



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Médicas

Carrera de Medicina

**PARÁMETROS REFRACTIVOS Y TOPOGRÁFICOS DEL MÓDULO
BELIN/AMBRÓSIO EN PACIENTES CON DEFECTOS REFRACTIVOS DE LA
CLÍNICA LATINO, CUENCA 2017-2021**

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Médico

Modalidad: Proyecto de investigación

Autor:

Javier Santiago Alvarez Guachichulca

C.I.: 0105249445

javiersantiagoalvarezg@gmail.com

Director:

PhD. Eduardo Rojas Alvarez

C.I.: 0151403243

Cuenca-Ecuador

14 - abril - 2022



RESUMEN

Antecedentes: la ectasia es una alteración de la curvatura y el grosor corneal que puede tener repercusiones importantes en la agudeza visual. El queratocono es el tipo de ectasia más frecuente.

Objetivo: describir los parámetros refractivos y topográficos del módulo Belin/Ambrosio en pacientes con defectos refractivos de la Clínica Latino, Cuenca-Ecuador, en el período 2017-2021.

Métodos: se realizó un estudio descriptivo, transversal. Se trabajó con una base de datos conformada por casos anónimos de pacientes con defectos refractivos atendidos en la consulta oftalmológica de la Clínica Latino durante el período enero 2017 – junio 2021. Los datos fueron recolectados mediante un formulario que contiene las variables de estudio. Se empleó Microsoft Excel y SPSS para la recolección y el análisis de los datos mediante frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central.

Resultados: la muestra estuvo conformada por un total de 120 pacientes, 61,7% fueron mujeres y el 38,3% fueron hombres. El 70,8% fueron adultos jóvenes. La media de paquimetría de centro de pupila, ápex y posición de menor paquimetría fue de 521 μm , 520 μm , 513 μm , respectivamente. La media de queratometría más plana, queratometría más curva y queratometría máxima fue de 43,30 D, 46,32 D y 48,01 D, respectivamente.

Conclusiones: la distribución de casos según elevación frontal y elevación posterior mostró valores patológicos en más del 50% de las corneas estudiadas. Según el índice de progresión media se encontró patología en el 18,8% de los casos y según el promedio de desviaciones el 25,4% presentó ectasia corneal en diferentes estadios.

Palabras Clave: Queratocono. Belin/Ambrosio. Ectasia Corneal. Pentacam. Defectos refractivos.



ABSTRACT

Background: Ectasia is an alteration of corneal curvature and thickness that can have important repercussions on visual acuity. Keratoconus is the most common type of ectasia.

Objective: to describe the refractive and topographical parameters of the Belin/Ambrosio module in patients with refractive defects at the Clínica Latino, Cuenca-Ecuador, in the period 2017-2021.

Methods: a descriptive, cross-sectional study was carried out. We worked with a database made up of anonymous cases of patients with refractive defects treated at the ophthalmological consultation of the Latino Clinic during the period January 2017 - June 2021. The data was collected using a form that contains the study variables. Microsoft Excel and SPSS were used for data collection and analysis using frequencies, percentages and measures of central tendency.

Results: the sample consisted of a total of 120 patients, 61.7% were women and 38.3% were men. 70.8% were young adults. The mean pachymetry of the center of the pupil, apex, and position of least pachymetry was 521 μm , 520 μm , and 513 μm , respectively. The mean of flattest keratometry, most curved keratometry and maximum keratometry was 43.30 D, 46.32 D and 48.01 D, respectively.

Conclusions: the distribution of cases according to frontal elevation and posterior elevation showed pathological values in more than 50% of the corneas studied. According to the average progression index, pathology was found in 18.8% of the cases and according to the average deviations, 25.4% presented corneal ectasia in different stages.

Keywords: Keratoconus. Belin/Ambrose. Corneal ectasia. Pentacam. Refractive defects.



INDICE

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
AGRADECIMIENTO.....	8
DEDICATORIA	9
CLAUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	6
DECLARACIÓN DE PROPIEDAD INTELECTUAL.....	7
INDICE	4
CAPITULO I.....	8
1.1 INTRODUCCIÓN	10
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	12
CAPITULO II.....	14
2. FUNDAMENTO TEORICO	14
2.1 Generalidades.....	14
2.2 Cirugía refractiva corneal	14
2.3 Patología corneal	15
2.4 Queratocono	16
2.5 Métodos diagnósticos.....	17
2.6 Pentacam	18
2.7 Mapa Belin/Ambrosio	19
2.8 Mapas de elevación.....	20
2.9 Evaluación paquimétrica	20
2.10 Índice de progresión	21
CAPITULO III	22
3. OBJETIVOS.....	22
3.1 General.....	22
3.2 Específicos	22
CAPITULO IV	23
4. METODOLOGÍA	23
4.1 Diseño del estudio	23



4.2	Área de estudio	23
4.3	Universo y muestra.....	23
4.4	Criterios de inclusión	23
4.5	Criterios de exclusión	23
4.6	Variables de estudio	23
4.7	Operacionalización de variables	24
4.8	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información	24
4.9	Autorización.....	24
4.10	Capacitación	25
4.11	Supervisión.....	25
4.12	Plan de tabulación y análisis	25
4.13	Consideraciones bioéticas	25
CAPITULO V		26
5.	RESULTADOS.....	26
CAPITULO VI.....		32
6.	DISCUSIÓN	32
CAPITULO VII		36
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
7.1	Conclusiones.....	36
7.2	Recomendaciones	37
CAPITULO VIII		38
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
CAPITULO IX		43
9.	ANEXOS	43



**Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional**

Yo, Javier Santiago Alvarez Guachichulca, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "PARÁMETROS REFRACTIVOS Y TOPOGRÁFICOS DEL MÓDULO BELIN/AMBRÓSIO EN PACIENTES CON DEFECTOS REFRACTIVOS DE LA CLÍNICA LATINO, CUENCA 2017-2021", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 14 de abril de 2022.

Javier Santiago Alvarez Guachichulca

0105249445



Cláusula de Propiedad Intelectual

Javier Santiago Alvarez Guachichulca, autor del trabajo de titulación "PARÁMETROS REFRACTIVOS Y TOPOGRÁFICOS DEL MÓDULO BELIN/AMBRÓSIO EN PACIENTES CON DEFECTOS REFRACTIVOS DE LA CLÍNICA LATINO, CUENCA 2017-2021", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 14 de abril de 2022.

Javier Santiago Alvarez Guachichulca

0105249445



AGRADECIMIENTO

A mis padres, Fernando y Liria, por su apoyo incondicional durante todo este proceso de formación profesional. Al PhD. Eduardo Rojas Alvarez, por brindarme su experiencia científica en cada etapa del proyecto, por su confianza, compromiso y por ser un guía fundamental en la culminación de este trabajo de titulación.

Javier Santiago Alvarez G.



DEDICATORIA

A mi papá, Fernando Alvarez, que me enseñó con su ejemplo que el trabajo honesto, el esfuerzo y la perseverancia son el camino para alcanzar el éxito. Y que antes de ser un gran profesional debo ser un gran ser humano.

Javier Santiago Alvarez G.



CAPITULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, los errores refractivos se encuentran entre las alteraciones tratables de la función visual que se presentan con mayor frecuencia (1,2). Las ametropías tienen una prevalencia bastante elevada en niños y adultos, por lo tanto, son de gran relevancia epidemiológica y socioeconómica (1).

En las últimas décadas, la cirugía refractiva de córnea (CRC) ha sido exitosa en la corrección de errores refractivos, ya que presenta altos niveles de satisfacción como resultado de una excelente agudeza visual no corregida y mínimos defectos residuales (3). Sin embargo, la ectasia corneal (EC) después de la CRC es una complicación temida, que conduce a una protrusión progresiva de la córnea, adelgazamiento y pérdida de la agudeza visual mejor corregida. Por esta razón, este tipo de cirugía no debe realizarse en casos de ectasia corneal preexistente, incluyendo el queratocono (QC) y la degeneración marginal pelúcida.

Mediante la revisión de casos en los que se produjo EC después de CRC, se han identificado cinco factores de riesgo de ectasia: topografía preoperatoria anormal, bajo lecho estromal residual, edad joven, delgado espesor corneal preoperatorio y la alta miopía. La topografía preoperatoria anormal es el factor de riesgo más importante para desarrollar ectasia postquirúrgica, seguido por un bajo lecho estromal residual (4). La investigación de las propiedades biomecánicas de la córnea resultó ser una parte muy relevante del proceso de cribado e identificación de QC y otros trastornos ectásicos, en particular de aquellos casos con enfermedad subclínica. (5).

La topografía es actualmente la evaluación de referencia en la selección y clasificación de QC y las ectasias corneales. Se han desarrollado numerosos índices topográficos para facilitar las evaluaciones corneales con sensibilidad y especificidad variadas. Un ejemplo de ello es el valor de derivación total de ectasia mejorada de Belin/Ambrosio, la ubicación del cono y el índice de magnitud cuya precisión en la detección de QC ha sido verificada. El índice de predictibilidad de QC y el índice Inferior-Superior también han demostrado ser índices valiosos en el estudio de pacientes con EC (6).



1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El QC es un trastorno ectásico con adelgazamiento corneal progresivo y un cuadro clínico de protrusión corneal, astigmatismo irregular progresivo, fibrosis corneal y deterioro visual. Es una contraindicación absoluta para la CRC, por lo tanto, el diagnóstico preoperatorio es muy importante. Además del QC, la ectasia corneal es una característica de varios trastornos, que incluyen: ectasia post-LASIK y degeneración marginal pelúcida (7).

El estudio Coll y cols. realizado en una población colombiana de 91426 pacientes encontró una prevalencia de QC y degeneración marginal pelúcida del 2,84%. La edad promedio al momento del diagnóstico fue de 29.7 ± 12 años. El 42,8% eran mujeres y el 57,2% hombres (8). Además, otros estudios sugieren que el QC subclínico o clínico se encuentra en el 1-6% de los pacientes miopes sometidos a cirugía refractiva (9).

Aunque el diagnóstico de QC en estadios de madurez clínica y su seguimiento no es difícil, el diagnóstico en la etapa subclínica puede representar un desafío (9,10). Se han descrito varios métodos en la literatura para evaluar y documentar la progresión del QC. Los sistemas propuestos recientemente utilizan índices queratométricos complejos para describir la progresión de la enfermedad (11). El mapa de visualización de ectasia mejorada de Belin/Ambrosio (BA) se ha diseñado usando la información del dispositivo Pentacam, que actualmente se considera el dispositivo más sensible para detectar la forma temprana de QC. Se basa en imágenes de Scheimpflug utilizando datos de queratometría máxima, elevación anterior, posterior y espesor tomográfico. Esto proporciona un análisis más completo de la córnea y permite un cribado rápido y eficaz de QC antes de la cirugía refractiva para un mejor pronóstico de posible enfermedad ectásica (12).

Existen pocos estudios sobre la utilidad y eficacia de la pantalla de visualización de ectasia mejorada de BA en poblaciones latinoamericanas (13). Los criterios del mapa BA fueron desarrollados principalmente en una base de datos de pacientes que eran blancos no hispanos (14). Se desconocen las queratometrías medias y máximas, los valores paquimétricos en el punto más delgado de la córnea, los índices de la curvatura posterior corneal, el coeficiente de asfericidad



corneal, los valores de elevación corneal anterior y posterior y los índices de progresión de ectasia corneal, en pacientes de la región. Por lo cual, la interrogante que este estudio busca responder es:

¿Cuáles son los parámetros refractivos y topográficos del módulo Belin/Ambrosio en pacientes con defectos refractivos de la Clínica Latino en el período 2017-2021?

1.3 JUSTIFICACIÓN

El advenimiento de la CRC y la reticulación del colágeno corneal, así como la disponibilidad de mejores sistemas de imágenes, revelaron las limitaciones tanto en el diagnóstico como en el tratamiento de QC basándose únicamente en el análisis del grosor corneal central y la curvatura anterior. La cirugía refractiva requiere la eliminación de tejido corneal, por tanto, se hace indispensable identificar aquellas córneas con alto riesgo de cambio ectásico posquirúrgico y seleccionar de forma óptima a los pacientes que son candidatos a cirugía refractiva (15). Por esta razón, es necesario el estudio de medios alternativos, eficaces y novedosos que ayuden en la caracterización integral de la córnea, de manera que permitan al profesional de la salud realizar diagnósticos en etapas subclínicas de la enfermedad ectásica y brindar tratamientos tempranos y oportunos.

A medida que el QC progresa, la agudeza visual se ve comprometida por la distorsión que genera el cono. Como consecuencia, la enfermedad progresa a una miopía axial magna combinada con un astigmatismo importante, y llega a afectar la calidad de vida de las personas que lo padecen, requiriendo cambios frecuentes de graduación en las lentes (16). En etapas avanzadas del QC, la agudeza visual disminuye considerablemente y no es posible la corrección óptica con cristales, requiriendo tratamiento quirúrgico. Entre las alternativas de tratamiento están: la epiqueratofaquia, epiqueratoplastia, la extracción del cristalino transparente con implante de lente intraocular tórico por facoemulsificación y el implante de lente intraocular fauicotórico en etapas tempranas. Otras técnicas incluyen: el implante de anillos corneales intraestromales y el cross-linking del colágeno corneal, e inclusive, algunos casos graves pueden llegar a requerir trasplante de córnea (17). Por tal motivo,



es fundamental lograr diagnósticos precoces y brindar tratamientos tempranos para enlentecer el progreso de la enfermedad y evitar la necesidad de intervenciones más complejas.

Se conoce que a nivel de la superficie posterior de la córnea es donde aparecen las primeras alteraciones del QC. El advenimiento de nuevos equipos como el Pentacam y su mapa de visualización de ectasia mejorada de BA, permiten realizar un análisis detallado de la cara posterior de la córnea (18). Es así que, este estudio permitirá obtener los valores de las variables del módulo BA aplicadas en la región, los cuales no han sido estudiados con anterioridad, teniendo en cuenta que, los parámetros que se toman como referencia de normalidad, pertenecen a poblaciones de otras regiones. Además, este estudio incluye pacientes de todas las edades, ya que el QC puede debutar desde etapas pediátricas haciendo necesario el estudio de ectasia corneal en este grupo etario.

Por todo lo planteado anteriormente y teniendo en cuenta la escasez de estudios topográficos sobre ectasia corneal en el medio, además de la factibilidad de realizar el estudio, se consideró oportuno realizar este trabajo científico pese a no encontrarse dentro de las líneas de investigación del Ministerio de Salud Pública (MSP) y de la Universidad de Cuenca ya que tiene gran relevancia dentro de la especialidad de oftalmología y podría servir de referencia para estudios similares. Teniendo como principales beneficiarios a los pacientes quienes podrán tener un manejo adecuado de acuerdo a cada caso, y también los profesionales de la salud que podrán hacer uso de la información obtenida. En última instancia, los resultados obtenidos serán publicados en revistas científicas y la base de datos servirá para futuros estudios dentro del área.



CAPITULO II

2. FUNDAMENTO TEORICO

2.1 Generalidades

La córnea es un tejido avascular, translúcido ubicado en el segmento anterior del ojo. Está rodeado y sujeto por el limbo esclerocorneal adyacente y el tejido conectivo de la conjuntiva con sus anexos. Desempeña un papel vital en la visión al proporcionar el componente refractivo principal del sistema visual. Permite el paso de luz al cristalino y la retina, y funciona como una barrera que impide la salida del humor acuoso hacia el exterior (19). Tiene forma ovalada, mide 11-12 mm horizontalmente y 9-11 mm verticalmente; es convexa y esférica. La curvatura anterior es de 7,8 mm y la curvatura posterior es de aproximadamente 6,5 mm. Contribuye con aproximadamente 40 a 44 dioptrías de poder refractivo y representa aproximadamente el 70% de la refracción total. Su índice de refracción es de 1,376 (20). Un índice de refracción alto y una curvatura simétrica son esenciales para un poder refractivo óptimo y un astigmatismo mínimo (21).

La córnea está formada por seis capas anatómicas diferentes. La más anterior es el epitelio corneal que consta de células escamosas, células de las alas y células basales. La segunda capa es la membrana de Bowman, que tiene propiedades regenerativas. El estroma constituye la mayor parte de la córnea y contiene queratocitos y laminillas de colágeno que están densamente distribuidas en el estroma anterior en comparación con el posterior. La capa de Dua tiene un grosor de casi 10-15 μm y permanece fuertemente adherida a las fibras estromales suprayacentes. La membrana de Descemet proporciona una base para las células endoteliales que tienen un papel clave en el mantenimiento de la transparencia corneal (22). Hay un aumento gradual de grosor desde la córnea central hacia la periferia, el grosor de la córnea disminuye con la edad. La rigidez del estroma corneal anterior parece ser particularmente importante para mantener la curvatura corneal. La curvatura anterior resiste los cambios en la hidratación del estroma mucho más que el estroma posterior (20).

2.2 Cirugía refractiva corneal

Debido a que la miopía es irreversible y requiere el uso anteojos permanentes por parte del paciente, muchos adultos se someten a cirugía refractiva, incluida



la CRC y la cirugía refractiva intraocular. Sin embargo, puede producirse una ectasia iatrogénica debido a descompensación biomecánica si un paciente con una córnea en riesgo o un queratocono subclínico se ha sometido a una corrección de la visión con láser (14). Las cirugías oculares refractivas son una de las cirugías oftálmicas más emergentes debido al efecto sobre la reducción de los errores refractivos, aumentando la agudeza visual, mejorando la calidad de la visión e indirectamente mejorando la calidad de vida de los pacientes. Estas cirugías son esencialmente una corrección de la visión con láser ya sea de femtosegundo y/o de excímero. Incluyen la corrección de la miopía, la hipermetropía y el astigmatismo, con la consecuente reducción del uso de anteojos o lentes de contacto (23). Las tecnologías actuales de evaluación corneal, hacen que el proceso sea extremadamente rápido y sencillo. La evaluación de la córnea requiere el uso de varios dispositivos y tecnologías para identificar signos de enfermedad, planificar el tratamiento y monitorear los cambios corneales a través del tiempo (24).

La medición del poder refractivo de la córnea es muy importante para el diseño de la cirugía refractiva y la evaluación de enfermedades del segmento anterior. La queratometría mide la curvatura corneal y determina el poder corneal y el astigmatismo corneal (25,26). Actualmente, los dispositivos de tomografía Scheimpflug, como el Pentacam, la reflectometría óptica de baja coherencia, la interferometría de coherencia parcial y los sistemas de topografía/paquimetría de exploración por hendidura son las técnicas más populares que proporcionan elevaciones de la superficie corneal anterior y posterior, junto con un perfil de espesor detallado (26,27).

Estos avances han mejorado la capacidad de los médicos para seleccionar candidatos quirúrgicos y detectar cambios corneales sutiles en enfermedades como el QC. Sin embargo, dado que la ectasia iatrogénica y el queratocono son complicaciones temidas de la cirugía refractiva, es muy importante evaluar adecuadamente a los pacientes antes del procedimiento quirúrgico (28).

2.3 Patología corneal

Las ectasias se caracterizan por una distorsión progresiva de la curvatura corneal, que se cree que está asociada con una córnea débil. Los postulados de



la patogénesis de esta entidad plantean que la apoptosis de los queratocitos y la regulación anormal de la colagenasa, la proteasa y los inhibidores tisulares de las metaloproteinasas 1 y 3 de la matriz pueden desempeñar un papel en el desarrollo de anomalías estructurales del estroma. Entre estas anomalías se encuentran la organización aberrante del colágeno, la pérdida de las fibrillas de colágeno de anclaje cerca de la capa de Bowman, y adelgazamiento del estroma (29).

Las enfermedades que afectan la curvatura y espesor corneal, pueden agruparse bajo el nombre de queratectasias. Existen tres configuraciones principales:

Ectasia corneal axial (central o paracentral): cuyo modelo es el QC anterior, mientras que el QC posterior es una anomalía congénita rara. También se podrían incluir aquí las ectasias secundarias a cirugía, trauma o inflamación cuando su ubicación es de predominio central.

Ectasia corneal generalizada: su principal modelo es el queratoglobos, pero también quedarían incluidas la megalocórnea, el megaloftalmos anterior, el buftalmos y el estafiloma anterior.

Ectasia corneal periférica: incluye la degeneración marginal pelúcida, llamada también queratotoro, degeneración marginal en surco o senil y la degeneración de Terrien (8).

Durante la progresión de la ectasia, la capa elástica de la córnea se fractura y la composición de las fibras de colágeno y el material entre las fibras de colágeno se desordenan y desequilibran. Las proteínas quinasas y otras enzimas catabólicas en la córnea aumentan y los niveles de inhibidores de proteína quinasa disminuyen, lo que hace que la estructura de reticulación corneal se deteriore y el estroma corneal disminuya. Por tanto, las propiedades biomecánicas de la córnea se vuelven inestables y la resistencia mecánica se debilita (10).

2.4 Queratocono

El QC es la enfermedad ectásica más común, se manifiesta principalmente como un adelgazamiento progresivo y abombamiento en la córnea central o



paracentral, lo que provoca un elevado astigmatismo y cicatrización corneal. Los pacientes con QC son en su mayoría adolescentes, el 90% de los cuales desarrollan QC en ambos ojos. Sin embargo, la enfermedad a menudo se presenta de forma asimétrica (10,30). Los informes epidemiológicos publicados documentan un amplio rango de prevalencia, se han publicado tasas tan bajas como 0,0003% en Rusia y tan altas como 2,3% en India. La prevalencia citada por la mayoría de los estudios es de 54,5 por 100000 habitantes. Además, se ha demostrado que la enfermedad es más prevalente en pacientes que buscan cirugía refractiva, como consecuencia del sesgo de autoselección, debido a su error refractivo (31).

El inicio de la enfermedad suele ocurrir en la segunda década de la vida, aunque algunos casos pueden desarrollarse en la edad adulta temprana. Es una condición progresiva que generalmente se estabiliza hacia la cuarta década de la vida. Al principio, el paciente suele estar asintomático, pero a medida que avanza la enfermedad, la agudeza visual disminuye y, finalmente, el paciente presenta una distorsión visual con una pérdida significativa de la visión (32).

La evidencia científica ha demostrado que el queratocono es una enfermedad multifactorial que implica una interacción compleja de factores genéticos y ambientales. Frotarse los ojos es un factor comprobado que desencadena la aparición y progresión de la enfermedad, a través de varios efectos, incluida la estimulación de la inflamación. Cada vez hay más evidencia que respalda el hecho de que el adelgazamiento y la ectasia de la córnea están relacionados con una matriz extracelular degradada que implica eventos inflamatorios, principalmente niveles elevados de MMP-9, IL-6 y TNF- α y aumento del estrés oxidativo (31).

2.5 Métodos diagnósticos

El dispositivo más común utilizado en el examen ocular para explorar la córnea y el ojo anterior es la biomicroscopía con lámpara de hendidura; que permite una evaluación ocular anterior profunda. Sin embargo, a veces es obligatorio realizar exámenes adicionales que involucran microscopía especular endotelial, microscopía confocal, biomicroscopía de ultrasonido, topografía o tomografía corneal (disco de Plácido, escaneo de hendidura o tecnologías de imagen de



Scheimpflug) para realizar el diagnóstico final y realizar el seguimiento a los pacientes (24). La topografía corneal se utiliza para analizar las características morfológicas de la córnea. La mayoría de los sistemas topográficos de la córnea se basan en el disco de Plácido que analiza los anillos que se reflejan en la superficie anterior de la córnea. Las imágenes de la superficie corneal posterior son útiles para el diagnóstico de EC. A diferencia de los topógrafos corneales, los tomógrafos generan una recreación tridimensional del segmento anterior y proporcionan información sobre el grosor de la córnea. Las imágenes de Scheimpflug es una de las técnicas más utilizadas para la tomografía de córnea. Las imágenes transversales generadas por una cámara Scheimpflug giratoria se utilizan para localizar las superficies corneales anterior y posterior. Los usos clínicos de la topografía corneal incluyen el diagnóstico de ectasia corneal, la evaluación del astigmatismo corneal y la planificación de la cirugía refractiva (33).

2.6 Pentacam

La tomografía de córnea y las imágenes de Scheimpflug se utilizan con frecuencia para analizar la superficie de la córnea, especialmente en el campo de la catarata y la cirugía refractiva. El sistema Pentacam es uno de los sistemas disponibles comercialmente más utilizados para este propósito. A través de una cámara Scheimpflug giratoria, el sistema crea un mapa tridimensional de la córnea. Es de gran utilidad en la práctica clínica por sus innumerables funciones, incluida la evaluación de cataratas, detección de glaucoma, cálculos avanzados para el poder de lentes intraoculares, guía de queratoplastia lamelar anterior profunda y seguimiento de ojos post-LASIK o queratectomía fotorrefractiva (28).

El sistema de imágenes Pentacam utiliza cámaras giratorias para reconstruir la estructura tridimensional de la córnea a partir de secciones ópticas bidimensionales, que proporcionan imágenes nítidas para un análisis detallado desde la superficie corneal anterior hasta la posterior. Utiliza un led que emite luz azul con una longitud de onda de 475 nm para proporcionar la topografía de la superficie anterior y posterior de la córnea, la paquimetría, el ángulo de la cámara anterior, la profundidad y los datos de volumen, así como el análisis del cristalino. Permite el análisis automático de varios parámetros del segmento anterior y toma 25 imágenes por medición en dos segundos. Captura 100



imágenes de hendidura con una profundidad de deslizamiento de 14,0 mm en 2s girando a lo largo del eje óptico de 0 ° a 360 ° (34).

2.7 Mapa Belin/Ambrosio

En los últimos años, la pantalla de visualización de ectasia mejorada de BA, se ha diseñado basándose en la información del dispositivo Pentacam y tiene un mapa completo para el cribado de los pacientes con QC (13). Esta herramienta de detección utiliza análisis de regresión basado en una gran base de datos normativa de superficies corneales anterior y posterior, así como la progresión de la paquimetría. Un umbral de desviación superior a 2,11 tiene una sensibilidad del 99,59% y una especificidad del 100% para el diagnóstico de QC, mientras que un umbral de desviación superior a 1,22 proporciona una sensibilidad del 93,62% y una especificidad del 94,56% para detectar enfermedades leves y subclínicas. Sin embargo, estos criterios se basaron principalmente en una base de datos de pacientes blancos no hispanos; no existen estudios estandarizados en poblaciones latinas. Por lo tanto, después de obtener datos topográficos o tomográficos de la córnea, el cirujano refractivo debe evaluar las características morfológicas de la córnea basándose en un análisis exhaustivo de la forma y el color combinados con el índice predeterminado del sistema. La detección de córneas irregulares o formas subclínicas de QC sigue siendo un desafío para los oftalmólogos (14).

Los mapas de elevación y los datos paquimétricos se colocan uno al lado del otro en una pantalla completa. Al evaluar estas mediciones desde diferentes perspectivas, aumenta la capacidad de identificar anomalías. Los componentes de elevación y paquimétricos de la pantalla están diseñados para ser complementarios. La combinación de los índices y gráficos paquimétricos y los mapas de elevación mejorados tienen una mayor sensibilidad y especificidad en el cribado de pacientes para la EC. El QC es una enfermedad corneal bilateral caracterizada por adelgazamiento progresivo y protrusión que conduce a un aumento de la curvatura, astigmatismo irregular y miopía progresiva. En aproximadamente el 5% de los casos, existe una asimetría significativa en el sentido de que el ojo menos afectado presenta inicialmente un mapa de curvatura normal (35).



La pantalla ectasia mejorada BA, basada en datos de elevación tomográfica de la cámara giratoria Scheimpflug, proporciona un índice de detección de queratocono completo. Los datos de elevación anterior y posterior se comparan con la esfera de mejor ajuste (EMA) con una zona óptica fija de 8 mm (36). Si bien la EMA es útil tanto cuantitativa como cualitativamente, el médico normalmente asume que la superficie de referencia se aproxima mucho a una córnea normal. En realidad, este no es el caso de las córneas ectásicas en las que la superficie de referencia (normalmente una EMA tomada de la zona central de 8 mm) incorpora todos los datos de la zona especificada, incluida la córnea normal y anormal. En el caso de queratocono o ectasia, el cono tendrá un efecto de inclinación en la EMA minimizando la diferencia de elevación entre el vértice del cono y la EMA (37).

2.8 Mapas de elevación

Los mapas de elevación generalmente se obtienen comparando los datos con alguna superficie de referencia estándar. La razón para ver los datos de elevación en este formato es que los datos de elevación sin procesar reales carecen de suficiente variabilidad de superficie para una inspección cualitativa fácil que permitiría al médico separar las córneas normales de las anormales. En otras palabras, los datos de elevación sin procesar de ojos normales se ven sorprendentemente similares a los datos de elevación sin procesar en ojos anormales (por ejemplo, corneas con cambios ectásicos). Sin embargo, al restar una forma conocida, las diferencias o varianzas se resaltan o exageran (35).

2.9 Evaluación paquimétrica

La parte paquimétrica de la pantalla incluye el mapa de paquimetría (grosor corneal), los gráficos y los índices paquimétricos. Identifica el grosor de la córnea en el ápice, el punto más delgado y la ubicación y distancia del punto más delgado en relación con el ápice. La dirección del punto más delgado se muestra como temporal, nasal, superior e inferior o intermedia. En sólo alrededor del 12% de las córneas normales, la diferencia paquimétrica entre el punto más delgado y el ápice es $> 10 \mu\text{m}$. En ojos con QC, la distancia entre el ápice y el punto más delgado es significativamente mayor ($1,52 \pm 0,58 \text{ mm}$) que los normales ($0,9 \pm 0,23 \text{ mm}$) (35).



2.10 Índice de progresión

El promedio aritmético de espesor en los anillos de 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm y 5 mm de diámetro se representa como el índice de progresión promedio. Esta métrica tiene una diferencia estadísticamente significativa entre lo normal ($0,91 \pm 0,23$ mm) en comparación con el queratocono ($1,81 \pm 1,16$ mm). También se calculan y visualizan los promedios aritméticos de los valores en el hemi-meridiano más delgado (progresión máxima) y más grueso (progresión mínima). Por lo general, el hemi-meridiano más grueso es nasal y superior y el más delgado es temporal e inferior. Las córneas normales suelen tener un índice de progresión medio inferior a 1,2. Sin embargo, existe cierta superposición entre los ojos normales y los queratocónicos. Aproximadamente el 7% de los ojos normales tienen un índice de progresión promedio entre 1,2 y 1,8. Además, el 11% de los casos con queratocono clínico tienen un índice de progresión promedio inferior a 1,2 (35).



CAPITULO III

3. OBJETIVOS

3.1 General

- ❖ Describir los parámetros refractivos y topográficos del módulo Belin/Ambrosio en pacientes con defectos refractivos de la Clínica Latino, Cuenca-Ecuador, período 2017-2021.

3.2 Específicos

- ❖ Distribuir los casos de estudio según edad y sexo.
- ❖ Clasificar los casos de acuerdo al defecto refractivo diagnosticado, grado del mismo y agudeza visual obtenida.
- ❖ Analizar los datos según valores queratométricos, paquimétricos, de elevación frontal y posterior de la córnea.
- ❖ Distribuir los datos recolectados según grado de asfericidad corneal, índice de progresión paquimétrica y desviaciones obtenidas.



CAPITULO IV

4. METODOLOGÍA

4.1 Diseño del estudio

Estudio observacional de tipo descriptivo, transversal.

4.2 Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la consulta oftalmológica de la Clínica Latino, ubicada en la ciudad de Cuenca-Ecuador, provincia del Azuay.

4.3 Universo y muestra

El universo de estudio estuvo conformado por todos los pacientes con defectos refractivos atendidos en la consulta oftalmológica de la Clínica Latino durante el período enero 2017 - junio 2021. La muestra quedó constituida por 120 pacientes que cumplieron los criterios establecidos a continuación.

4.4 Criterios de inclusión

- ❖ Casos de pacientes con diagnóstico de defecto refractivo previo (miopía, hipermetropía, astigmatismo).
- ❖ Casos que cuenten con el módulo de visualización de ectasia mejorada Belin/Ambrosio del Pentacam.
- ❖ Se incluyeron casos de pacientes varones y mujeres de todas las edades.

4.5 Criterios de exclusión

- ❖ Casos que no cuenten con todas las variables de estudio.
- ❖ Casos cuyo informe del Pentacam sea ilegible.

4.6 Variables de estudio

- ❖ Sexo
- ❖ Edad
- ❖ Agudeza visual
 - Con corrección
 - Sin corrección
- ❖ Defecto refractivo
 - Esfera
 - Cilindro
 - Eje
- ❖ Paquimetría (grosor)



- Centro de pupila
- Ápex
- Posición de menor paquimetría
- ❖ Queratometría (curvatura)
 - Queratometría más plana (K1)
 - Queratometría más curva (K2)
 - Queratometría máxima (KMáx)
- ❖ Coeficiente Q (asfericidad)
- ❖ Elevación
 - Anterior
 - Posterior
- ❖ Índice de progresión
 - Mínimo
 - Máximo
 - Media
 - Ambrosio relational thickness (ARTmax)
- ❖ Desviaciones
 - Superficie anterior (Df)
 - Superficie posterior (Db)
 - Progresión paquimétrica (Dp)
 - Punto más delgado (Dt)
 - Desplazamiento del punto más delgado con respecto al ápex (Da)
 - Promedio final (D)

4.7 Operacionalización de variables

Anexo 1.

4.8 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

Los datos topográficos, paquimétricos y queratométricos fueron obtenidos a partir del informe de la tomografía corneal (OCULUS Pentacam). El instrumento utilizado fue el formulario que contiene todas las variables estudiadas, donde se colocó el valor correspondiente de cada una de ellas (Anexo 2). Posteriormente, todos los datos fueron ingresados de forma manual a la base elaborada en Excel.

4.9 Autorización



Se contó con la autorización firmada del Dr. Eduardo Rojas Alvarez para poder trabajar con los casos desarrollados en su consulta privada de la Clínica Latino.

4.10 Capacitación

Para la elaboración de este proyecto de investigación se realizó una revisión bibliográfica extensa acerca del tema por parte del autor, y se contó con la capacitación previa impartida por el Dr. Eduardo Rojas Alvarez, oftalmólogo, Especialista en córnea y cirugía refractiva, PhD en Ciencias Médicas.

4.11 Supervisión

La investigación se realizó bajo la supervisión del Dr. Eduardo Rojas Alvarez como director de proyecto de investigación y docente de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca en la cátedra de oftalmología.

4.12 Plan de tabulación y análisis

La información fue recolectada y almacenada en una base de datos creada con Microsoft Excel, versión 2019. Posteriormente, se procesaron los datos utilizando el programa SPSS, versión 28. Para ello, se usó de estadística descriptiva, incluyendo frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central. Los resultados se encuentran presentados en tablas para su mejor comprensión.

4.13 Consideraciones bioéticas

Todos los datos fueron recolectados de manera indirecta y almacenados de forma anónima. La recolección y manejo de los datos obtenidos estuvieron a cargo del autor y fueron utilizados con estricta confidencialidad protegiendo la integridad de cada paciente.

Adicionalmente, el protocolo de investigación contó con la aprobación del Comité de Bioética en Investigación del Área de la Salud (COBIAS) de la Universidad de Cuenca (Anexo 3). Los datos se utilizaron únicamente con fines investigativos como proyecto de investigación previo a la incorporación y obtención del título médico.

De la misma forma, el autor declara no tener conflictos de interés ni fines de lucro.

**CAPITULO V****5. RESULTADOS**

La muestra estuvo conformada por un total de 120 pacientes, de los cuales el 61,7% (n=74) fueron mujeres y el 38,3% (n=46) fueron hombres. En cuanto a los grupos de edad, el mayor número de casos se concentró en el grupo de adulto joven con un porcentaje del 70,8% (n=85), seguido del grupo de adolescentes, con un 20% (n=24). El grupo con menor número de casos fue el de niños con solo el 1,7% (n=2) (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de casos según sexo y edad

Sexo/Edad	n	%
Femenino	74	61,7
Masculino	46	38,3
Total	120	100,0
Niño	2	1,7
Adolescente	24	20,0
Adulto joven	85	70,8
Adulto	9	7,5
Total	120	100,0

Fuente: Base de datos del autor

Autor: Javier Santiago Alvarez G.

Dentro de los 120 casos de estudio se contaron un total de 240 ojos. En relación a los defectos de refracción corneal, se contaron un total de 233 ojos con defectos refractivos, de los cuales el defecto refractivo que se encontró con mayor frecuencia fue el astigmatismo miópico con un porcentaje del 79% (n=184), seguido del astigmatismo hipermetrópico con el 17,6% (n=41). Únicamente el 0,4% (n=1) presentó hipermetropía simple (Tabla 2).

**Tabla 2.** Distribución de casos según defecto refractivo

Defecto refractivo	n	%
Astigmatismo hipermetrópico	41	17,6
Astigmatismo miópico	184	79
Hipermetropía	1	0,4
Miopía	7	3
Total	233	100

Fuente: Base de datos del autor

Autor: Javier Santiago Alvarez G.

En lo correspondiente a agudeza visual sin corrección, el mayor porcentaje de casos se ubicó dentro del rango de 0,10 a 0,19, con un porcentaje del 31,6% (n=71), seguido del rango de casos con agudeza visual menor a 0,10 con el 26,7% (n=60). Por otro lado, el mayor porcentaje de casos de agudeza visual con corrección lo tuvieron los casos con agudeza mayor a 0,50 con el 85,7% (n=197), mientras que el menor número de casos se ubicó dentro de la categoría de agudeza menor a 0,10 con el 0,9% (n=2) (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de casos según agudeza visual sin corrección y con corrección

Agudeza visual	Sin corrección		Con corrección	
	n	%	n	%
>0,50	24	10,7	197	85,7
0,40 - 0,50	15	6,7	11	4,8
0,30 - 0,39	9	4,0	6	2,6
0,20 - 0,29	46	20,4	11	4,8
0,10 - 0,19	71	31,6	3	1,3
<0,10	60	26,7	2	0,9
Total	225	100,0	230	100,0

Fuente: Base de datos del autor

Autor: Javier Santiago Alvarez G.



Los valores paquimétricos del centro de la pupila, ápex y posición de menor paquimetría tuvieron valores mayores a 500 μm en la mayoría de los casos, con el 74,2% (n=178), 72,5% (n=174) y 69,6% (n=167), respectivamente. La medida media del centro de la pupila fue de 521 μm , con un valor mínimo de 268 μm , mientras que la media de la medida del ápex fue de 520 μm , con un valor mínimo de 219 μm . La media de la posición de menor paquimetría fue de 513 μm , con un valor mínimo de 218 μm (Tabla 4).

Tabla 4. Distribución de casos según paquimetría de centro de pupila, ápex y posición de menor paquimetría

Paquimetría μm	Centro		Ápex		Menor	
	n	%	n	%	n	%
>500	178	74,2	174	72,5	167	69,6
490 - 499	10	4,2	10	4,2	14	5,8
480 - 489	18	7,5	15	6,3	10	4,2
470 - 479	10	4,2	10	4,2	13	5,4
460 - 469	8	3,3	5	2,1	7	2,9
450 - 459	6	2,5	9	3,8	9	3,8
<450	10	4,2	13	5,4	20	8,3
Total	240	100,0	236	98,3	240	100,0
Media	521		520		513	
Mediana	525		527		520	
Mínimo	268		219		218	
Máximo	603		602		597	

Fuente: Base de datos del autor

Autor: Javier Santiago Alvarez G.

Los valores de queratometría más plana tuvieron una media de 43,30 D, con un desvío estándar de 3,28 y un valor máximo de 66,40 D. Por su parte, los valores de queratometría más curva tuvieron una media de 46,32 D, con un desvío estándar de 4,15 y un valor máximo de 75,80 D. Adicionalmente, los valores de



queratometría máxima tuvieron un promedio de 48,01 D, con un desvío estándar de 6,57 y un valor máximo de 94,00 D (Tabla 5).

Tabla 5. Distribución de casos según queratometría más plana (K1), queratometría más curva (K2) y queratometría máxima (Kmax)

Queratometría	K1	K2	Kmax
Media	43,30	46,32	48,01
Mediana	42,55	45,20	45,90
Desv. Estándar	3,28	4,15	6,57
Mínimo	37,90	40,70	41,20
Máximo	66,40	75,80	94,00

Fuente: Base de datos del autor

Autor: Javier Santiago Alvarez G.

Según el coeficiente de asfericidad, el tipo predominante de córnea fue la oblata, presentándose en el 72,5% (n=174) de los casos. Por otro lado, dentro de la población estudiada, no se encontró ningún caso que tenga tipo de córnea esférica (Tabla 6).

Tabla 6. Distribución del tipo de córnea según coeficiente de asfericidad (Q)

Coeficiente Q	n	%
Córnea oblata	174	72,5
Córnea prolata	66	27,5
Cornea esférica	0	0,0
Total	240	100,0

Fuente: Base de datos del autor

Autor: Javier Santiago Alvarez G.

Con respecto a la elevación corneal, el 48,3% (n=116) de casos tuvo valores normales de elevación frontal y el 27,5% (n=66) de casos tuvo valores patológicos. En cuanto a la elevación posterior el 65,4% (n=167) de los casos tuvo valores normales, mientras que el 24,6% (n=59) tuvo valores patológicos (Tabla 7).

**Tabla 7.** Distribución de casos según elevación frontal y elevación posterior

Elevación	Anterior		Posterior	
	n	%	n	%
Normal	116	48,3	157	65,4
Patológico	66	27,5	59	24,6
Sospechoso	58	24,2	24	10,0
Total	240	100,0	240	100,0

Fuente: Base de datos del autor

Autor: Javier Santiago Alvarez G.

De acuerdo al índice de progresión, el mayor porcentaje de casos tanto de progresión mínima como de progresión media tuvo valores dentro del rango normal con el 80,4% (n=193) y el 67,1% (n=161) respectivamente, mientras que el mayor porcentaje de casos correspondientes a progresión máxima tuvo valores sospechosos, con el 60,8% (n=146) (Tabla 8).

Tabla 8. Distribución de casos según índice de progresión mínima, máxima y media

Índice de progresión	Mínima		Máxima		Media	
	n	%	n	%	n	%
Diagnóstico	23	9,6	59	24,6	45	18,8
Normal	193	80,4	35	14,6	161	67,1
Sospechoso	24	10,0	146	60,8	34	14,2
Total	240	100,0	240	100,0	240	100,0

Fuente: Base de datos del autor

Autor: Javier Santiago Alvarez G.

Según la medición ART MAX, los casos con valores correspondientes a mediciones sospechosas o normales tuvieron los porcentajes más altos, con el



38,3% (n=92) y el 37,9% (n=91) respectivamente. Un 23,8% (n=57) de casos tuvo valores diagnósticos de ectasia corneal (Tabla 9).

Tabla 9. Distribución de casos según Ambrosio relational thickness (ART MAX)

Art max	n	%
Diagnóstico	57	23,8
Normal	91	37,9
Sospechoso	92	38,3
Total	240	100,0

Fuente: Base de datos del autor

Autor: Javier Santiago Alvarez G.

Con respecto a las desviaciones de los parámetros refractivos y topográficos del módulo Belin/Ambrosio, el mayor porcentaje de casos para todas las desviaciones tuvo valores dentro de la normalidad. No obstante, en el promedio final, el 25,4% (n=61) de todos los casos tuvo valores diagnósticos de ectasia corneal y el 27,55 (n=66) tuvo valores sospechosos (Tabla 10).

Tabla 10. Distribución de casos según desviaciones de superficie anterior (Df), superficie posterior (Db), progresión paquimétrica (Dp), punto más delgado (Dt), desplazamiento del punto más delgado con respecto al ápex (Da) y promedio final (D)

Desviaciones	Df		Db		Dp		Dt		Da		D	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Diagnóstico	59	24,6	53	22,1	61	25,4	31	12,9	42	17,5	61	25,4
Normal	153	63,8	179	74,6	138	57,5	182	75,8	173	72,1	113	47,1
Sospechoso	28	11,7	8	3,3	41	17,1	27	11,3	25	10,4	66	27,5
Total	240	100,0	240	100,0	240	100,0	240	100,0	240	100,0	240	100,0

Fuente: Base de datos del autor

Autor: Javier Santiago Alvarez G.



CAPITULO VI

6. DISCUSIÓN

El QC es una enfermedad corneal degenerativa y progresiva, es la enfermedad ectásica corneal más común (13). Actualmente, la tomografía corneal permite identificar ojos con queratocono en las primeras etapas, lo cual es muy importante en la selección de candidatos para cirugía refractiva. Además, la tomografía corneal cumple un rol importante en el monitoreo de la progresión del QC (38).

En este estudio se trabajó con una población total de 120 casos, de los cuales se tomaron en cuenta 240 ojos para el análisis. La población de estudio estuvo compuesta en su mayoría por mujeres y el grupo etario con mayor número de casos fue el de adultos jóvenes. Estos datos evidencian que la población femenina de 20 a 39 años es la que asistió con mayor frecuencia a la consulta oftalmológica durante el período de estudio, datos que concuerdan con otros estudios similares en los que se analizaron defectos corneales cuya población de estudio fue mayoritariamente femenina (39). No obstante, estos datos también contrastan con algunos estudios en los que se encontró que la población masculina fue atendida con mayor frecuencia en la consulta externa de oftalmología (40).

En lo correspondiente a defectos refractivos, el astigmatismo miópico fue el tipo de defecto encontrado con mayor frecuencia en este estudio, seguido del astigmatismo hipermetrópico. La literatura internacional plantea que hasta el 90% de la población en general puede llegar a presentar astigmatismo, no obstante, la mayoría no presentan manifestaciones clínicas de importancia. Además, por razones de autoselección, los defectos refractivos, entre ellos, el astigmatismo, tienen una incidencia mucho más alta entre los pacientes que acuden a la consulta oftalmológica (41).



Los resultados de las mediciones paquimétricas del centro de la pupila, ápex y menor paquimetría tuvieron valores por encima de 500 μm en la mayoría de los casos. No obstante, un porcentaje considerable de casos presentó valores paquimétricos por debajo de 480 μm , lo cual es sugerente de patología ectásica de la córnea. Además, el resultado de la media de la paquimetría más delgada encontrado en el presente estudio fue de 513 μm , difiriendo con el valor medio informado internacionalmente que es de 536 μm (42). Estas diferencias podrían estar relacionadas al tipo de población estudiada. Se debe tener en cuenta que la mayoría de los estudios de referencia han sido realizados en poblaciones americanas, europeas o asiáticas y existen escasos estudios que hayan analizado el módulo Belin Ambrosio aplicado a poblaciones latinas.

Con respecto a los valores de queratometría, el valor medio de la queratometría más plana encontrado en este estudio fue de 43,30 D. Este valor difiere levemente con el obtenido en la investigación realizada por Hashemi en una población asiática, cuyo valor medio fue de 42,98 D. Así mismo, el valor medio de queratometría más curva encontrado en este estudio fue de 46,32 D, mientras que el encontrado en el estudio de Hashemi fue de 43,98 D (43). Por lo tanto, los valores encontrados demuestran que la curvatura corneal de nuestra población de estudio fue ligeramente mayor en relación a la encontrada en otras poblaciones.

El coeficiente Q describe la tasa de cambio en la curvatura de la córnea desde su centro hasta la periferia, a través de valores de radio corneal. Con esta medición se puede clasificar la morfología corneal en esférica, oblata o prolata. En este estudio, más del 70 % de los casos tuvo valores por encima de 0, lo que significa que la mayor parte de la población de estudio presentó una morfología corneal oblata; sabiendo que este tipo de córnea se asocia a una menor calidad óptica. Los valores obtenidos contrastan con los publicados por Yebra et al., en cuyo estudio el 89,91% de la población presentó valores de asfericidad corneal entre -0,10 y -0,35 correspondientes a una morfología corneal prolata (44). Estas diferencias podrían deberse a que en este estudio se trabajó con una población con defectos refractivos previamente diagnosticados, lo cual explicaría la incidencia mayor de defectos morfológicos de la córnea.



Investigaciones anteriores han indicado una eficacia diagnóstica excelente de las medidas de elevación frontal y posterior para el diagnóstico de queratocono (45). La mayor parte de la población estudiada tuvo valores normales tanto de elevación anterior como de elevación posterior, sin embargo, en aproximadamente una cuarta parte de los casos estudiados se obtuvieron valores patológicos de elevación anterior y posterior. Las investigaciones encontradas en la literatura demuestran que las mediciones de elevación corneal, tanto anterior como posterior, discriminan de manera efectiva el queratocono de las córneas normales. Además, las mediciones de la diferencia de elevación pueden brindar información útil para mejorar la precisión del diagnóstico del queratocono, especialmente en la etapa temprana de la enfermedad (45).

En relación a los índices de progresión paquimétrica, estos reflejan los cambios en el grosor corneal con respecto a la población en general. Se encontró que la progresión media en la mayoría de los casos estudiados presentó valores correspondientes con la normalidad, encontrándose patología en la progresión en aproximadamente una quinta parte de los casos. Otros estudios que evaluaron la progresión de la ectasia corneal, informaron progresión de la enfermedad hasta en el 39,6% de los casos y reportaron que una edad más joven sumado a las propiedades biomecánicas de la córnea pueden ser indicadores importantes de una progresión futura. Además, informaron que los parámetros topográficos de la córnea están estrechamente relacionados a los cambios biomecánicos (46).

En cuanto a la medición ART MAX, los valores obtenidos fueron normales en aproximadamente dos quintas partes del total de casos, y se encontró patología en cerca de un cuarto de todas las córneas estudiadas. En el estudio realizado por Bautista et al., se encontró que un valor de ART MAX ≤ 350 se relaciona con un comportamiento biomecánico corneal significativamente más suave o blando y, por lo tanto, se asocia con un riesgo mayor de presentar ectasia. Además obtuvieron que más del 95% de los ojos cumplían los criterios de susceptibilidad a la ectasia (47).



Finalmente, según el promedio final de desviaciones, se encontró ectasia corneal en aproximadamente una cuarta parte de todas las córneas estudiadas. El estudio realizado por Ambrosio et al., referenció como punto de corte del promedio de desviaciones un valor de 1,00 para la detección de queratocono (48). Por su parte, Huseynli y Abdulaliyeva realizaron un estudio en una población de pacientes caucásicos, y publicaron que el valor D general, elevaciones anterior y posterior y el índice de progresión paquimétrica, tienen una precisión predictiva más alta para diferenciar córneas normales de corneas con ectasia (49). De la misma forma, Rodrigues et al., publicaron que el índice D general mostró tener una estrecha relación con la desviación de la superficie posterior en los casos de queratocono en etapa temprana, mientras que la desviación del punto más delgado mostró una relación reducida (50).



CAPITULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- ❖ De acuerdo con los datos obtenidos, la mayor parte de la población de estudio estuvo conformada por pacientes de sexo femenino que se encontraban en el rango de edad de 20 a 39 años correspondiente a la categoría de adulto joven.
- ❖ El defecto refractivo que se presentó con mayor predominancia fue el astigmatismo miópico. De los casos encontrados, la mayor parte de ellos presentó una agudeza visual corregida superior a 0,50. No obstante, alrededor del 10% de los casos no lograron una agudeza visual adecuada a pesar de la corrección.
- ❖ Según los valores de paquimetría de centro de pupila, ápex y posición de menor paquimetría se obtuvo una media de 521 μm , 520 μm , 513 μm , respectivamente. De igual forma, los valores de queratometría más plana (K1), queratometría más curva (K2) y queratometría máxima (Kmax) tuvieron una media de 43,30 D, 46,32 D y 48,01 D, respectivamente. En la distribución de casos según elevación frontal y elevación posterior se encontraron valores patológicos en más del 50% de las córneas estudiadas.
- ❖ La distribución de casos según asfericidad corneal mostró que más del 70% de los pacientes tuvo una córnea de tipo oblata. Según el índice de progresión media se encontró patología en aproximadamente una quinta parte de los casos y según el promedio de desviaciones (D) la cuarta parte de las córneas analizadas presentó ectasia corneal en diferentes estadios.



7.2 Recomendaciones

- ❖ Se recomienda la realización de investigaciones que analicen las mismas variables planteadas en este estudio aplicadas a diferentes poblaciones en otras clínicas y ciudades del país, para de esta forma poder realizar comparaciones de los resultados a futuro.
- ❖ Realizar estudios analíticos que relacionen las variables obtenidas en esta investigación para determinar las correlaciones que podrían existir entre los distintos índices sociodemográficos, refractivos y de topografía corneal para luego publicar los resultados obtenidos.
- ❖ Se recomienda que los resultados de este estudio sean difundidos en la localidad y sirvan de base científica para futuras investigaciones, profundizando el conocimiento de este tipo de patologías.



CAPITULO VIII

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Schiefer U, Kraus C, Baumbach P, Ungewiß J, Michels R. Refractive errors. *Dtsch Ärztebl Int.* 2016;113(41):693-702.
2. Irving EL, Machan CM, Lam S, Hrynchak PK, Lillakas L. Refractive error magnitude and variability: Relation to age. *J Optom.* 2019;12(1):55-63.
3. Murueta-Goyena A, Cañadas P. Visual outcomes and management after corneal refractive surgery: A review. *J Optom.* 2018;11(2):121-129.
4. Miranda Hernandez I, Barroso Lorenzo R, Ledia Perea H, Ramos Perera Y. Selección del paciente para cirugía refractiva: actualización. *Rev Cuba Oftalmol.* 2015;28(3):10-20.
5. Salomão MQ, Hofling-Lima AL, Gomes Esporcatte LP, Lopes B, Vinciguerra R, Vinciguerra P, et al. The Role of Corneal Biomechanics for the Evaluation of Ectasia Patients. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(6):2113.
6. Masiwa LE, Moodley V. A review of corneal imaging methods for the early diagnosis of pre-clinical Keratoconus. *J Optom.* 2020;13(4):269-275.
7. Sorkin N, Varssano D. Corneal Collagen Crosslinking: A Systematic Review. *Ophthalmologica.* 2014;232(1):10-27.
8. Coll CB, Rodriguez RB, Gonzalez NM. Prevalencia de pacientes con Queratocono en la Clínica Barraquer en Bogotá, Colombia. *Rev Soc Colomb Oftalmol.* 2020;53(1):17-23.
9. Thulasidas M, Teotia P. Evaluation of corneal topography and tomography in fellow eyes of unilateral keratoconus patients for early detection of subclinical keratoconus. *Indian J Ophthalmol.* 2020;68(11):2415.
10. Guo L-L, Tian L, Cao K, Li Y-X, Li N, Yang W-Q, et al. Comparison of the morphological and biomechanical characteristics of keratoconus, forme fruste keratoconus, and normal corneas. *Semin Ophthalmol.* 2021;10(20):1-8.
11. Duncan JK, Belin MW, Borgstrom M. Assessing progression of keratoconus: novel tomographic determinants. *Eye Vis.* 2016;3(1):6.
12. Imbornoni LM, McGhee CNJ, Belin MW. Evolution of Keratoconus: From Diagnosis to Therapeutics. *Klin Monatsblätter Für Augenheilkd.* 2018;235(6):680-688.



13. Bamdad S, Sedaghat MR, Yasemi M, Vahedi A. Sensitivity and Specificity of Belin Ambrosio Enhanced Ectasia Display in Early Diagnosis of Keratoconus. *J Ophthalmol* [Internet]. 9 de diciembre de 2020 [fecha de última consulta: 3 de noviembre de 2021]; Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2020/7625659>
14. Xie Y, Zhao L, Yang X, Wu X, Yang Y, Huang X, et al. Screening Candidates for Refractive Surgery With Corneal Tomographic-Based Deep Learning. *JAMA Ophthalmol*. 2020;138(5):519-526.
15. Belin MW, Ambrósio R. Scheimpflug imaging for keratoconus and ectatic disease. *Indian J Ophthalmol*. 2013;61(8):401.
16. Parra ZP, Oliva SU, Leyva ETE, Pérez ACC, Villalón SM. Caracterización clínica y epidemiológica del queratocono. *Rev Cuba Oftalmol*. 2014;27(4):598-609.
17. Cárdenas KC, Expósito RP, Ribalta YZ, Díaz YD, Alemán NP, Cáceres KV. Características clínico-epidemiológicas del queratocono en la edad pediátrica. *MediCiego*. 2018;24(2):14-23.
18. Díaz Rodríguez ME, López Hernández S, Benítez Meriño M del C, González Peña A, Cuevas Ruiz J, Noriega Martínez JL. Diagnóstico del queratocono subclínico por topografía de elevación. *Rev Cuba Oftalmol*. 2014;27(1):29-37.
19. Gonzalez-Andrades M, Argüeso P, Gipson I. Corneal Regeneration: Therapy and Surgery. *Essentials in Ophthalmology* [Internet]. 2019 [fecha de última consulta: 1 de abril de 2021]. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-01304-2_1
20. Sridhar MS. Anatomy of cornea and ocular surface. *Indian J Ophthalmol*. 2018;66(2):190-194.
21. Müller LJ, Pels E, Vrensen GFJM. The specific architecture of the anterior stroma accounts for maintenance of corneal curvature. *Br J Ophthalmol*. 2001;85(4):437-443.
22. Singh R, Gupta N, Vanathi M, Tandon R. Corneal transplantation in the modern era. *Indian J Med Res*. 2019;150(1):7.
23. Maraghechi G, Ojaghi H, Amani F, Moghadam TZ. Pentacam Indices in Photorefractive Keratectomy Surgery. *J Med Life*. 2020;13(4):523-529.



24. Martin R. Cornea and anterior eye assessment with slit lamp biomicroscopy, specular microscopy, confocal microscopy, and ultrasound biomicroscopy. *Indian J Ophthalmol.* 2018;66(2):195.
25. Hashemi H, Heydarian S, Ali Yekta A, Aghamirsalim M, Ahmadi-Pishkuhi M, Valadkhan M, et al. Agreement between Pentacam and handheld Auto-Refractor/Keratometer for keratometry measurement. *J Optom.* 2019;12(4):232-239.
26. Zhang Q-W, Zhai C-B, Ma D-L. Comparison of corneal curvature parameters obtained from two different instruments—Pentacam and VX120. *Int J Ophthalmol.* 2019;12(8):1311-1316.
27. Roshdy MMS, Sherine Shafik Wahba, Elkitkat RS, Hakim AM, Fikry RR. Effect of Age on Pentacam Keratoconus Indices. *J Ophthalmol.* 2018;1(18):6.
28. Motlagh MN, Moshirfar M, Murri MS, Skanchy DF, Momeni-Moghaddam H, Ronquillo YC, et al. Pentacam® Corneal Tomography for Screening of Refractive Surgery Candidates: A Review of the Literature, Part I. *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol.* 2019;8(3):177-203.
29. Roberts CJ, Dupps WJ. Biomechanics of corneal ectasia and biomechanical treatments. *J Cataract Refract Surg.* 2014;40(6):991-998.
30. Davidson AE, Hayes S, Hardcastle AJ, Tuft SJ. The pathogenesis of keratoconus. *Eye.* 2014;28(2):189-195.
31. Galvis V, Sherwin T, Tello A, Merayo J, Barrera R, Acera A. Keratoconus: an inflammatory disorder? *Eye.* 2015;29(7):843-859.
32. Gordon-Shaag A, Millodot M, Shneor E, Liu Y. The Genetic and Environmental Factors for Keratoconus. *BioMed Res Int.* 2015;2015(1):38.
33. Fan R, Chan TC, Prakash G, Jhanji V. Applications of corneal topography and tomography: a review. *Clin Experiment Ophthalmol.* 2018;46(2):133-146.
34. Krysik K, Dobrowolski D, Stanienda-Sokół K, Wylegala EA, Lyssek-Boron A. Scheimpflug Camera and Swept-Source Optical Coherence Tomography in Pachymetry Evaluation of Diabetic Patients. *J Ophthalmol.* 2019;29(1): 45-57.
35. Belin MW, Khachikian SS, Jr RA, Salomão M. Keratoconus / Ectasia Detection with the Oculus Pentacam: Belin / Ambrósio Enhanced Ectasia Display. *High Lights Ophtalmol.* 2018;35(6):8.
36. Ambrosio R. Enhancing Ectasia Screening. *Catarata Cir Refract.* 2009;1(1):4.



37. Belin MW, Meyer JJ, Duncan JK, Gelman R, Borgstrom M. Assessing Progression of Keratoconus and Cross-linking Efficacy: The Belin ABCD Progression Display. *Int J Keratoconus Ectatic Corneal Dis.* 2017;6(1):1-10.
38. Gokul A, Vellara HR, Patel DV. Advanced anterior segment imaging in keratoconus: a review. *Clin Experiment Ophthalmol.* 2018;46(2):122-132.
39. Milanés Armengol AR, Molina Castellanos K, Alves Tavares IA, Milanés Molina M, Ojeda Leal ÁM, Milanés Armengol AR, et al. Caracterización de pacientes con ametropías. Isla de Fogo, Cabo Verde. 2015-2017. *MediSur.* 2019;17(2):230-240.
40. Pérez Vázquez N, González Pérez NA, Castillo Bermúdez G, Lima León CE, Del Sol Fabregat LA, Pérez Vázquez N, et al. Pacientes con queratocono atendidos en la Consulta de Cirugía refractiva. *Acta Médica Cent.* 2020;14(4):423-431.
41. Wu P-L, Lee C-Y, Cheng H-C, Lin H-Y, Lai L-J, Wu W-C, et al. Correction of Myopic Astigmatism with Topography-Guided Laser In Situ Keratomileusis (TOPOLINK). *Healthcare.* 2020;8(4):477.
42. Feng MT, Kim JT, Ambrósio R, Belin MW, Grewal SPS, Yan W, et al. International Values of Central Pachymetry in Normal Subjects by Rotating Scheimpflug Camera. *Asia-Pac J Ophthalmol Phila Pa.* 2012;1(1):13-18.
43. Hashemi H, Yekta A, Shokrollahzadeh F, Aghamirsalim M, Ostadimoghaddam H, Hashemi A, et al. The Distribution of Keratometry in a Population Based Study. *J Curr Ophthalmol.* 2021;33(1):17-22.
44. Yebra-Pimentel E, González-Méijome JM, Cerviño A, Giráldez MJ, González-Pérez J, Parafita MA. Asfericidad corneal en una población de adultos jóvenes: Implicaciones clínicas. *Arch Soc Esp Oftalmol.* 2004;79(8):385-391.
45. Orucoglu F, Toker E. Comparative Analysis of Anterior Segment Parameters in Normal and Keratoconus Eyes Generated by Scheimpflug Tomography. *J Ophthalmol.* 2015;15(1):92.



46. Erol MA, Atalay E, Özalp O, Divarçı A, Yıldırım N. Superiority of Baseline Biomechanical Properties over Corneal Tomography in Predicting Keratoconus Progression. *Turk J Ophthalmol.* 2021;51(5):257-264.
47. Baptista PM, Marta AA, Marques JH, Abreu AC, Monteiro S, Menéres P, et al. The Role of Corneal Biomechanics in the Assessment of Ectasia Susceptibility Before Laser Vision Correction. *Clin Ophthalmol Auckl NZ.* 2021;15(1):745-758.
48. Ambrósio R, Valbon BF, Faria-Correia F, Ramos I, Luz A. Scheimpflug imaging for laser refractive surgery. *Curr Opin Ophthalmol.* 2013;24(4):310-320.
49. Huseynli S, Abdulaliyeva F. Evaluation of Scheimpflug Tomography Parameters in Subclinical Keratoconus, Clinical Keratoconus and Normal Caucasian Eyes. *Turk J Ophthalmol.* 2018;48(3):99-108.
50. Rodrigues FW, Vilela ABV, Nishi JF, Silva RE da. Comparative analysis of tomographic indices in patients at early stage of keratoconus. *Rev Bras Oftalmol.* 2021;80(3):37-39.



CAPITULO IX

9. ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición	Indicador	Escala
Sexo	Características físicas y biológicas con las que nace el individuo.	Caracteres sexuales primarios.	Femenino Masculino
Edad	Tiempo transcurrido en años desde el nacimiento hasta el momento del estudio.	Años cumplidos.	Niño: 0-9 años Adolescente: 10-19 Adulto joven: 20-39 Adulto: 40-64 Adulto mayor: ≥65
Agudeza visual	Grado de visión que alcanza el paciente con corrección y sin corrección.	Valor obtenido en la prueba con la Cartilla de Snellen.	>0,50 0,40 - 0,50 0,30 - 0,39 0,20 - 0,29 0,10 - 0,19 <0,10
Defecto refractivo	Trastorno de refracción corneal identificado.	Valor obtenido con el autorefractómetro.	Astigmatismo hipermetrópico Astigmatismo miópico Hipermetropía Miopía
Paquimetría	Medición del grosor corneal.	Topografía corneal.	>500 μm 490 – 499 μm 480 – 489 μm 470 – 479 μm 460 – 469 μm 450 – 459 μm <450 μm



Queratometría	Medición de la curvatura corneal.	Topografía corneal.	Queratometría más plana (K1) Queratometría más curva (K2) Queratometría máxima (Kmax)
Coeficiente Q	Índice que describe los cambios en la curvatura corneal del centro hacia la periferia.	Topografía corneal.	Córnea oblata: >0 Córnea prolata: <0 Cornea esférica: =0
Elevación	Medición de la elevación en la cara anterior y posterior de la córnea.	Topografía corneal.	Anterior Normal: <5 μm Sospechoso: 5-7 μm Patológico: >7 μm Posterior: Normal: <12 μm Sospechoso: 12-16 μm Patológico: >16 μm
Índice de progresión	Muestra los cambios en el grosor corneal con respecto a la población general.	Topografía corneal.	Normal: <1,2 μm Sospechoso: 1,2-1,7 μm Diagnóstico: <1,7 μm
Ambrosio relational thickness (ART MAX)	Relación entre el punto más delgado de la córnea y el índice de progresión paquimétrica máximo.	Topografía corneal	Normal: >400 μm Sospechoso: 300-400 μm Diagnóstico: <300 μm
Desviaciones	Medición de las desviaciones de los índices topográficos.	Topografía corneal.	Normal: <1,6 Sospechoso: 1,6-2,6 Diagnóstico: >2,6

**Anexo 2.** Formulario para recolección de información

Variable	Ojo derecho	Ojo izquierdo
Agudeza visual		
• Con corrección		
• Sin corrección		
Defecto refractivo		
• Esfera		
• Cilindro		
• Eje		
Paquimetría (grosor)		
• Centro de pupila		
• Ápex		
• Posición de menor paquimetría		
Queratometría (curvatura)		
• Queratometría más plana (K1)		
• Queratometría más curva (K2)		
• Queratometría máxima (KMáx)		
Eje		
Coefficiente Q (asfericidad)		
Índice de calidad (QS)		
Elevación frontal		
Elevación posterior		
Índice de progresión		
• Mínimo		
• Máximo		
• Media		
• Ambrosio relational thickness (ARTmax)		
Desviaciones		
• Superficie anterior (Df)		
• Superficie posterior (Db)		
• Progresión paquimétrica (Dp)		
• Punto más delgado (Dt)		
• Desplazamiento del punto más delgado con		
• Promedio final (D)		



Anexo 3. Aprobación del COBIAS



UCuenca / COBIAS

UNIVERSIDAD DE CUENCA
COMITÉ DE BIOÉTICA EN INVESTIGACIÓN DEL ÁREA DE LA SALUD

Oficio Nro. UC-COBIAS-2021-379
Cuenca, 27 de julio de 2021

Señor
Javier Álvarez Guachiculca
Investigador Principal
Presente

De mi consideración:

El Comité de Bioética en Investigación del Área de la Salud de la Universidad de Cuenca, le informa que su protocolo de investigación con código **2021-132EO-M**, titulado "Parámetros refractivos y topográficos del módulo Belin/Ambrosio en pacientes con defectos refractivos. Clínica Latino, Cuenca 2017-2021", ha sido **APROBADO**, en la sesión ordinaria Nro.160 con fecha 26 de julio de 2021.

El protocolo se aprueba, en razón de que cumple con los siguientes parámetros:

- Los objetivos planteados en el protocolo son de significancia científica con una justificación y referencias.
- Los datos serán manejados considerando los principios de beneficencia, equidad, justicia y respeto a los demás.
- En el proyecto se definen medidas para proteger la privacidad y confidencialidad de la información del estudio en sus procesos de manejo y almacenamiento de datos.
- En el protocolo se detallan las responsabilidades del investigador.
- El investigador principal del proyecto ha dado respuesta a todas las dudas y realizado todas las modificaciones que este Comité ha solicitado.

Los documentos que se revisaron y que sustentan este informe incluyen:

- Anexo 1. Solicitud de aprobación.
- Anexo 2. Protocolo.
- Anexo 3. Declaración de confidencialidad.
- Oficio de la comisión de titulación

Esta aprobación tiene una duración de un año (365 días) transcurrido el cual, se deberá solicitar una extensión si fuere necesario. En toda correspondencia con el Comité de Bioética favor referirse al siguiente código de aprobación **2021-132EO-M**.

Los miembros del Comité estarán dispuestos durante el desarrollo del estudio a responder cualquier inquietud que pudiere surgir tanto de los participantes como de los investigadores.



UNIVERSIDAD DE CUENCA
COMITÉ DE BIOÉTICA EN INVESTIGACIÓN DEL ÁREA DE LA SALUD

Es necesario que se tome en cuenta los siguientes aspectos:

1. El Comité no se responsabiliza por cualquiera de los posibles eventos por el manejo inadecuado de la información, lo cual es de entera responsabilidad del investigador principal; sin embargo, es requisito informar a este Comité sobre cualquier novedad, dentro de las siguientes 24 horas.
2. El Comité de Bioética ha otorgado la presente aprobación con base en la información entregada y el solicitante asume la veracidad, corrección y autoría de los documentos entregados.
3. De igual forma, el solicitante es responsable de la ejecución correcta y ética de la investigación, respetando los documentos y condiciones aprobadas por el Comité, así como la legislación vigente aplicable y los estándares nacionales e internacionales en la materia.

Se le recuerda que debe informar al COBIAS-UCuenca, el inicio del desarrollo de la investigación aprobada, así como cualquier modificación en el protocolo y una vez que concluya con el estudio debe presentar un informe final del resultado a este Comité.

Atentamente,

Digitally signed by

VICENTE MANUEL SOLANO PAUCAY

EC
2021/07/28 09:47

Dr. Vicente Solano Paucay
Presidente del COBIAS-UCuenca

V.S./jgg.