2013. 7, – p. 1539-48. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S44741>
39. Smolek, M.K. Current keratoconus detection methods compared with a neural network approach / M.K.Smolek, S.D.Klyce // *Invest Ophthalmol. Vis. Sci.*, – 1997. Oct; 38(11), – p. 2290-9.
40. Rabinowitz, Y.S. Videokeratographic indices to aid in screening for keratoconus // *SLACK Incorporated Thorofare*, – NJ: – 1995. – p. 371-406. <https://doi.org/10.3928/1081-597X-19950901-14>
41. Mirzajani, A. Evaluation of corneal higher order aberrations in normal topographic patterns / A.Mirzajani, S.Aghataheri, M.Ghoreishi [et al.] // *Journal of Current Ophthalmology*, – 2016. 28(2), – p. 75-80. <https://doi.org/10.1016/j.joco.2016.03.001>
42. Kaşıkci, M. Corneal Aberrations in Keratoconus: A Pentacam Scheimpflug Imaging Study Keratokonus / M.Kaşıkci, Ö.Eroğul, L.E.Eroğul [et al.] // *Journal Of Contemporary Medicine*, – 2021. 11(2), – p. 134-38. <https://doi.org/10.16899/jcm.846006>

43. Chong, Y.J. Clinical Applications of Anterior Segment Optical Coherence Tomography: An Updated Review / Y.J.Chong, M.Azzopardi, G.Hussain [et al.] // *Diagnostics*, – 2024. 14, – p. 122. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14020122>
44. Lu, N.J. New keratoconus grading system based on OCT: threshold adjustment for SS-OCT / N.J.Lu, F.Raiskup, L.E.Pillunat [et al.] // *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, – 2025. 51(6), – p. 511-519. <https://doi.org/10.1097/j.jcrs.0000000000001640>
45. Amsler, M. Kératocône classique et kératocône fruste; arguments unitaires // *Ophthalmologica*, – 1946. 111, – p. 96-101. <https://doi.org/10.1159/000300309>
46. Титаренко, З.Д. О классификации кератоконуса // *Офтальмол. журн.*, – 1982. №3, – с. 169-171.
47. Слонимский, Ю.Б. Кератоконус. Рефракционная микрохирургия и некоторые аспекты реабилитации больных: / Автореф. дис. д-ра мед. наук. / – М., 1994. – 281 с.
48. Krumeich, J.H. Live epikeratophakia for keratoconus / J.H.Krumeich, J.Daniel, A.Knülle // *J. Cataract Refract Surg.*, – 1998. 24(4), – p. 456-63. [https://doi.org/10.1016/S0886-3350\(98\)80284-8](https://doi.org/10.1016/S0886-3350(98)80284-8)
49. Абугова, Т.Д. Клиническая классификация первичного кератоконуса // *Современная оптометрия*, – 2010. 5, – p. 17-20.
50. Belin, M.W. ABCD: A new classification for keratoconus / M.W.Belin, G.Kundu, N.Shetty [et al.] // *Indian J. Ophthalmol.*, – 2020. 68(12), – p. 2831-4. [https://doi.org/10.4103/ijo.IJO\\_2078\\_20](https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_2078_20)
51. Zhang, M. Early Diagnosis of Keratoconus in Chinese Myopic Eyes by Combining Corvis ST with Pentacam / M.Zhang, F.Zhang, Yu.Lia [et al.] // *Current Eye Research*, – 2020. 45(2), – p. 118-23. <https://doi.org/10.1080/02713683.2019.1658787>
52. Alió, J.L. Corneal higher-order aberrations: a method to grade keratoconus / J.L.Alió, M.H.Shabayek // *J. Refract Surg.*, – 2006. 22(6), – p. 539-545. <https://doi.org/10.3928/1081-597X-20060601-05>
53. Alió, J.L. Keratoconus-integrated characterisation considering anterior corneal aberrations, internal astigmatism, and corneal biomechanics / J.L.Alió, D.P.Piñero, A.Alesón [et al.] // *J. Cataract Refract Surg.*, – 2011. 37(3), – p. 552-568. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2010.10.046>
54. Vega-Estrada, A. Outcomes analysis of intracorneal ring segments for the treatment of keratoconus based on visual, refractive and aberrometric impairment / A.Vega-Estrada, J.L.Alió, L.F.Brenner [et al.] // *Am. J. Ophthalmol.*, – 2013. 155(3), – p. 575-584. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2012.08.020>
55. Belin, M.W. Keratoconus: The ABCD Grading System / M.W.Belin, J.K.Duncan // *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.*, – 2016. – p. 2-6. <https://doi.org/10.1055/s-0042-100626>
56. Бикбов, М.М. Эктазии роговицы (патогенез, патоморфология, клиника, диагностика, лечение). Эктазии роговицы.Изд-во / М.М.Бикбов, Г.М.Бикбова // *Офтальмология*, – 2011. – с. 12-3.
57. Piñero, D.P. Corneal volume, pachymetry, and correlation of anterior and posterior corneal shape in subclinical and different stages of clinical keratoconus / D.P.Piñero, J.L.Alió, A.Alesón [et al.] // *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, – 2010. 36(5), – p. 814-825. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2009.11.012>
58. Maharramov, P.M. Evaluation of the effectiveness of combined staged surgical treatment in patient with keratoconus / P.M.Maharramov, F.A.Aghayeva // *PLoS One*, – 2022. Mar; 7. 17(3), – p. 0264030. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264030>
59. Абдулалиева, Ф.И. Отдаленные результаты топографически ориентированной фоторефракционной кератэктомии с последующим кросслинкингом роговицы в лечении кератоконуса / Ф.И.Абдулалиева, У.Ф.Аскеров, Н.Э.Хыдырова // *Azərbaycan Oftalmologiya Jurnalı*, – 2017. 25, – s. 46-51.