



DOCTORADO EN OPTOMETRÍA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

Estudio comparativo de la morfología de la superficie anterior de la córnea en dos grupos poblacionales ecuatorianos: indígenas y afroecuatorianos en la provincia de Imbabura-Ecuador

TESIS DOCTORAL

Doctoranda: Andrea Elizabeth Villegas Terán

Director: Dr. Antonio López-Alemaný

Departamento de Óptica y de Optometría y Ciencias de la Visión

Grupo de investigación en Superficie Ocular, Córnea y Lentes de Contacto

“Miguel F. Refojo”

Facultad de Física

Universitat de Valencia

Burjassot, marzo de 2019



DOCTORADO EN OPTOMETRÍA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

Estudio comparativo de la morfología de la superficie anterior de la córnea en dos grupos poblacionales ecuatorianos: indígenas y afroecuatorianos en la provincia de Imbabura-Ecuador

TESIS DOCTORAL

Doctoranda: Andrea Elizabeth Villegas Terán

Director: Dr. Antonio López-Alemaný

Departamento de Óptica y de Optometría y Ciencias de la Visión

Grupo de investigación en Superficie Ocular, Córnea y Lentes de Contacto

“Miguel F. Refojo”

Facultad de Física

Universitat de Valencia

Burjassot, marzo de 2019

Yo, Dr. Antonio López Alemany, Profesor Titular de Universidad del Departamento de Óptica y de Optometría y Ciencias de la Visión de la Facultad de Física de la Universidad de Valencia.

Certifico:

Que Doña Andrea Elizabeth Villegas Terán, ha realizado bajo mi dirección la presente TESIS DOCTORAL titulada **“Estudio comparativo de la morfología de la superficie anterior de la córnea en dos grupos poblacionales ecuatorianos: indígenas y afroecuatorianos en la provincia de Imbabura-Ecuador”**, reuniendo las condiciones necesarias para ser defendida y acceder al Grado de Doctor por la Universidad de Valencia dentro del programa de Doctorado en Optometría y Ciencias de la Visión.

Y para que así conste, firmo el presente certificado en Valencia a 30 de marzo de 2019

A mi padre,

*...Has sido siempre mi principal motivación,
Aunque partiste muy temprano en vida
Quiero que sepas que te llevo en mi corazón
Todo el tiempo...*

A mi bebé,

*...Pese que aún no te conozco,
Te amo con toda mi alma
Y aunque esta travesía inicié sin ti
Ahora esto es para ti...*

AGRADECIMIENTOS

Dios, gracias por la vida y por la oportunidad de abrir los caminos para poder cumplir mis sueños, eres el principio y el final.

A mi padre, por darme el mejor legado que es ser una buena persona para el mundo. A mi madre, por tu infinito amor y tu incondicional apoyo en mi vida. Gracias por siempre ser mi eje.

Al Dr. Antonio López Alemany, por creer en mi desde que inicié la maestría en un país completamente ajeno a mí, por ser el apoyo en mis momentos de crisis. Gracias por engrandecer la optometría al otro lado del mundo.

A mis hermanos, gracias por siempre estar pendientes de mí y sentirse orgullosos todo el tiempo de mis logros. Paúl, especialmente a ti, gracias por tomar el papel de mi padre cuando tuvo que partir.

A mis familiares y amigos, gracias por tener las palabras precisas en los momentos necesarios. Por escuchar mis alegrías y tristezas durante este proceso de mi doctorado.

A mis profesores y colegas, gracias por la lucha constante por engrandecer nuestra carrera y permitirme ser

parte de ello. Gracias porque siempre que tuve que tocar una puerta para aprender siempre estuvieron ahí.

Y especialmente a ti, mi compañero de vida, mi amigo y mi esposo... Lo siento mucho por el tiempo que te he quitado con este proyecto. Gracias por ser mi apoyo cuando estuve a punto de desmayar, por enseñarme que todos los días puedo ser alguien mejor... Gracias porque desde el primer momento fuiste tú quien me motivó para que acepte este desafío...

Eternamente agradecida,

FINANCIAMIENTO

Esta investigación ha sido financiada por el Estado Ecuatoriano mediante la Beca SENESCYT (Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación), Convocatoria abierta 2012 segunda fase, durante el gobierno del Señor Presidente Economista Rafael Correa Delgado y fondos propios del investigador.

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

- 02/04/2019. Villegas-Teran A, Lopez-Aleman A. Comparative study of corneal central power, corneal astigmatism (j_0 , j_{45}) and corneal asphericity in two populations groups: Indigenous and Afro-Ecuadorians. The Ocular Surface. Created: 03/26/2019. Submitted 08/04/2019.
- 08-10/08/2019. Villegas-Teran A, Lopez-Aleman A. Estudio comparativo de la morfología de la superficie anterior de la córnea en dos grupos poblacionales ecuatorianos: indígenas y afroecuatorianos en la provincia de Imbabura-Ecuador. Congreso Federación Colombiana de Optometría FEDOPTO. Bogotá – Ecuador. Por presentar.
- 19-20/10/2018. Villegas-Teran A, Lopez-Aleman A. Estudio comparativo de la asfericidad corneal entre dos grupos poblacionales: otavaleños y afroecuatorianos. VII Congreso Nacional, VI Congreso Internacional de Optometría. Manta- Ecuador.
- 14-15/10/2018. Villegas-Teran A, Lopez-Aleman A. Comparison of corneal asymmetry index between two

groups: Indigenous and Afro-Ecuadorians. 48th ECLSO European Contact Lens & Ocular Surface Congress. Mandelieu-La Napoule – France.

- 14-15/10/2018. Villegas-Teran A, Lopez-Aleman A. Comparative study of corneal asphericity between two population groups: Indo-Americans and Afro-ecuatorians. 48th ECLSO European Contact Lens & Ocular Surface Congress. Mandelieu-La Napoule – France.
- 1-2/06/2018. Villegas-Teran A. Lopez-Aleman A. Descriptores multivariantes para diagnóstico de queratocono. Simposio Internacional en innovación de lentes de contacto. Quito – Ecuador.

ABREVIATURAS

- **INEC:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- **UNESCO:** Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- **µm:** micras.
- **mm:** milímetro.
- **DM:** membrana de Descemet.
- **SimK:** queratometría simulada.
- **K1:** meridiano corneal más plano.
- **K2:** meridiano corneal más curvo.
- **Km:** queratometría media.
- **D:** dioptría.
- **SAI:** Índice de asimetría superficial.
- **MinK:** Queratometría mínima.
- **SRI:** Índice de regularidad superficial.
- **I-S:** Índice de asimetría supero-inferior.
- **KPI:** Keratoconus prediction index.
- **DSI:** Índice de sector diferencial.
- **OSI:** Índice de factor opuesto.
- **CSI:** Índice centro periferia.
- **IAI:** Índice de astigmatismo irregular.
- **AA:** Porcentaje de área analizada.
- **AC:** poder cilindro corneal.
- **KCI:** Índice Klyce-Maeda.

- **KSI:** Keratoconus severity index.
- **Q:** asfericidad corneal.
- **e:** excentricidad corneal.
- **J0:** Vector de potencial del astigmatismo corneal (0° y 90°).
- **J45:** Vector de potencia del astigmatismo corneal (45° y 135°).
- **rad:** Radianes.
- **Mdn:** mediana.
- **WTR:** astigmatismo con la regla.
- **ATR:** astigmatismo contra la regla.

ÍNDICES

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. División por regiones de la República del Ecuador	14
Figura 2. Población ecuatoriana por autodenominación según censo 2010	15
Figura 3. Baile tradicional de la Bomba, Valle del Chota. Imbabura Ecuador.....	19
Figura 4. Otavaleños en el mercado de artesanías de la plaza Mayor de Otavalo.	21
Figura 5. Imágenes de la córnea. Zona central, media-periferia y periferia	22
Figura 6. Corte histológico de la córnea.....	23
Figura 7. Sección transversal de la capa de células epiteliales	25
Figura 8. Corte histológico de la membrana de Bowman	27
Figura 9. Microscopía del estroma corneal.	29
Figura 10. Membrana de Descemet.....	30
Figura 11. Mosaico Endotelial Hexagonal.....	31
Figura 12. Capa Dúa	34
Figura 13. Secciones de diferentes tipos de curvas cónicas	37
Figura 14. Zonas anatómicas de la superficie corneal	40
Figura 15. A, Diseño original de Helmholtz. B, Diseño actual del queratómetro de Helmholtz.	43

Figura 16. A, Diseño original de Javal-Schiøtz. B, Diseño actual del queratómetro de Javal-Schiøt ...	44
Figura 17. Disco de Antonio Plácido	45
Figura 18. Mapa sagital y escala absoluta	47
Figura 19. Diagrama Esfera de Referencia	48
Figura 20. A, Topógrafo cono grande. B, Topógrafo cono pequeño	50
Figura 21. A, Orbscan® (Bausch & Lomb, EE.UU.) B, Pentacam® (Oculus GmBh, Alemania) C, Galilei® (Ziemer GmBh, Suiza)	55
Figura 22. Esquema del Principio de Scheimpflug.	56
Figura 23. A, topógrafo Tomey TMS-4N. B, cono pequeño Tomey TMS-4N	79
Figura 24. Poder central corneal (D) en dos grupos poblacionales.	84
Figura 25. Vector de potencia J0 (D) en dos poblaciones.	86
Figura 26. Vector de potencia J45 (D) en dos poblaciones.	87
Figura 27. Asfericidad Corneal (Q) en dos grupos poblacionales.	89
Figura 28. Índice de asimetría superficial en dos grupos poblacionales.	91
Figura 29. Índice de regularidad superficial en dos grupos poblacionales.	92

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Origen de las diversas poblaciones ecuatorianas según el ADN.	16
Tabla 2. Grupos étnicos del Ecuador, lengua e ubicación geográfica.....	17
Tabla 3. Clasificación de las diferentes formas cónicas en función de la asfericidad, excentricidad y factor de forma.	38
Tabla 4. Poder central corneal	83
Tabla 5. Astigmatismo corneal (vector de potencia J0).	85
Tabla 6. Astigmatismo corneal (vector de potencia J45).	86
Tabla 7. Asfericidad corneal (Q).....	88
Tabla 8. Índice de Asimetría Superficial (SAI)	90
Tabla 9. Índice de Regularidad Superficial (SRI) ...	92
Tabla 10. Efectos inter-sujetos poder central corneal, género y grupo poblacional	94
Tabla 11. Efectos inter-sujetos J0, grupos poblacionales y genero.....	95
Tabla 12. Efectos inter-sujetos J45, grupos poblacionales y género.....	96
Tabla 13. Efectos inter-sujetos asfericidad corneal, grupos poblacionales y género	97

Tabla 14. Efectos inter-sujetos SAI, grupos poblacionales y género.....	98
Tabla 15. Efectos inter-sujetos SRI, grupos poblacionales y género.....	99

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICES	1
INDICE DE FIGURAS	3
INDICE DE TABLAS	5
TABLA DE CONTENIDO.....	7
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Aspectos Generales	13
1.2. Estudio Demográfico del Ecuador	14
1.2.1. Afroecuatorianos	18
1.2.2. Indígenas (Otavaleños)	19
1.3. Anatomía e Histología Corneal	21
1.3.1. Epitelio Corneal	23
1.3.2. Membrana de Bowman	27
1.3.3. Estroma.....	28
1.3.4. Membrana de Descemet	29
1.3.5. Endotelio Corneal.....	31
1.3.6. Capa Dúa	33
1.4. Morfología Corneal	34
1.5. Instrumentos para medir la morfología corneal.	40
1.5.1. Queratómetro	42
1.5.2. Queratoscopio y Fotoqueratoscopio	44
1.5.3. Videoqueratoscopio.....	46

1.5.4. Topógrafos de Proyección	52
1.6. Índices y Descriptores Topográficos	
Corneales.....	57
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	65
2.1. Hipótesis	67
2.2. Objetivo general	68
2.3. Objetivos específicos	68
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	71
3.1. Selección de pacientes	73
3.2. Protocolo de exploración de los pacientes	75
3.3. Análisis estadístico de los resultados	79
4. RESULTADOS.....	81
4.1. Con respecto al primer objetivo	83
4.2. Con respecto al segundo objetivo	87
4.3. Con respecto al tercer objetivo	89
4.4. Con respecto al cuarto objetivo	93
5. DISCUSIÓN	101
5.1. Con respecto al primer Objetivo	103
5.2. Con respecto al segundo objetivo	108
5.3. Con respecto al tercer objetivo	110
5.4. Con respecto al cuarto objetivo	112
6. CONCLUSIONES	117
7. RECOMENDACIONES	123
8. BIBLIOGRAFÍA	127

9. ANEXOS	149
ANEXO 1: Consentimiento Informado en español .	151
ANEXO 2: Consentimiento Informado en kichwa ..	153
ANEXO 3: Hoja de información al paciente en español	154
ANEXO 4: Hoja de información al paciente en kichwa	156

1. INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

1.1. Aspectos Generales

La República del Ecuador es un país que se encuentra en el continente de América del Sur. Los límites territoriales hacia el norte son: Colombia, hacia al sur y al este: Perú y al oeste: el océano Pacífico. Ecuador se encuentra formado por una parte continental y otra insular (Archipiélago de las Galápagos). Tiene una extensión territorial de aproximadamente 283,256 kilómetros cuadrados, divididos en 24 provincias; cada provincia, en cantones; y los cantones en parroquias. La capital del Ecuador es Quito. Es el país más poblado de Sudamérica, con algo más de 16 millones de habitantes (1).

Ecuador, es uno de los países que tiene una tasa alta de concentración de ríos por kilómetro cuadrado. Esto desencadena en que sea uno de los lugares con gran diversidad. Recibe su nombre debido a que la línea ecuatorial que divide al globo terráqueo en dos hemisferios atraviesa al país. Sin embargo, el clima del Ecuador pese a encontrarse en la mitad del mundo, es muy variado. El clima se encuentra influenciado debido a la situación geográfica en que se ha dividido al país. El Ecuador básicamente se divide en cuatro regiones. Las

INTRODUCCIÓN

regiones son: costa, sierra, amazónica e insular (2). Cada región presenta fauna, flora y clima muy diferentes entre sí. Las temperaturas pueden oscilar desde los 3° C en la sierra hasta los 35° C en la costa y solo se tienen dos estaciones: la húmeda y la seca; esto es debido a la ubicación geográfica (3) (Figura 1).



Figura 1. División por regiones de la República del Ecuador (2).

1.2. Estudio Demográfico del Ecuador

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en su último censo en el año 2010; caracterizó por autodenominación la población del Ecuador. De tal forma, que la población ecuatoriana

INTRODUCCIÓN

se encuentra constituida por afroecuatorianos, blancos, mestizos, montubios e indígenas (Figura 2)(4).

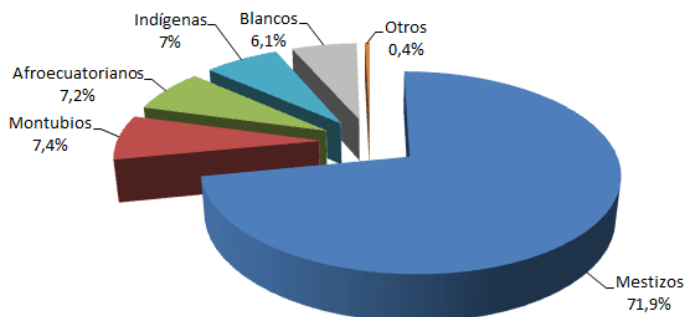


Figura 2. Población ecuatoriana por autodenominación según censo 2010 (1).

Sin embargo, en la investigación realizada por Paz y Miño et al (2016)(5) en la Universidad de las Américas del Ecuador; se planteó la caracterización de la población ecuatoriana en base al análisis del ADN. Esta investigación determina que en el Ecuador existen cuatro grupos poblacionales: amerindios, euro-ecuatorianos, afro-ecuatorianos y mestizos. Todos estos grupos poblacionales tienen sus distintos orígenes que se describen (Tabla 1) a continuación:

INTRODUCCIÓN

Tabla 1. Origen de las diversas poblaciones ecuatorianas según el ADN.

GRUPO POBLACIONAL	ORIGEN
Amerindios	Autóctonos o prehispánicos. Existen hace 15000 años.
Euro-ecuatorianos	Descendientes en su mayoría de españoles por la conquista. Existen hace 500 años.
Afro-ecuatorianos	Descendientes de africanos subsaharianos, sin influencia árabe. Existen hace 500 años.
Mestizos	Mezcla de dos o tres grupos anteriores.

La República del Ecuador además de ser un país multirracial como lo antes descrito, también es un país multiétnico. El Ministerio Coordinador del Desarrollo Social junto con el Consejo de Desarrollo de las Nacionales y pueblos del Ecuador, identifican a los grupos étnicos en 14 nacionalidades; poblaciones que mantienen sus costumbres, dialecto, ubicación geográfica y actividades económicas. Los grupos étnicos se resumen en la tabla 2 (2).

INTRODUCCIÓN

Tabla 2. Grupos étnicos del Ecuador, lengua e ubicación geográfica.

Región	Grupo Étnico	Lengua	Ubicación (provincial)
COSTA	Awá	Awá pit	Carchi, Esmeraldas, Imbabura.
	Chachi	Cha'palaachi	Esmeraldas
	Épera	Sia pedee	Esmeraldas
	Tsáchila	Tsafiki	Santo Domingo de los Tsáchilas
SIERRA	Quichua Andino	Quichua	Todas las provincias andinas, Guayas, Zamora Chinchipe
AMAZONÍA	Achuar	Achuar chicham	Morona Santiago, Pastaza
	Andoa	Andwash	Pastaza
	Cofán	A'ingae	Sucumbios
	Huaorani	Huoterero	Napo, Orellana, Pastaza
	Quichua Amazónico	Quichua	Napo, Orellana, Pastaza, Sucumbios.
	Secoya	Siekopaai	Sucumbios
	Siona	Siekopaai	Sucumbios
	Shiwiar	Shiwiar	Pastaza
	Shúar	Shuar chicham	Morona Santiago, Pastaza, Zamora Chinchipe, Orellana.
	Zapara	Sapara	Pastaza

INTRODUCCIÓN

En base a la presente investigación, es importante describir los grupos poblacionales que han formado parte de este estudio.

1.2.1. Afroecuatorianos

Descendientes de africanos subsaharianos sin influencias arábicas. Los negros africanos llegaron al Ecuador y al sur de Colombia por medio de embarcaciones encalladas llenas de esclavos. Esta población llegó a la provincia de Esmeraldas en donde hicieron su asentamiento apartados de los indígenas y los españoles. Otra inmigración de negros, surgió a través de la esclavitud quienes llegaron con sus amos en el periodo de conquista. De acuerdo al último censo del año 2010, los afroecuatorianos forman el 7.2% de la población ecuatoriana. La mayor parte de afroecuatorianos se encuentran localizados en la provincia de Esmeraldas e Imbabura (6).

Los Afroecuatorianos mantienen sus costumbres y tradiciones, tienen especial influencia en la música. Su música ha sido reconocida por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) como patrimonio inmaterial. La vestimenta recibe

INTRODUCCIÓN

totalmente la influencia africana, con faldones amplios y muy coloridos (Figura 3).



Figura 3. Baile tradicional de la Bomba, Valle del Chota. Imbabura Ecuador(6).

1.2.2. Indígenas (Otavaleños)

Los indígenas como antes han sido descritos, pertenecen a la población conocida como amerindios. Los Otavaleños pertenecen a la nacionalidad de los Quichuas Andinos que se ubican principalmente en la provincia de Imbabura. Los Otavalos se encuentran organizados dentro de 157 comunidades kichua-otavalos. Los Quichuas Andinos es uno de los principales grupos étnicos del

INTRODUCCIÓN

Ecuador y dentro de esta nacionalidad existen otros grupos más que se identifican por compartir rasgos culturales y sociales (7).

Los otavaleños son reconocidos por sus habilidades textiles y comerciales. A nivel mundial han logrado que su arte y cultura sea reconocida. Es un pueblo muy organizado que ha preservado sus tradiciones, idioma y vestimenta a lo largo de los años. El quichua es el idioma oficial de su nacionalidad y como segundo idioma el castellano. Ha sido muy difícil llegar a un consenso del número de indígenas que existen en el Ecuador. Según el censo 2010, por auto identificación llegarían a ser el 7% de la población, pero según otras fuentes externas podrían llegar a ser hasta un 25% de la población (4).

La celebración más destacada son las fiestas del Yamor (bebida realizada con la fermentación de 7 diferentes tipos de maíz). Las tradiciones ancestrales como los baños de purificación, practica de los cultos a base de plantas endémicas de la región y rituales han logrado que este grupo indígena tenga propagación nacional e internacional. La vestimenta es muy elegante y toda elaborada a mano. Son finas prendas de vestir con

INTRODUCCIÓN

un alto grado de simbolismo para cada una de ellas (Figura 4).



Figura 4. Otavaleños en el mercado de artesanías de la plaza Mayor de Otavalo (1).

1.3. Anatomía e Histología Corneal

La córnea es el principal medio refractivo del sistema ocular. Los dos tercios del poder dióptrico del ojo se debe a esta estructura que se caracteriza por ser un tejido avascular y transparente. La córnea es uno de los órganos más inervados del ser humano. Las principales funciones de la córnea consisten en la refracción y transmisión de la luz; así como la protección de las estructuras internas

INTRODUCCIÓN

del ojo (Figura 5). Posee un diámetro vertical medio de 10.6 mm y uno horizontal promedio de 11.7 mm (8).

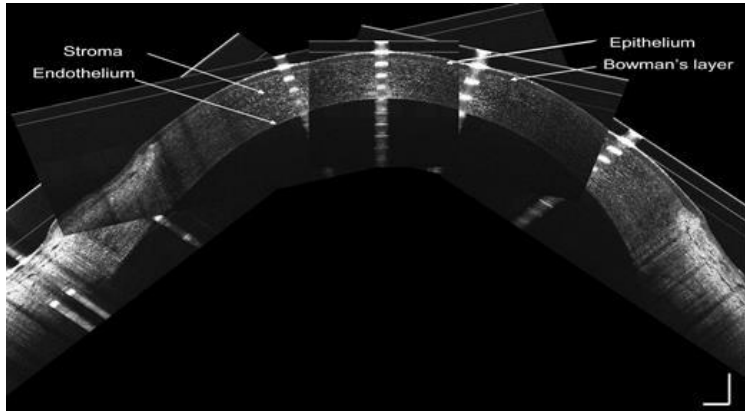


Figura 5. Imágenes de la córnea. Zona central, media-periferia y periferia (9).

La córnea se encuentra formada por cinco capas muy bien definidas y una sexta capa que se encuentra en discusión. Dentro de las cinco capas de la córnea se describen tres de ellas como capas celulares y las dos restantes como interfaces (10); las cuales son:

1. Epitelio.
2. Membrana de Bowman.
3. Estroma.
4. Membrana de Descemet

INTRODUCCIÓN

5. Endotelio

La sexta capa que aún está en controversia, está entre el estroma y la membrana de Descemet. Es una capa muy fina y se le atribuye el nombre de Dúa debido al principal autor del descubrimiento (Figura 6).

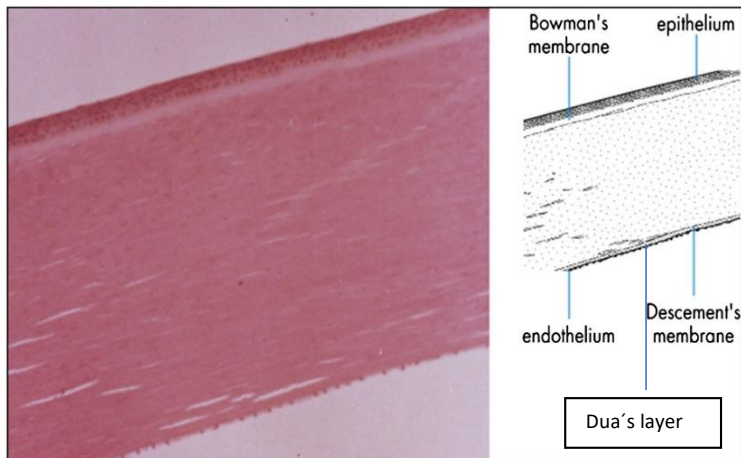


Figura 6. Corte histológico de la córnea (11).

1.3.1. Epitelio Corneal

El epitelio corneal es la capa más externa de la córnea y la que se encuentra en contacto con la lágrima. Tanto la córnea como la película lagrimal al tener un índice de refracción muy similar actúan

INTRODUCCIÓN

como un solo sistema refractivo. Esto facilita para que puedan corregir las micro irregularidades corneales. Es una superficie estratificada, no queratinizada y escamosa.

Se encuentra formado entre 5 a 6 capas en el epitelio central y de 8 a 10 capas en la periferia. Posee un espesor aproximado de $50.6 \pm 3.9 \mu\text{m}$ (12). Las células que forman el epitelio corneal varían desde las capas más superficiales hacia las capas más profundas. Las capas superficiales se encuentran formadas por células escamosas, planas y superpuestas. Las capas más intermedias están conformadas por células aladas y la capa más profunda consta de células basales. Todas las capas trabajan muy bien en conjunto para otorgar las propiedades y funciones del epitelio corneal en base a las uniones que existen entre ellas. Poseen las siguientes uniones:

- **Uniones Estrechadas:** ponen en contacto con células vecinas y no permite el paso de moléculas entre ellas
- **Uniones Adherentes:** conectan haces de actina entre células vecinas
- **Uniones Gap:** permiten el paso de iones y pequeñas moléculas solubles en agua.

INTRODUCCIÓN

- **Desmosomas y Hemidesmosomas:** uniones intercelulares puntiformes que proporcionan estabilidad mecánica al epitelio (8) (Figura 7).

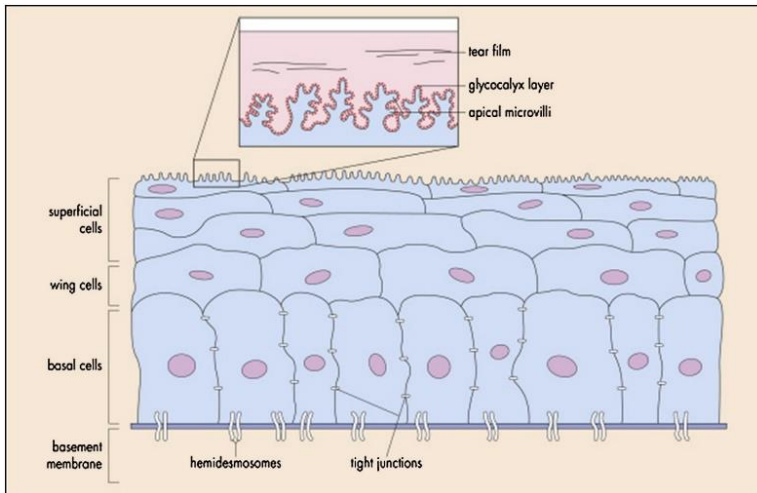


Figura 7. Sección transversal de la capa de células epiteliales (11).

El epitelio corneal cumple diversas funciones en el sistema ocular como son: ópticas, protección, barrera ante los fluidos y los microorganismos, y estabilizador de la lágrima. La función óptica se encuentra definida por la transparencia y el poder refractivo. El epitelio al estar unido por las microvellosidades a la película lagrimal forma parte

INTRODUCCIÓN

de los dos tercios del poder dióptrico del ojo. Además, tiene una importante función al momento de adaptar lentes de contacto, ya que el menisco lagrimal que se genera entre la superficie epitelial corneal y la cara posterior de la lente otorgan el poder refractivo final. Actúa como una barrera defensiva y de protección ante el paso de microorganismos gracias a la impermeabilidad de las capas superficiales, la llamada barrera epitelial. Muy poco son los microorganismos que tienen las características para sobre pasar esta barrera.

Las células superficiales del epitelio corneal tienen un ciclo de vida entre 7 a 10 días. Esto indica que es una capa que se encuentra en continua renovación. El proceso surge a partir de la muerte celular a nivel superficial las cuales son reemplazadas por las células de las capas más profundas. Las células que conducen el reemplazo a su vez son producidas de la mitosis de las células basales, y éstas a su vez se derivan de las células madres de dicho epitelio situadas en la zona del limbo en las llamadas empalizadas de Vogt (13).

INTRODUCCIÓN

1.3.2. Membrana de Bowman

La membrana de Bowman es un tejido acelular que se encuentra adherido al epitelio basal de la córnea. Tiene aproximadamente $16.1 \pm 1.1 \mu\text{m}$ de espesor (8). Es una capa de interfase muy fina que tiene como principal función evitar el estiramiento de la córnea. Posee fibras uniformes de colágeno tipo I con un espesor que están entre 20 a 100 nm de diámetro (14). La membrana de Bowman carece de la capacidad regenerativa y al padecer de algún trauma puede desencadenar en una cicatriz (9) (Figura 8).

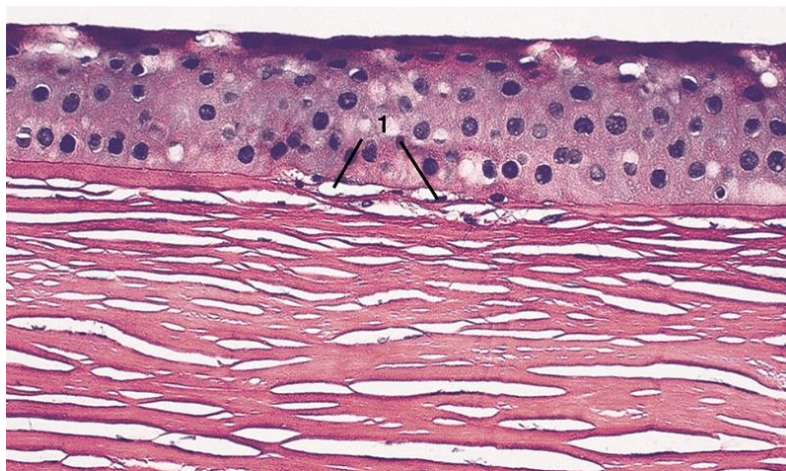


Figura 8. Corte histológico de la membrana de Bowman (9).

INTRODUCCIÓN

1.3.3. Estroma

El estroma es la capa de la córnea que ocupa alrededor del 90% de la estructura corneal. Posee un espesor central de alrededor de 500 μm en el centro y de 700 μm hacia la periferia. Está formado por tres tipos de componentes muy bien diferenciados.

El primer componente se trata de las fibras de colágeno que en su mayoría son de tipo I. Estas fibras tienen la particularidad de estar organizadas en una red de láminas paralelas a la superficie corneal. Están presentes entre 200 y 250 láminas de fibras estromales de colágeno. Esta particularidad otorga la transparencia corneal. Tienen mayor densidad en el tercio anterior que en los dos tercios posteriores donde se disponen paralelas a la superficie corneal. Esto ha permitido que en las cirugías sea más fácil la disección.

El segundo componente está formado por la matriz celular: compuesta de colágeno y proteoglicanos. Son los encargados de mantener uniones entre las fibras de colágeno estromales. La forma es plana por lo que la disposición de las fibras también son paralelas.

INTRODUCCIÓN

Por último, está presente el tercer componente que son los queratocitos. Existen alrededor de 2.4 millones. Actúan dando la estabilidad de las láminas y al momento de la cicatrización después de una cirugía refractiva corneal (Figura 9).

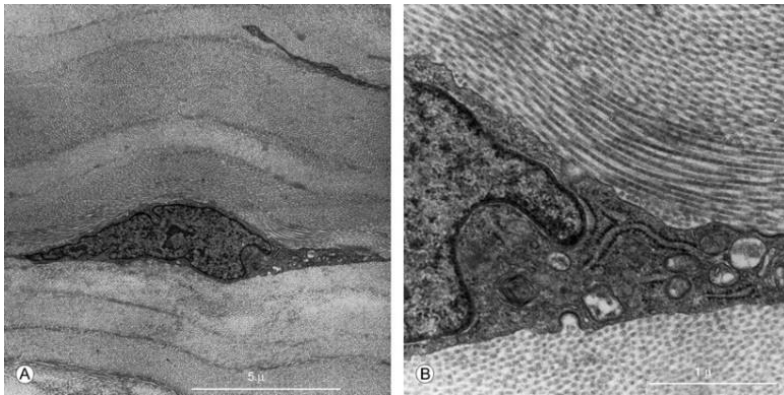


Figura 9. Microscopía del estroma corneal (9).

1.3.4. Membrana de Descemet

La membrana de Descemet es la capa basal del endotelio corneal (Figura 10). Está compuesta en su mayoría por fibrillas de colágeno tipo IV. Tienen un espesor aproximado de 10 μm en la edad adulta (13). Este espesor varía desde el nacimiento partiendo de 3 μm y aumentando,

INTRODUCCIÓN

aproximadamente, durante el desarrollo en $1\mu\text{m}$ por año. La parte secretada antes del nacimiento esta mejor organizada a nivel celular que la secretada después del nacimiento. Esta membrana es considerablemente más resistente a los traumatismos y es más elástica que el estroma. Posee la característica de regenerarse (10).

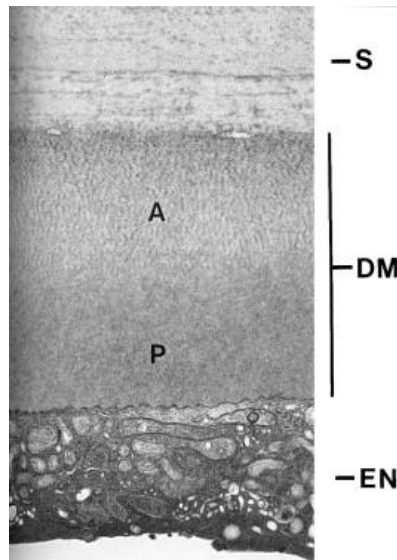


Figura 10. Membrana de Descemet (13).

S: Estroma – DM: Membrana de Descemet – EN: Endotelio

INTRODUCCIÓN

1.3.5. Endotelio Corneal

El endotelio corneal está constituido por una fina capa de células hexagonales y aplanadas (Figura 11). Posee un espesor aproximado de 5 micras. No tiene la capacidad mitótica, por lo tanto, no puede regenerarse. Sin embargo, en la actualidad existen varios estudios que demuestran que en el endotelio se encuentran células madre como en varios tejidos humanos, que pueden ocasionar que exista la reproducción celular en niveles muy bajos.

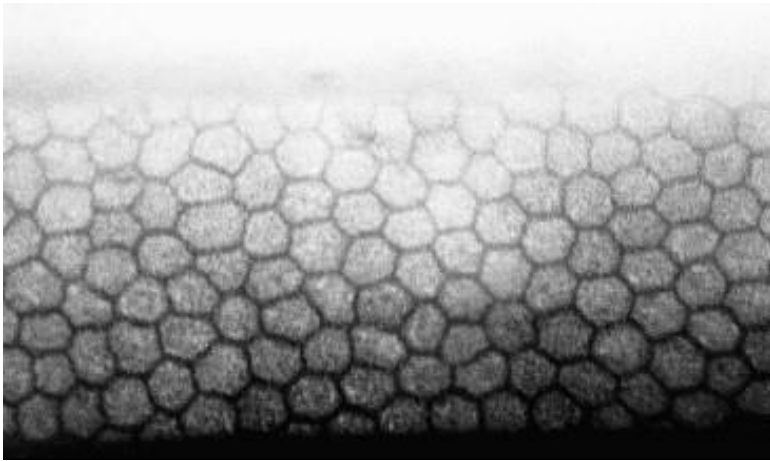


Figura 11. Mosaico Endotelial Hexagonal (9).

INTRODUCCIÓN

Es la capa más interna de la estructura corneal y su función principal es la de regular el fluido que ingresa a la córnea a partir de la cámara anterior por medio del humor acuoso. El bombeo iónico que realiza el endotelio corneal hace posible que exista un adecuado flujo de nutrientes, glucosa y aminoácidos a través de los espacios intercelulares hacia el estroma; y de esta forma preservar la hidratación, grosor y transparencia. La función deficiente del endotelio corneal ocasionaría que exista un inadecuado equilibrio acuoso en el estroma y, por lo tanto, un edema corneal. El promedio necesario para que la bomba activa del endotelio sea capaz de mantener una hidratación óptima en la córnea es de 500 células/mm² (13).

El endotelio corneal es una capa que sufre una descamación celular a lo largo de la vida. Se considera que la tasa de pérdida celular es de 0.6% ±0.5% anual (15). Cuando el endotelio corneal tiene pérdidas celulares, estos espacios son llenados por células vecinas y, por lo tanto, intervienen los factores de polimegatismo (modificación del tamaño) y pleomorfismo (modificación de la forma). En los primeros años de vida la densidad celular promedio es de 4000 células/mm²; hacia la cuarta

INTRODUCCIÓN

década de vida el promedio es de 2700 a 2900 células/mm²; y para un adulto mayor de 75 años la densidad promedio está entre 2400 y 2600 células/mm² (16), estos factores dependientes de la raza de los sujetos (17). Se ha considerado, que un valor promedio entre 700 a 1000 células/mm² son necesarias para mantener la transparencia corneal (18). La hexagonalidad corneal también disminuye a lo largo de los años de un 75% a un 60% de una manera natural (17).

1.3.6. Capa Dúa

En los últimos años, se ha constatado la existencia de una sexta capa acelular de la córnea, que se encuentra entre la capa del estroma y la membrana de Descemet. Es una capa delgada, con un promedio de 15 micras de espesor, pero considerada muy fuerte e impenetrable al aire. Recibe el nombre del principal autor del descubrimiento (19). La existencia de esta capa aún se encuentra en controversia, ya que se ha sugerido que se debe realizar una investigación con un mayor número de córneas y de edades más jóvenes que en el utilizado por el Dr. Dúa. Al confirmarse la existencia de esta capa, daría origen a ciertas

INTRODUCCIÓN

explicaciones a nivel de biomecánica corneal y existiría influencia a nivel quirúrgico (Figura 12).

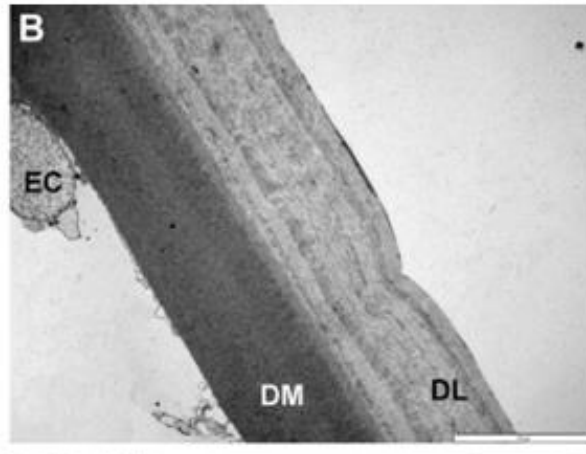


Figura 12. Capa Dúa (19).

DL: capa Dúa; DM: membrana de Descemet

1.4. Morfología Corneal

La córnea ha sido descrita comúnmente como una superficie de dos dimensiones, responsable de los dos tercios del poder refractivo ocular. Sin embargo, en los últimos años debido a la gran demanda de cirugías refractivas se ha visto la necesidad de hacer un análisis más profundo de la morfología corneal. Esto ha dado origen para que se analice partes de la córnea que anteriormente no tenían significación clínica relevante; específicamente la cara posterior de la córnea y el

INTRODUCCIÓN

espesor corneal. Ocasionalmente, que actualmente a la córnea sea caracterizada como una superficie tridimensional. Se ha logrado esta caracterización, en función de las nuevas tecnologías para evaluar la morfología corneal en su totalidad como es a través de los topógrafos corneales de elevación.

El poder dióptrico de la córnea, el más relevante del sistema visual, está en un valor aproximado de 33 a 34 D en el ápex, atribuyendo el 80% de este valor a la cara anterior de la córnea (20). Posee un radio de curvatura anterior de 7.79 ± 0.27 mm y uno posterior de 6.53 ± 0.20 mm (21). Existen otros criterios donde el radio de curvatura anterior para córneas normales es 7.8 mm y posterior de 6.2 a 6.8 mm (8). El espesor central de la córnea es aproximadamente 540 micras (22). Varios estudios han propuesto que los valores de curvatura y espesor en una córnea sana tienden a mantenerse a lo largo de la vida (23).

La córnea ha sido estudiada como una superficie esférica perteneciendo a la forma geométrica de los conoides (20). Existen diferentes tipos de conoides expresados como: esferas, elipses, parábolas e hipérbolas. La córnea normal en un análisis más profundo es descrita como una

INTRODUCCIÓN

elipse prolata, que consiste en una porción más curva en el ápex corneal y que va aplanándose hacia la periferia (24). La superficie corneal conicoide se encuentra descrita en su totalidad por el valor de la asfericidad corneal y el radio de curvatura apical (25, 26).

La geometría de la superficie corneal anterior, como se ha descrito anteriormente se asemeja a un perfil de curva tipo elipse, que se representa por la siguiente ecuación matemática (27, 28):

$$X^2 - Y^2 + (1 + Q)Z^2 - 2ZR = 0$$

Esta ecuación representa el perfil elíptico de la córnea, donde Z es el eje de revolución conoide, R es el radio en el ápex corneal y Q es la asfericidad de la superficie, parámetro que define el tipo de curva cónica a la que representa la función (Figura 13).

INTRODUCCIÓN

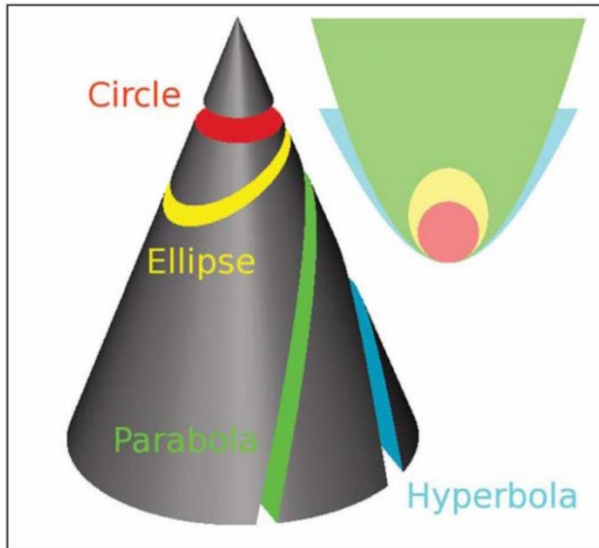


Figura 13. Secciones de diferentes tipos de curvas cónicas (20).

Esto da origen al valor de la asfericidad corneal, que se representa a través de varios descriptores como: excentricidad (e), factor de forma (p o SF) o asfericidad (Q) (Tabla 3). La asfericidad es una característica que determina si la córnea es prolata (sujetos normales), o si es oblata (sujetos que pudieron haber sido sometidos a cirugía refractiva por miopía). El valor de la asfericidad en una población joven oscila entre -0.23 ± 0.08 (29). Varios estudios reportan que la asfericidad corneal varía desde de la niñez hacia la edad adulta, donde se sugiere existe una

INTRODUCCIÓN

disminución de la asfericidad corneal (30); como el reportado por Davis et al, donde se describe que la variación de la asfericidad desde valores de -0.36 a valores menos prolatos de -0.26, considerándose este último valor muy similar al de un adulto (31).

Tabla 3. Clasificación de las diferentes formas cónicas en función de la asfericidad, excentricidad y factor de forma.

Sección Cónica	Excentricidad (e)	Factor de Forma (Shape-Factor) e^2	Asfericidad $Q = - (e^2)$
Esfera	$e=0$	$e^2=0$	$Q=0$
Elipse prolata	$0 < e < 1$	$0 < e^2 < 1$	$-1 < Q < 0$
Elipse oblata	$e < 0$	$e^2 < 0$	$Q > 0$
Parábola	$e = 1$	$e^2 = 1$	$Q = -1$
Hipérbola	$e > 1$	$e^2 > 1$	$Q < -1$

e=excentricidad; SF=factor de forma; Q=asfericidad (20).

INTRODUCCIÓN

La superficie corneal se puede dividir en cuatro zonas geográficas desde el ápex hasta el limbo y éstas son:

- 1. Zona central:** comprende los 3 – 4 mm centrales. Es la zona más esférica y con mayor relevancia visual.
- 2. Zona paracentral o periférica media:** ocupa el anillo desde los 3 mm hasta los 8 mm del centro. En esta área comienza a notarse el aplanamiento hacia a la periferia (elipse prolata).
- 3. Zona Periférica:** se extiende desde los 8 mm hasta los 11 mm del centro y es donde se encuentra el mayor grado de aplanamiento corneal.
- 4. Limbo:** anillo que se localiza a 12 mm del centro, donde la córnea se cierra antes de unirse a la esclera (Figura 14) (32).

INTRODUCCIÓN

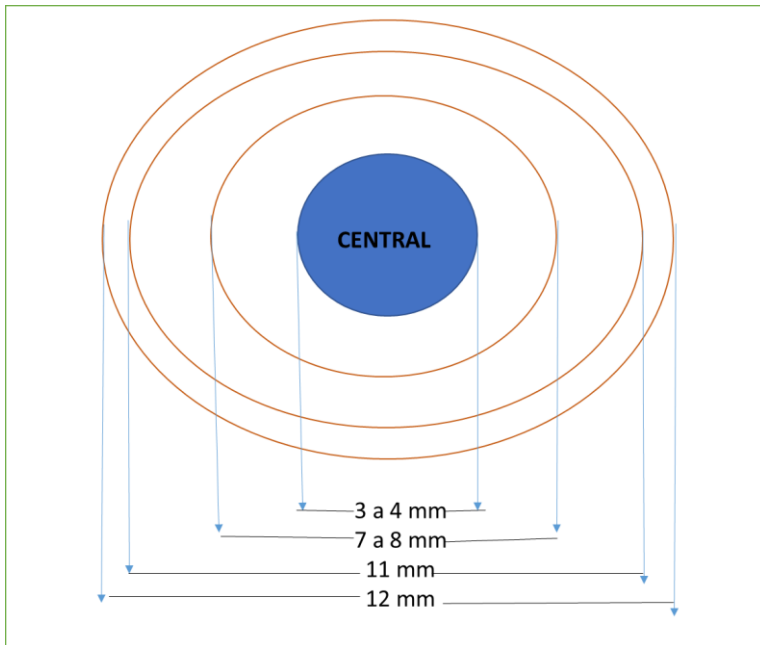


Figura 14. Zonas anatómicas de la superficie corneal (32).

1.5. Instrumentos para medir la morfología corneal

La córnea es el elemento del sistema visual con mayor aporte dióptrico, atribuyéndose los dos tercios del poder total dióptrico del sistema visual. Esto da origen, que cualquier cambio en la forma de la córnea pueda comprometer de forma significativa la claridad visual. La topografía corneal es la ciencia de describir o caracterizar una superficie específica a detalle, en este caso, la superficie corneal.

INTRODUCCIÓN

En 1619, Scheiner realizó las primeras medidas de la forma de la córnea. Se basó en la colocación de varios espejos frente a la superficie corneal hasta encontrar uno que reportaba una imagen del igual tamaño que la córnea. Posteriormente, Cuignet desarrolló el queratoscopio donde reflejaba una imagen con un objetivo iluminado frente al paciente, que resultaba un poco impreciso al momento del examen. A partir de este evento, en 1882 Placido crea una cartilla con un orificio en el centro, por medio del cual podía observar el reflejo de los anillos blancos y negros sobre la córnea del paciente. Actualmente es el sistema base para varios equipos que determinan la topografía corneal.

Conocer la morfología corneal es un aspecto fundamental en la actualidad debido a las diversas aplicaciones y necesidades clínicas que se manifiestan. De este modo, a lo largo de los años se han creado diferentes técnicas y métodos para determinar las características morfológicas de la córnea. Existen varios instrumentos que permiten tener una caracterización morfológica de la superficie corneal como son: queratómetro, queratoscopio y fotoqueratoscopio,

INTRODUCCIÓN

videoqueratoscopio, topógrafo de proyección. Sin embargo, el instrumento Gold estándar continúa siendo el topógrafo corneal, ya sea en sus variantes de reflexión como de proyección que se describirán más adelante.

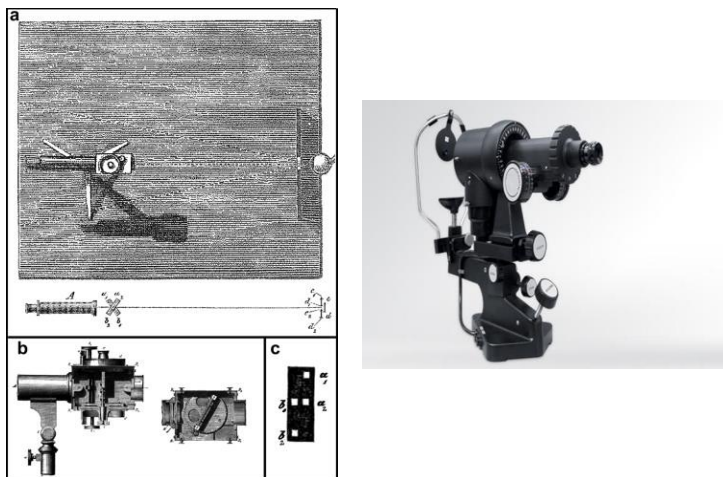
1.5.1. Queratómetro

Es uno de los primeros instrumentos que fueron utilizados para realizar medidas morfométricas de la córnea. La técnica utilizada es la de reflexión, donde se utiliza la cara anterior de la córnea y la lágrima como parte esencial de la medida. El queratómetro, es un instrumento que se encarga de medir el poder corneal en los 3 mm de córnea paracentral (33). Se encarga de medir la curvatura central de la córnea debido a que las miras se reflejan en el anillo de 2.6 a 3.7mm de diámetro, centrado en el ápex corneal. Un par de miras se posiciona en la córnea obteniendo el meridiano más curvo y posteriormente adicionando 90° para obtener el meridiano más plano.

En 1854, Helmholtz diseña el primer queratómetro al que denomino oftalmómetro (Figura 15). La queratometría es una medida altamente precisa y reproducible para superficies esfero-

INTRODUCCIÓN

cilíndricas regulares, pero no considerable para córneas irregulares o patológicas. Las limitaciones con este instrumento son la reducida área analizada y el hecho de asumir que la córnea es una superficie perfectamente esfero-cilíndrica, lo cual se ha demostrado que no es cierto. Además, pierde precisión cuando mide córneas muy curvas o muy planas, sobre todo a partir de las 50 D (34). Otro de los diseños más utilizados a lo largo del tiempo ha sido el de Javal-Schiøt (Figura 16).

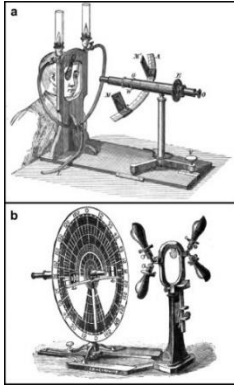


A

B

Figura 15. A, Diseño original de Helmholtz. B, Diseño actual del queratómetro de Helmholtz (33).

INTRODUCCIÓN



A



B

Figura 16. A, Diseño original de Javal-Schiøtz. B, Diseño actual del queratómetro de Javal-Schiøtz (35).

1.5.2. Queratoscopio y Fotoqueratoscopio

El inventor de esta técnica fue Henry Goode en el año de 1847, al examinar un objeto cuadrado reflejado sobre la córnea de un paciente. Posteriormente, se le reconoce el mérito de la creación del primer instrumento óptico a Antonio Plácido en el año de 1880. Este dispositivo consistía en una cartilla formada por seis anillos concéntricos de color blanco y negro con un orificio en el centro por medio del cual se observaba la imagen reflejada

INTRODUCCIÓN

sobre el paciente que se encontraba sentado posterior a la luz (Figura 17).



Figura 17. Disco de Antonio Plácido (36).

Plácido fue el primero en fotografiar las imágenes de los anillos sobre la superficie anterior de la córnea (fotoqueratoscopio) y posteriormente, Gullstrand en 1896 aportó con una valoración cuantitativa del fotoqueratoscopio. Dando origen, a la interpretación de que cuanto más cercanos se encuentren reflejados los anillos, se presume una córnea curva; caso contrario si existe mucha separación entre anillos se considera una córnea plana (37).

INTRODUCCIÓN

1.5.3. Videoqueratoscopio

De acuerdo al desarrollo de la tecnología se logró fusionar la técnica del fotoqueratoscopio de Plácido con un sistema informático, que ha permitido que se puedan procesar las imágenes obtenidas a través de un videoqueratoscopio y se almacenen en un ordenador. Esta técnica pertenece a la categoría de topografía por reflexión. Esta funciona proyectando los discos de Plácido sobre la cara anterior de la córnea, mostrando los datos queratométricos de toda la superficie corneal en una serie de parámetros y mapas que se han definido de forma generalizada para la utilización de todos los topógrafos que manejan esta tecnología.

Los videoqueratoscopios o topógrafos de reflexión tienen diferentes representaciones al momento de describir los datos morfológicos de la córnea de un sujeto. Existen distintos tipos de mapas como son: axial, tangencial, elevación y refractivo, dependiendo de las características del equipo; acompañados de diferentes tipos de escalas como son: absoluta, relativa y ajustable(38). De acuerdo al propósito de la topografía, el examinador decide cual será la mejor combinación para la valoración de su paciente. Sin embargo, de manera

INTRODUCCIÓN

muy general se encuentra establecido que para la comparación de topografías; se debe trabajar con el mapa sagital o axial y la escala absoluta, si se trata de dar un diagnóstico más preciso al paciente, se debe trabajar con el mapa tangencial y la escala relativa (32) (Figura 18).

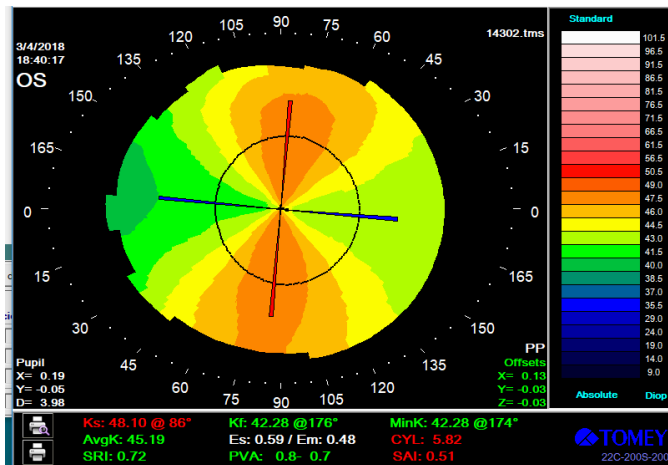


Figura 18. Mapa sagital y escala absoluta (imagen propia).

Wilson y Klyce, desarrollaron una escala de colores para la interpretación de los mapas topográficos y son en base a la comparación con una esfera equivalente.

INTRODUCCIÓN

- **Colores fríos (violetas y azules):** para curvaturas que se encuentran por debajo de la esfera equivalente. Potencias bajas, radios mayores y superficies más planas.
- **Verdes y amarillos:** curvaturas que se encuentran a nivel de la esfera equivalente. Se considera curvaturas medias o normales.
- **Colores cálidos (naranjas y rojos):** curvaturas que encuentran por encima de la esfera de referencia. Potencias altas, radios más cortos y superficies más curvas (39) (Figura 19).

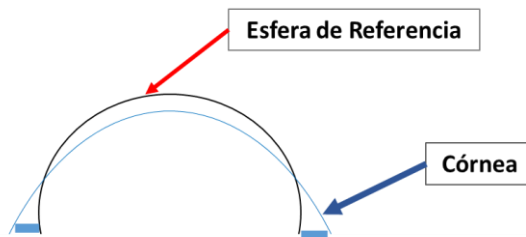


Figura 19. Diagrama Esfera de Referencia (imagen propia).

INTRODUCCIÓN

Existen dos tipos de diseños de topógrafos de reflexión, los de cono grande y cono pequeño. Cada uno de los cuales tienen sus ventajas y desventajas al momento de realizar el examen.

- **Topógrafos de cono grande:**
Analizan una mayor área corneal y requieren de menor iluminación. Son más susceptibles al desenfoque y las tomas realizadas se encuentran influenciadas por las cejas.
- **Topógrafos de cono pequeño:**
poseen un menor riesgo de desenfoque y otorgan mayor comodidad al paciente. Sin embargo, analizan menor área corneal, usan mayor iluminación e influye la sombra de la nariz (Figura 20).

INTRODUCCIÓN

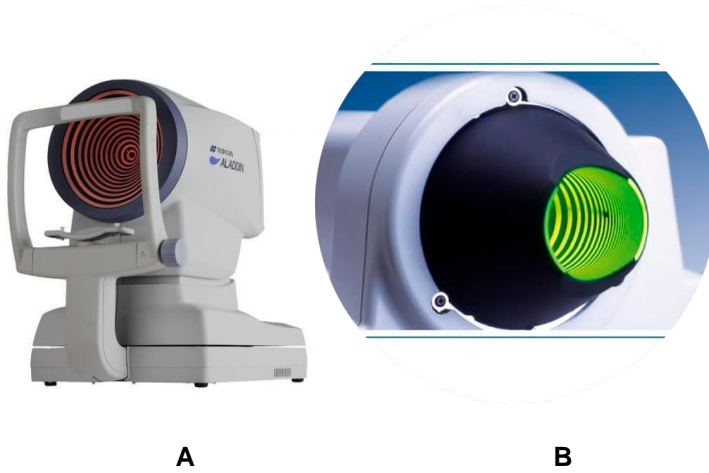


Figura 20. A, Topógrafo como grande. B, Topógrafo como pequeño (40).

A pesar de que actualmente son considerados los dispositivos más utilizados para determinar la topografía corneal en el entorno clínico, los videoqueratoscopios generan errores inherentes que influyen en la medida final de la curvatura corneal. Los errores más comunes son los que se presentan con el enfoque y alineamiento del sistema con el ojo examinado en la práctica clínica; lo que puede ocasionar que existan niveles erróneos de astigmatismos. Además, se puede inducir el error de una mala localización del enfoque de los anillos más centrales, lo que provocara una

INTRODUCCIÓN

pérdida de precisión de medida sobre la periferia de la córnea (41).

En los sistemas de reflexión, como es el caso del videoqueratoscopio, la película lagrimal juega un papel muy importante al momento de realizar el examen. De este modo, el paciente requiere de una buena película lagrimal para que, al momento de hacer la toma, no exista rotura de la misma y esto pueda dar origen a la creación de artefactos; que pueden dar lugar a cometer el error de caracterizar una córnea irregular siendo que no fuese de esta manera.

Con todos estos argumentos, es posible realizar una toma adecuada de la morfología de la cara anterior de la córnea con un videoqueratoscopio siempre y cuando se considere necesario un buen centrado, alineamiento y enfoque por parte del examinador; y por parte del paciente que no tenga una película lagrimal deficiente y mantenga una apertura palpebral correcta durante el examen.

Los videoqueratoscopios tienen una mayor aplicación en el área clínica, en la adaptación de lentes de contacto y en caracterización de la

INTRODUCCIÓN

morfología de la superficie anterior de la córnea; si se trata de la evaluación de un paciente para cirugía refractiva, se debe considerar el estudio de la cara posterior de la córnea y espesor corneal mediante topografía de proyección que se describe a continuación.

1.5.4. Topógrafos de Proyección

En la actualidad, la creciente demanda de cirugías refractivas ha sido el motivo principal para que la topografía corneal sea uno de los aspectos más estudiados y desarrollados hasta el momento. La topografía de proyección basa su principio en considerar a la córnea ya no como un espejo (topografía de reflexión) sino como una pantalla, en donde se proyectarán patrones de luz sobre la córnea para determinar su morfología. Dentro de esta técnica existen algunas opciones que ya no son muy utilizadas como las rastereofotogrametría, la interferometría o la deflectometría de Moiré, y otras que actualmente su uso cada vez es mayor como la tomografía óptica de la córnea.

INTRODUCCIÓN

Rastereofotogrametría

Es una técnica que su principio se basa en la proyección de una red de difracción sobre la superficie de la córnea, y el patrón producido por la red es determinado por la topografía corneal. Para que el patrón sea detectado se instila fluoresceína en la superficie lagrimal y se usa una fuente de luz azul cobalto. A partir de las elevaciones que se obtienen se calcula las curvaturas corneales.

Deflectometría de Moiré

Se basan en dos redes de frecuencia conocida, en la que una de ellas es deformada al proyectarse sobre la córnea e interactúa con otra de referencia; dando origen al patrón de Moiré. La altura de un punto en la córnea es proporcional al número de franjas y frecuencia de la red utilizada (36).

Interferometría

Su principio se basa en grabar el patrón de interferencia creado en la superficie corneal por dos frentes de onda coherentes, haciendo teóricamente

INTRODUCCIÓN

posible una elevada precisión a la medida. Genera aparentemente medidas precisas pero la falta de expansión de esta técnica ha ocasionado que no sea utilizada con frecuencia (42).

Tomografía Óptica de Coherencia

Estos sistemas se basan en la generación de una topografía corneal tridimensional de las superficies anterior y posterior de la córnea. Esta reconstrucción tridimensional por triangulación permite reportar la topografía en función de las alturas sagitales, dando origen no solo a caracterizar la superficie anterior y posterior de la córnea, sino otorga otros parámetros como el espesor corneal (en cualquier punto de la córnea), profundidad de la cámara anterior, y dependiendo del sistema el grado de opacidad del cristalino.

Existen varias presentaciones comerciales donde se combina la técnica de la lámpara de hendidura (proyección de franja horizontal) con un sistema operativo apropiado que permite el aumento de la profundidad de foco y de esta manera el análisis más preciso de las estructuras corneales, como por ejemplo el Orbscan® (Bausch & Lomb,

INTRODUCCIÓN

EE.UU.). Además, se encuentran los instrumentos que combinan la proyección de la franja rotatoria y la cámara de Scheimflug como son el Pentacam® (Oculus GmBh, Alemania), el Sirius® (Costruzioni Strumenti Oftalmici, Italia), el Galilei® (Ziemer GmBh, Suiza) entre otros (43, 44) (Figura 21).



Figura 21. A, Orbiscan® (Bausch & Lomb, EE.UU.)
B, Pentacam® (Oculus GmBh, Alemania) C,
Galilei® (Ziemer GmBh, Suiza) (44).

La cámara de Scheimflug puede ser considerada como una lámpara de hendidura modificada, donde se cumple el principio de Scheimflug que implica que el plano de la imagen y el plano de la lente están inclinados para obtener

INTRODUCCIÓN

una imagen enfocada de la córnea y el cristalino simultáneamente. Esto facilita que el examinador pueda observar las estructuras que se encuentran enfocadas a lo largo del eje; a diferencia de la lámpara de hendidura que permite observar la estructura que está siendo enfocada en ese momento (28, 45, 46) (Figura 22).

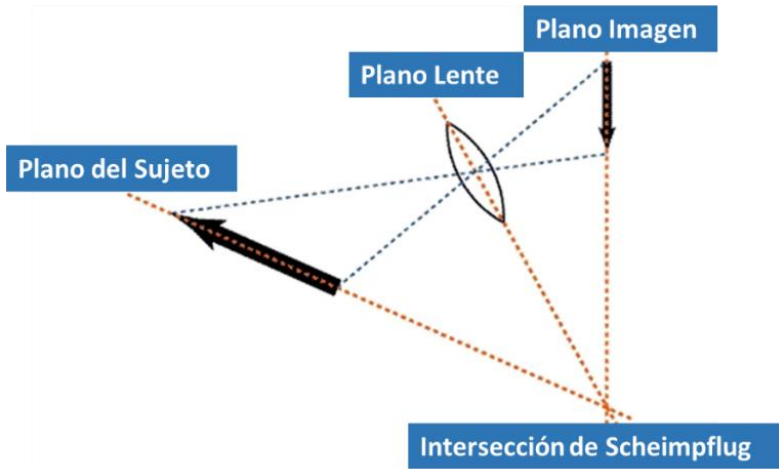


Figura 22. Esquema del Principio de Scheimpflug (28).

La variación en los diferentes equipos básicamente se encuentra en los componentes del sistema, hay dispositivos que usan dos cámaras de

INTRODUCCIÓN

Scheimpflug en lugar de una; o una cámara de Scheimpflug más el disco de Plácido, entre otros. Además, se encuentra también diferenciado el tiempo que tardan en realizar las capturas de la imagen y los puntos analizados en la misma. Es de acuerdo a cada examinador y las necesidades que se tengan en la experiencia clínica para determinar cuál usar, ya que hay varias investigaciones que reportan la fiabilidad de cada una de estas opciones (47-50).

1.6. Índices y Descriptores Topográficos Corneales

Los índices y descriptores corneales son la forma cuantitativa de expresar la morfología de la superficie corneal (51). A lo largo de los años, se ha llegado a un consenso para que sean utilizados de forma general y extensiva. Sin embargo, cada equipo aporta índices ciertas veces con diferentes nombres, pero en cuanto a su función, son similares entre sí.

INTRODUCCIÓN

Sim K (Queratometría Simulada)

La queratometría simulada es la descripción del meridiano más plano y más curvo de la córnea. Se denominan K1 y K2; la diferencia entre estos dos meridianos genera el astigmatismo corneal. Este parámetro se obtiene determinando el promedio del poder corneal desde el anillo 3 al 9. Sin embargo, en el topógrafo Tomey TMS-4N, se genera en la zona paracentral (anillos 6, 7 y 8). El mayor de los ejes se encuentra con el meridiano con más poder y el menor de los ejes con el meridiano de menos poder a 90° de este. El poder central corneal tiene un promedio de 43.50 D (52).

Km (Queratometría Media)

La queratometría promedio es el poder central corneal en los anillos 2, 3 y 4 de la zona central de la córnea. De acuerdo a cada equipo y según los índices que tenga el sistema informático integrado, se puede categorizar a córneas con valores mayores a 47.2 D sospechosos de queratocono y valores mayores a 48.7 D; son asignados como queratocono clínico (52).

INTRODUCCIÓN

SAI (Índice de Asimetría Superficial)

Es el valor promedio de la diferencia entre puntos localizados a 180 grados medidos sobre 128 meridianos equidistantes. El SAI se aproxima a cero en una superficie totalmente simétrica y aumenta cuanto más asimétrica es la forma.

MinK (Queratometría Mínima)

Mide la media de la potencia de la queratometría corneal en los anillos 6, 7, y 8 de la córnea; proporcionando el valor de potencia mínima.

SRI (Índice de Regularidad Superficial)

El índice de regularidad superficial (SRI) es la medida de la regularidad de la superficie de la córnea con respecto al centro en un área de 4.5 mm de diámetro. Para el cálculo, cuantifica las diferencias de gradiente de potencias entre sucesivos pares de anillos en 256 meridianos equidistantes. Es un indicador que tiene buena correlación con el potencial visual del paciente. Se considera que un valor de SRI próximo a cero adecuado para córneas normales, por otra parte,

INTRODUCCIÓN

valores superiores a 0.5 dan origen a córneas con potencial visuales bajos y con tendencia a poseer un astigmatismo irregular (53).

I-S (Índice de asimetría supero-inferior)

El índice de asimetría supero-inferior (I-S) se define como la diferencia de potencia entre cinco puntos del hemisferio inferior y cinco puntos del hemisferio situados a 3 mm del vértice corneal, los cuales se encuentran separados entre sí en intervalos de 30°. Este indicador tiene especial relevancia en estudios recientes realizados donde permite clasificar a las córneas en normales, sospechosas o patológicas (54). Valores descritos entre 1.4 y 1.8 D se han determinado como punto de corte para la sospecha de queratocono y valores superiores a 1.8 D como punto de corte para el queratocono clínico (52, 55). Sin embargo en la reciente publicación de Martínez-Abad ya menciona que valores superiores a 1.4 son diagnóstico de queratocono clínico (54).

INTRODUCCIÓN

Descriptores Multivariante

A lo largo de los años se han creado varios sistemas de detección multivariante de acuerdo al criterio de cada grupo de investigación; a continuación, se describen los que más relevancia presentan:

Índice de Rabinowitz – Mc Donnell: se basa en la detección del queratocono en función del valor I-S, queratometría central (Km) y la diferencia de Km de un ojo con respecto al otro. Uno de los inconvenientes de este descriptor es que no es capaz de cuantificar el astigmatismo irregular muy comúnmente presente en el queratocono. El test modificado solo se basa en el uso de los dos primeros indicadores Km igual o mayor a 47.2 D y I-S mayor a 1.4 D (sensibilidad 96%, especificidad 85%) (52, 56, 57).

Índice KISA%: Detector de queratocono creado por Rabinowitz que permite cuantificar las características morfológicas de la córnea. Se basa en parámetros como Km, I-S, SRAX (astigmatismo irregular grado de ortogonalidad en la toricidad

INTRODUCCIÓN

corneal). La interacción entre todos estos parámetros permite realizar el cálculo del índice KISA (sensibilidad y especificidad igual al 100%) (57).

Índice KPI (Keratoconus Prediction Index): Se basa en ocho índices topográficos que son: SimK (queratometría simulada), SAI (índice de asimetría superficial), DSI (índice de sector diferencial), OSI (índice de factor opuesto), CSI (índice centro periferia), IAI (índice del astigmatismo irregular), AA (porcentaje de área analizada) y AC (poder cilindro corneal). Los valores de KPI mayores a 0.38 se pueden considerar patológicos con una sensibilidad del 86% y una especificidad del 100% (58).

Índice KCI (Índice de Klyce-Maeda): su función es detectar el queratocono y además diferenciar si son ectasias centrales o periféricas. Se basa en un sistema complejo de flujo de tipo de árbol de decisión binaria en donde intervienen parámetros como: DSI, OSI, CSI, SimK2 junto con los índices del KPI (sensibilidad al 89%, especificidad al 99%)

INTRODUCCIÓN

(59). Valores superiores a 0% ya indican cierto patrón de queratocono.

KSI (Keratocono Severity Index): Se basa en la clasificación del grado de severidad del queratocono(52). El topógrafo corneal TMS-4N obtiene este indicador a través de diez índices que proporciona el sistema operativo. Valores normales de KSI son considerados menores a 15%, mientras que valores entre 15% y 30% son sospecha de queratocono y por encima de 30% son considerados valores de queratocono clínicos. Se lo conoce también como red neuronal Klyce-Smolek (58).

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1. Hipótesis

La hipótesis que se formuló para la presente Tesis Doctoral fue:

“La morfología de la superficie corneal anterior analizada por topografía de reflexión en dos poblaciones ecuatorianas (indígena y afro-ecuatoriana) es distinta”.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.2. Objetivo general

Determinar las características morfológicas de la superficie corneal anterior de dos grupos poblacionales en la provincia de Imbabura- Ecuador, obtenidos por medio de un topógrafo corneal de reflexión Tomey TMS– 4N.

2.3. Objetivos específicos

- Comparar el poder y astigmatismo corneal de la superficie corneal anterior entre los dos grupos poblacionales; indígenas y afroecuatorianos.
- Examinar el índice de asfericidad corneal para ambas poblaciones tanto indígenas como afroecuatorianos.
- Contrastar los índices de regularidad corneal (SRI) y de asimetría corneal (SAI) en las dos poblaciones de estudio.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

- Determinar la interacción de las variables independientes género y etnia con las variables dependientes poder corneal, astigmatismo corneal, asfericidad corneal, SAI y SRI.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Selección de pacientes

Se incluyeron dos grupos poblacionales dentro de esta investigación. En primer lugar, se estudió a la población indígena de la provincia de Imbabura, donde se analizaron 100 ojos de 100 sujetos (mujeres 66, hombres 34) y como segundo grupo, a la población afroecuatoriana ubicada en la misma provincia, donde se estudiaron 95 ojos de 95 sujetos (mujeres 46, hombres 49). La selección de la muestra se lo realizó mediante muestreo por conglomerados que es una técnica que se utiliza cuando se evalúa poblacionales grandes y dispersas y donde no es posible determinar un universo muestral. En lugar de sujetos se seleccionan conglomerados, que están agrupados en forma natural, para esta investigación en base a la geografía (Provincia de Imbabura) y por el grupo poblacional al que pertenecen (indígenas y afroecuatorianos). Dentro de cada grupo poblacional se seleccionó un subgrupo que corresponde a cantones. A partir de este grupo seleccionado (cantones), se seleccionó un subgrupo (parroquias). A partir del subgrupo seleccionado (parroquias) se seleccionó un subgrupo (barrios). A partir del subgrupo seleccionado (barrios) fueron sometidos al estudio de morfología corneal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para los dos grupos poblacionales como criterio de inclusión se consideró un rango de edad comprendido entre los 20 y 45 años, que pertenezcan a alguna de estas comunidades permanentemente. Los criterios de exclusión fueron la existencia de alguna patología ocular o corneal. Además, que no exista algún tipo de procedimiento quirúrgico a nivel ocular.

El grupo poblacional indígena fue seleccionado en el cantón Otavalo de la provincia de Imbabura - Ecuador y el grupo poblacional afroecuatoriano fue seleccionado en el cantón Salinas de la misma provincia. Para poder hacer las topografías corneales dentro de este estudio, se realizó el desplazamiento de los equipos necesarios hasta las inmediaciones de las distintas comunidades. Todos los participantes de este estudio fueron informados de los objetivos de esta investigación. A su vez, todos firmaron un consentimiento informado (Ver apéndice final) acorde con lo establecido en el comité de ética de la Universidad de Valencia, con fecha de aprobación el día 29 de octubre del 2015 y número de procedimiento *H441618384453* y lo establecido con la declaración de Helsinki. Se tuvo que realizar una

MATERIALES Y MÉTODOS

traducción al quechua ya que varios participantes del estudio no entendían muy bien el castellano y en algunos casos no tenían facilidad de escritura, por lo tanto, en lugar de firma se consideró en ciertos ellos el uso de la huella dactilar.

3.2. Protocolo de exploración de los pacientes

En todos los pacientes se realizó un examen de topografía corneal anterior mediante el uso del topógrafo Tomey TMS-4N y la valoración de los reflejos esquiásticos mediante el uso del retinoscopio Welch Allyn. La valoración de las sombras en los sujetos se realizó con el fin de despistar algún tipo de irregularidad morfológica corneal que fuera identificable por medio del videoqueratoscopio y de esta forma, tener una alta probabilidad de que ningún sujeto con una ectasia subclínica se pueda incluir en el estudio. Todas las medidas fueron realizadas por un único examinador (AV). El topógrafo corneal realizaba cuatro medidas de la córnea de los sujetos y por medio del sistema especializado de imagen perfecta determinaba la mejor entre todas las mediciones. Se registraron y evaluaron estadísticamente los valores promedio de los siguientes parámetros anatómicos y geométricos corneales.

MATERIALES Y MÉTODOS

- Meridiano más plano de la cara anterior de la córnea (K1)
- Meridiano más curvo de la cara anterior de la córnea (K2)
- Poder central corneal (Km)
- Excentricidad de la córnea (e), evaluada en un área de 4.5 a 8 mm de diámetro.
- Índice de asimetría corneal (SAI)
- Índice de regularidad corneal (SRI)

Es importante mencionar que el valor de la excentricidad corneal fue evaluado como el valor de asfericidad corneal de los sujetos (Q), a partir de la relación matemática que existe entre estos dos parámetros $Q = -(e^2)$.

Por motivo de la comparación del astigmatismo corneal entre los dos grupos poblacionales, fue necesario convertir a sistema vectorial los componentes del astigmatismo corneal, obteniendo así los vectores queratométricos de potencia (power vectors), en función de sus variantes **J0** y **J45** por medio de la utilización de la fórmula obtenida por Thibbos (60). Estos vectores de potencia son una buena herramienta para detectar los complejos cambios queratométricos, ya

MATERIALES Y MÉTODOS

que sus trayectorias son trazadas en un espacio uniforme con lo que resulta más sencillo y preciso su análisis. Se calcularon por cada medida queratométrica, los componentes de los vectores ***J0*** y ***J45*** y para el poder central corneal se utilizó el parámetro de la queratometría promedio (***Km***). La ecuación que se usó para convertir a plano vectorial fue la siguiente:

$$J0 = -(C/2) \cos 2\alpha$$

$$J45 = -(C/2) \sin 2\alpha$$

- K1: meridiano más plano en dioptrías (D)
- K2: meridiano más curvo en dioptrías (D)
- α : orientación meridiano más plano.
- C: K1 – K2 (astigmatismo corneal).
- Km: poder central corneal en dioptrías (D).

El sistema topográfico corneal Tomey TMS-4N

El topógrafo corneal Tomey TMS-4N (Nagoya, Japón) es un sistema de análisis de segmento anterior que ha sido diseñado para capturar medidas topográficas y de elevación de la cara anterior de la córnea. Este instrumento fue diseñado para proyectar los anillos de Plácido en la córnea con el objetivo de calcular la forma de la córnea y su poder refractivo de acuerdo con el análisis de la imagen reflejada. Los resultados son mostrados en mapas con códigos de color topográficos establecidos a nivel general para facilitar el diagnóstico del paciente. Posee un cono pequeño para la realización de la medida con una distancia corta de trabajo. Valora 256 puntos en la cara anterior de la córnea.

Existen cuatro tipos de formato para los mapas como: topográfico, Fourier, numérico y el mapa de tercera dimensión. Presenta cuatro tipos de mapas topográficos: estándar, refractivo, instantáneo y elevación y con distintas escalas como: absoluta, normalizada, ajustable, Klyce/Wilson, Maguire/Waring y una escala personalizada. El sistema topográfico posee

MATERIALES Y MÉTODOS

algunas aplicaciones como: diferencia de poderes, parámetros estadísticos de Klyce, cribado para queratocono, cambio de alturas y programa de lentes de contacto. Puede ser utilizado en nueve lenguajes diferentes (Figura 23).

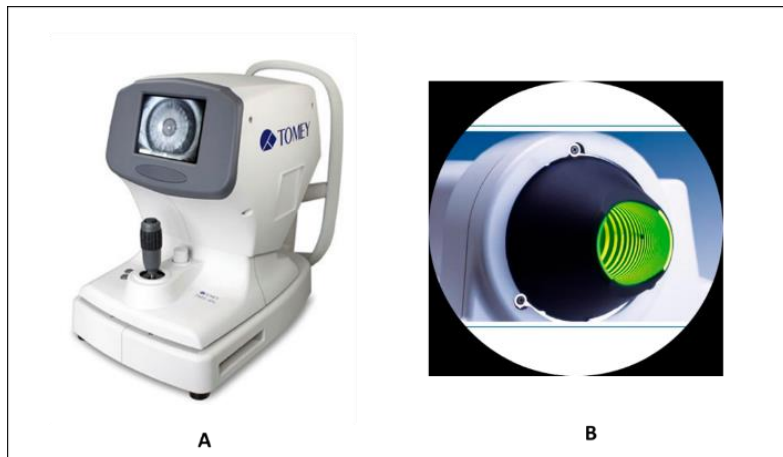


Figura 23. A, topógrafo Tomey TMS-4N. B, cono pequeño Tomey TMS-4N (40).

3.3. Análisis estadístico de los resultados

El análisis estadístico se realizó mediante el programa SPSS versión 24.0 para Windows (SPSS, Chicago IL, EE.UU). Para comprobar la normalidad de las variables del estudio se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para comparar las variables entre los dos grupos poblacionales (indígenas y afroecuatorianos) se utilizó la prueba t-Student cuando las variables tenían una distribución paramétrica y que adicionalmente cumplían todos los supuestos para dicha prueba; caso contrario para las comparaciones de variables con distribuciones no paramétricas, se utilizó la prueba de U Mann-Whitney, después de valorar que se cumplían los supuestos requeridos para esta prueba.

Para buscar la influencia del género y la etnia en relación con las variables dependientes como: asfericidad, SRI, SAI, KM, J0 y J45 se aplicó la prueba de ANOVA de dos vías.

Todas las pruebas estadísticas fueron realizadas con un intervalo de confianza al 95%, y los valores de $p < 0.05$ fueron considerados estadísticamente significativos.

4. RESULTADOS

RESULTADOS

4.1. Con respecto al primer objetivo

La prueba de muestras independientes t-test fue aplicada a la variable dependiente poder central corneal (Km) y astigmatismo corneal (J0, J45), una vez cumplidos los requisitos para dicha prueba. La comparación de las distintas variables entre los dos grupos se realizó a través de sus medias. La media del poder central corneal en el grupo indígena fue de 43.27 dioptrías (D) con un límite inferior de 42 D y superior de 44.54 D, mientras que en el grupo poblacional de afroecuatorianos la media fue de 43.14 D con un valor mínimo 41.91 D y máximo de 44.37 D. (Tabla 4). La diferencia entre las medias de ambos grupos poblacionales no es diferente de una forma estadísticamente significativa ($p= 0.449$) (Figura 24).

Tabla 4. Poder central corneal

<i>Km</i>	<i>N</i>	<i>Media (D)</i>	<i>DE (D)</i>	<i>Sig.</i>
<i>Otavaleños</i>	100	43.27	±1.27	0.449
<i>Afroecuatorianos</i>	95	43.14	±1.23	

Km: poder central corneal, **N:** número de sujetos, **DE:** desviación estándar.

RESULTADOS

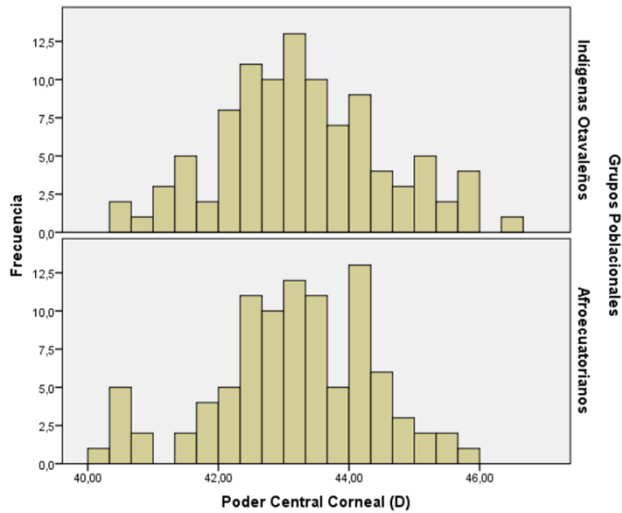


Figura 24. Poder central corneal (D) en dos grupos poblacionales.

El astigmatismo corneal se determinó mediante los vectores de poder J0 y J45 como se mencionó anteriormente. De este modo, para la población otavaleña la media del vector J0 fue 0.47 D con una desviación estándar de ± 0.41 D (rango: 0.06 – 0.87), y para el vector de potencia J45 el valor medio fue de -0.004 D con una desviación estándar de ± 0.16 D (rango -0.164 - 0.596). La población afroecuatoriana tuvo una media del vector J0 de 0.29 D con una desviación estándar de ± 0.37 D (rango: -0.08 – 0.66) y el componente vectorial J45 presentó una media de 0.05 D con una

RESULTADOS

desviación estándar de ± 0.20 D (rango: -0.15 – 0.25). (Tabla 5 y 6). La diferencia entre las medias del vector J0 y J45 entre los dos grupos poblaciones fue estadísticamente significativa, con un valor de $p=0.001$ y $p=0.033$ respectivamente Figura (25, 26).

Tabla 5. Astigmatismo corneal (vector de potencia J0).

<i>J0</i>	<i>N</i>	<i>Media (D)</i>	<i>DE (D)</i>	<i>Sig.</i>
<i>Otavaleños</i>	100	0.47	± 0.41	0.001
<i>Afroecuatorianos</i>	95	0.29	± 0.37	

J0: vector de potencia componentes de 90° y 180°, **N:** número de sujetos, **DE:** desviación estándar. **Sig.** significación estadística.

RESULTADOS

Tabla 6. Astigmatismo corneal (vector de potencia J45).

<i>J45</i>	<i>N</i>	<i>Media (D)</i>	<i>DE (D)</i>	<i>Sig.</i>
<i>Otavaleños</i>	100	-0.004	±0.16	0.033
<i>Afroecuatorianos</i>	95	0.05	±0.20	

J45: vector de potencia componentes de 45° y 135°, **N:** número de sujetos, **DE:** desviación estándar **Sig.** significación estadística.

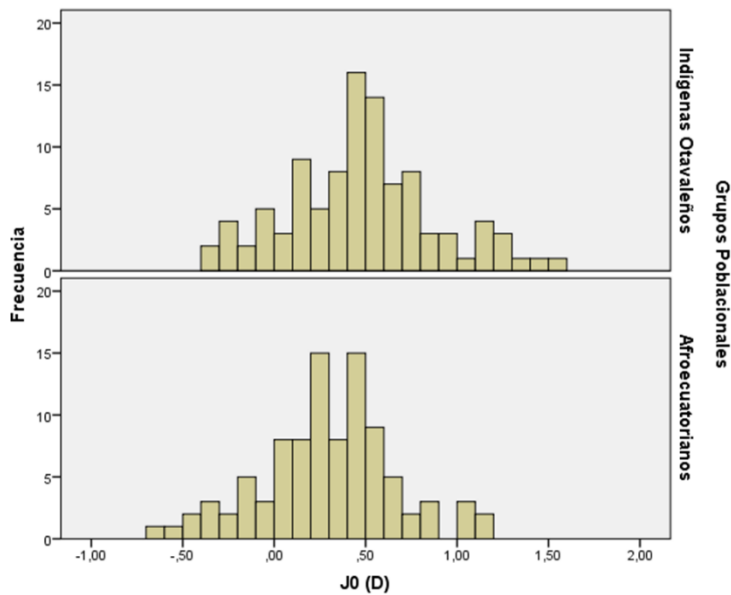


Figura 25. Vector de potencia J0 (D) en dos poblaciones.

RESULTADOS

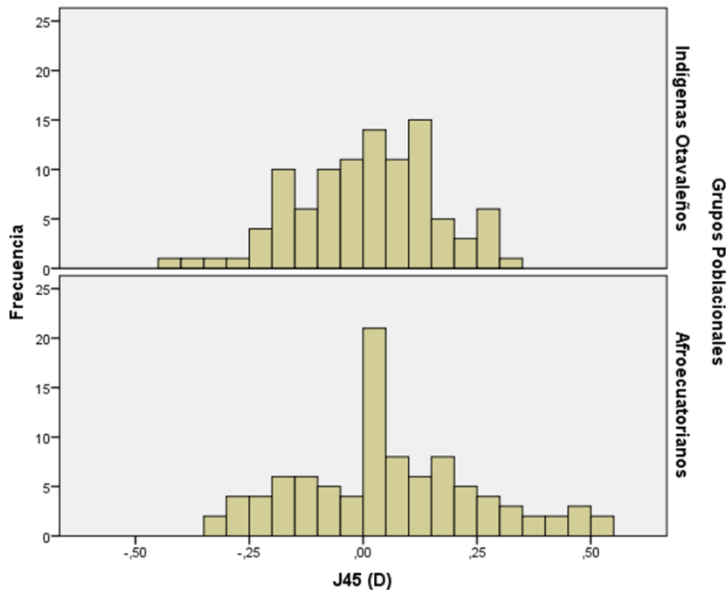


Figura 26. Vector de potencia J45 (D) en dos poblaciones.

4.2. Con respecto al segundo objetivo

La prueba de muestras independientes t-test se aplicó para la valoración de la asfericidad corneal en los dos grupos de estudio, una vez aprobados los supuestos para dicha prueba. La asfericidad corneal como se ha manifestado anteriormente, ha sido calculado en función del valor de la excentricidad corneal. De tal modo que, para la población indígena la media del valor fue -0.33 con una desviación estándar de ± 0.13 (rango: (-0.46 - -0.2)) y para la población afroecuatoriana la media tuvo un

RESULTADOS

valor de -0.34 con una desviación estándar de ± 0.14 . La diferencia entre las dos poblaciones no fue estadísticamente significativa ($p=0.74$) (Tabla 7) (Figura 27).

Tabla 7. Asfericidad corneal (Q)

Q	N	Media	DE	Sig.
<i>Otavaleños</i>	100	-0.33	± 0.13	0.74
<i>Afroecuatorianos</i>	95	-0.34	± 0.14	

Q: asfericidad corneal, **N:** número de sujetos, **DE:** desviación estándar **Sig.** significación estadística.

RESULTADOS

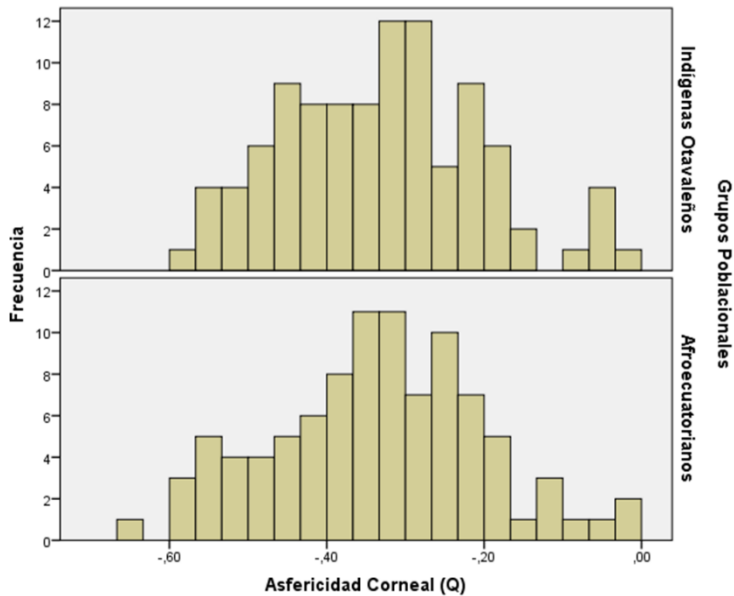


Figura 27. Asfericidad Corneal (Q) en dos grupos poblacionales.

4.3. Con respecto al tercer objetivo

La prueba de muestras independientes de U Man Whitney fue realizada para obtener la comparación del SAI y SRI entre los dos grupos poblacionales de esta investigación. Se determinó de forma visual que la distribución de las dos variables tanto SAI como SRI eran similares y de acuerdo a esto las variables fueron valoradas en función de las medianas.

RESULTADOS

El índice de asimetría superficial en las dos poblaciones no fue diferente de una forma estadísticamente significativa entre el grupo de indígenas otavaleños (Mdn= 0.47) y el grupo de afroecuatorianos (Mdn= 0.48), $U= 4822.5$, $Z= 0.184$, $p=0.845$. (Tabla 8) (Figura 28).

Tabla 8. Índice de Asimetría Superficial (SAI)

SAI	N	Mediana	Varianza	Sig.
<i>Otavaleños</i>	100	0.47	± 0.05	0.84
<i>Afroecuatorianos</i>	95	0.48	± 0.05	

SAI: índice de asimetría superficial, **N:** número de sujetos, **Sig.** significación estadística.

RESULTADOS

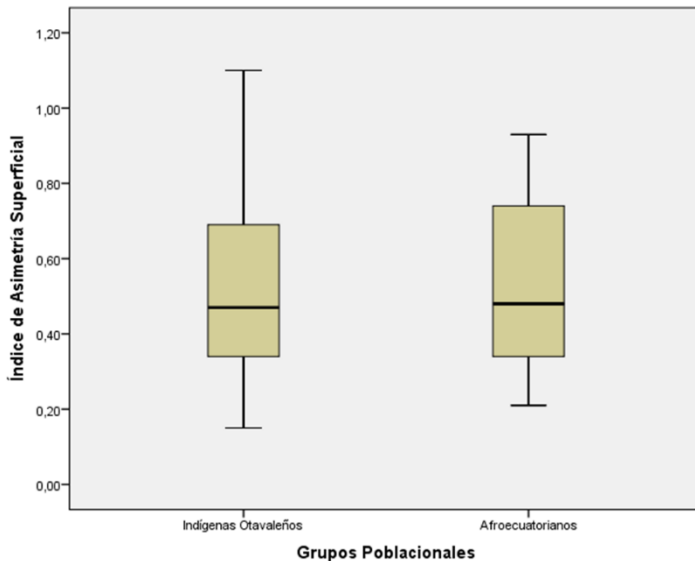


Figura 28. Índice de asimetría superficial en dos grupos poblacionales.

La mediana del índice de regularidad superficial en la población otavaleña ($Mdn=0.27$) y la mediana del grupo de afroecuatorianos ($Mdn=0.48$) fueron diferentes de una forma estadísticamente significativa, $U=6280.5$, $Z=3.886$, $p=0.001$ (Tabla 9) (Figura 29).

RESULTADOS

Tabla 9. Índice de Regularidad Superficial (SRI)

<i>SRI</i>	<i>N</i>	<i>Mediana</i>	<i>Varianza</i>	<i>Sig.</i>
<i>Otavaleños</i>	100	0.27	±0.06	0.001
<i>Afroecuatorianos</i>	95	0.48	±0.10	

SRI: índice de regularidad superficial, **N:** número de sujetos, **Sig.** significación estadística.

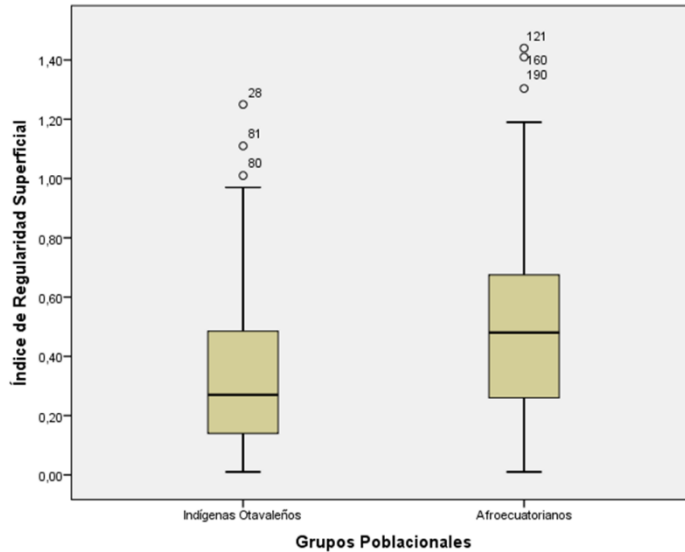


Figura 29. Índice de regularidad superficial en dos grupos poblacionales.

RESULTADOS

4.4. Con respecto al cuarto objetivo

La prueba ANOVA de dos vías fue aplicada para determinar la interacción entre las variables independientes: grupos poblacionales y género con las variables dependientes poder central de la córnea (km), astigmatismo corneal (J0, J45), asfericidad corneal (Q), índice de asimetría superficial (SAI) e índice de regularidad superficial (SRI). Se cumplieron los supuestos para dicha prueba con respecto a las variables dependientes (km, J0, J45, Q) y debido a que no existe una prueba similar a la ANOVA de dos vías para distribuciones no paramétricas, se decidió aplicar la misma prueba para las variables dependientes SAI y SRI.

Poder central corneal, grupos poblacionales y género

La interacción entre las variables independientes: grupos poblacionales y género sobre el poder central corneal no fue estadísticamente significativa ($F= 0.796$, $p= 0.374$). El género (femenino, masculino) y el poder central corneal tuvieron diferencias estadísticamente significativas ($p= 0.02$). No existieron diferencias estadísticamente

RESULTADOS

significativas entre los grupos poblacionales (otavaleños, afroecuatorianos) y el poder central corneal ($p=0.947$). (Tabla 10).

Tabla 10. Efectos inter-sujetos poder central corneal, género y grupo poblacional

Pruebas de efectos inter-sujetos							
Variable dependiente: Poder Central Corneal							
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Parámetro de no centralidad	Potencia observada ^a
Modelo corregido	17.073 ^a	3	5.691	3.784	.011	11.353	.809
Intersección	343533.532	1	343533.532	228435.653	.001	228435.653	1.000
SEXO	15.199	1	15.199	10.107	.002	10.107	.886
Grupos	.007	1	.007	.004	.947	.004	.051
SEXO * Grupos	1.196	1	1.196	.796	.374	.796	.144
Error	287.236	191	1.504				
Total	364310.107	195					
Total corregido	304.309	194					
a. R al cuadrado = .056 (R al cuadrado ajustada = .041)							
b. Se ha calculado utilizando alpha = .05							

RESULTADOS

Astigmatismo corneal (J0), grupos poblacionales y género

Los grupos poblacionales (otavaleños, indígenas) y el género (femenino, masculino) sobre el vector de poder J0 tuvieron una interacción estadísticamente significativa ($F=4.27$, $p=0.04$). Las diferencias entre el género y el vector de poder J0 no fueron estadísticamente significativas ($p=0.169$). Las diferencias entre los grupos poblacionales y el vector de poder J0 fueron estadísticamente significativas ($p=0.008$) (Tabla 11).

Tabla 11. Efectos inter-sujetos J0, grupos poblacionales y genero

Pruebas de efectos inter-sujetos							
Variable dependiente: J0							
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Parám. de no centralidad	Potencia observada ^b
Modelo corregido	2.509 ^a	3	.836	5.666	.001	16.999	.943
Intersección	24.678	1	24.678	167.19	.0001	167.189	1.000
SEXO	.281	1	.281	1.907	.169	1.907	.279
Grupos	1.063	1	1.063	7.201	.008	7.201	.761
SEXO * Grupos	.630	1	.630	4.268	.040	4.268	.538
Error	28.193	191	.148				
Total	59.448	195					
Total corregido	30.702	194					
a. R al cuadrado = .082 (R al cuadrado ajustada = .067)							
b. Se ha calculado utilizando alpha = .05							

RESULTADOS

Astigmatismo corneal (J45), grupos poblacionales y género.

Los grupos poblacionales (otavaleños, indígenas) y el género (femenino, masculino) sobre el vector de poder J45 no tuvieron una interacción estadísticamente significativa ($F=3.56$, $p=0.282$). Las diferencias entre el género y el vector de poder J45 no fueron estadísticamente significativas ($p=0.826$). Las diferencias entre los grupos poblacionales y el vector de poder J45 no fueron estadísticamente significativas ($p=0.06$) (Tabla 12).

Tabla 12. Efectos inter-sujetos J45, grupos poblacionales y género

Pruebas de efectos inter-sujetos							
Variable dependiente: J45							
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Parámetro de no centralidad	Potencia observada ^b
Modelo corregido	.187 ^a	3	.062	1.926	.127	5.779	.492
Intersección	.168	1	.168	5.178	.024	5.178	.619
SEXO	.002	1	.002	.048	.826	.048	.055
Grupos	.115	1	.115	3.562	.061	3.562	.467
SEXO * Grupos	.038	1	.038	1.166	.282	1.166	.189
Error	6.182	191	.032				
Total	6.506	195					
Total corregido	6.369	194					

a. R al cuadrado = .029 (R al cuadrado ajustada = .014)

b. Se ha calculado utilizando alpha = .05

RESULTADOS

Asfericidad corneal (Q), grupos poblacionales y género.

Los grupos poblacionales (otavaleños, indígenas) y el género (femenino, masculino) sobre la asfericidad corneal (Q) no tuvieron una interacción estadísticamente significativa ($F=0.04$ $p=0.849$). Las diferencias entre el género y la asfericidad corneal no fueron estadísticamente significativas ($p=0.916$). Las diferencias entre los grupos poblacionales y la asfericidad corneal no fueron estadísticamente significativas ($p=0.821$) (Tabla 13).

Tabla 13. Efectos inter-sujetos asfericidad corneal, grupos poblacionales y género

Pruebas de efectos inter-sujetos							
Variable dependiente: Asfericidad Corneal							
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Parámetro de no centralidad	Potencia observada ^b
Modelo corregido	.002 ^a	3	.001	.028	.994	.085	.055
Intersección	25.647	1	250647	1337.923	.000	1337.923	1.000
SEXO	.001	1	.001	.011	.916	.011	.051
Grupos	.001	1	.001	.051	.821	.051	.056
SEXO * Grupos	.001	1	.001	.041	.839	.041	.055
Error	3.661	191	.019				
Total	30.835	195					
Total corregido	3.663	194					
a. R al cuadrado = .001 (R al cuadrado ajustada = -.015)							
b. Se ha calculado utilizando alpha = .05							

RESULTADOS

Índice de asimetría superficial (SAI), grupos poblacionales y género

Los grupos poblacionales (otavaleños, indígenas) y el género (femenino, masculino) sobre el SAI no tuvieron una interacción estadísticamente significativa ($F=0.612$ $p=0.435$). Las diferencias entre el género y el SAI no fueron estadísticamente significativas ($p=0.793$). Las diferencias entre los grupos poblacionales y el SAI no fueron estadísticamente significativas ($p=0.900$) (Tabla 14).

Tabla 14. Efectos inter-sujetos SAI, grupos poblacionales y género

Pruebas de efectos inter-sujetos							
Variable dependiente: Índice de Asimetría Superficial							
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Parámetro de no centralidad	Potencia observada ^b
Modelo corregido	.035 ^a	3	.012	.232	.874	.697	.093
Intersección	50.891	1	50.891	1000.55	.001	1000.559	1.000
Sexo	.004	1	.004	.069	.793	.069	.058
Grupos	.001	1	.001	.016	.900	.016	.052
Sexo * Grupos	.031	1	.031	.612	.435	.612	.122
Error	9.715	191	.051				
Total	63.198	195					
Total corregido	9.750	194					
a. R al cuadrado = .004 (R al cuadrado ajustada = -.012)							
b. Se ha calculado utilizando alpha = .05							

RESULTADOS

Índice de regularidad superficial (SRI), grupos poblacionales y género

Los grupos poblacionales (otavaleños, indígenas) y el género (femenino, masculino) sobre el SRI no tuvieron una interacción estadísticamente significativa ($F=0.018$ $p=0.892$). Las diferencias entre el género y el SRI no fueron estadísticamente significativas ($p=0.553$). Las diferencias entre los grupos poblacionales y el SRI fueron estadísticamente significativas ($p=0.001$) (Tabla 15).

Tabla 15. Efectos inter-sujetos SRI, grupos poblacionales y género

Pruebas de efectos inter-sujetos							
Variable dependiente: Índice de Regularidad Superficial							
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Parámetro de no centralidad	Potencia observada ^b
Modelo corregido	1.324 ^a	3	.441	5.342	.001	16.026	.929
Intersección	31.759	1	31.759	384.300	.001	384.300	1.000
Sexo	.029	1	.029	.354	.553	.354	.091
Grupos	1.306	1	1.306	15.797	.001	15.797	.977
Sexo * Grupos	.002	1	.002	.018	.892	.018	.052
Error	15.784	191	.083				
Total	50.708	195					
Total corregido	17.109	194					
a. R al cuadrado = .077 (R al cuadrado ajustada = .063)							
b. Se ha calculado utilizando alpha = .05							

5. DISCUSIÓN

DISCUSIÓN

5.1. Con respecto al primer Objetivo

El poder central corneal (Km) fue valorado a través de la queratometría media. Valor obtenido a través del promedio de la queratometría más plana y la queratometría más curva. La córnea ha sido considerada como el elemento refractivo más importante del sistema visual. De tal manera, que se pueden considerar varias investigaciones sobre la evaluación de la morfología corneal a lo largo de los años. El valor medio del poder central corneal para el grupo de otavaleños fue de 43.27 ± 1.27 D y para el grupo de afroecuatorianos fue 43.14 ± 1.23 D, donde no existió diferencia estadísticamente significativa. Estos valores medios pueden ser considerados como en el estudio realizado por Ho et al., donde se encuentra un valor promedio del poder central corneal en la población taiwanesa de 43.55 ± 1.25 D (61) o en estudios como en el de Fam et al, donde el valor promedio de Km es de 43.77 ± 1.26 D (62). Estudios como el de Shimmyo et al, coinciden que no existe diferencia estadísticamente significativa en valores Km entre diferentes etnias (63). Información adicional se puede considerar como en el estudio realizado por Hickson et al., donde se ha determinado que no existe una variación en el poder central corneal a lo

DISCUSIÓN

largo de los años, a partir de los 20 hasta los 40 años de edad de un sujeto (64). La variación se ha podido encontrar cuando los sujetos comienzan a envejecer y por procesos involutivos la córnea presenta un incurvamiento en función de la edad. Read et al., afirman que la córnea se hace más curva en promedio de +0.50 D por año (65).

El astigmatismo es un defecto refractivo encontrado comúnmente en la práctica clínica y que representa aproximadamente el 13% de los errores refractivos del ojo humano (66). Se han realizado varios estudios que han intentado definir la prevalencia del astigmatismo en la población e ilustrar los cambios típicos que ocurren en el astigmatismo a lo largo de la vida. Se ha determinado a partir de estudios previos que la prevalencia del astigmatismo refractivo y corneal aumenta con la edad (67, 68). Además, un cambio en el eje astigmático, de la regla a contra la regla se produce principalmente en base a los cambios corneales, como se analiza en las poblaciones asiáticas y en las caucásicas (69, 70).

El astigmatismo en las poblaciones de adultos jóvenes (menores a 40 años) se encuentra

DISCUSIÓN

con frecuencia, pero en rangos bajos de poder dióptrico (71). Dentro de esta investigación, se pudo determinar que para la población otavaleña se obtuvo una media de 0.47 ± 0.41 D en el vector de poder J0 (meridianos 180° y 90°) y para la población afroecuatoriana se determinó una media de 0.29 ± 0.37 D en el mismo vector de potencia (J0). La media en el vector de potencia de J45 (meridianos 45° y 135°) para la población otavaleña fue de -0.004 ± 0.16 D, mientras que para la población afroecuatoriana fue de 0.05 ± 0.20 D; así como se llegó a determinar en investigaciones como la de Satterfield et al., donde se encontró un valor de astigmatismo mayor a 0.25 D en un 63% de la población joven adulto analizada, y que en su gran mayoría no superaba la 1 D (72).

Además, en investigaciones como el estudio transversal de Fledelius y Stubgaard (73), encontraron que el 46% de la población total tenía astigmatismo corneal de más de 0,5 D pero solo el 4.7% de la población exhibía más de 1.5 D de astigmatismo corneal. En este estudio la valoración del astigmatismo fue en función de los vectores de potencia J0 y J45, de tal manera que se estableció que para la población otavaleña 11% J0 mayor a 1

DISCUSIÓN

D, 78% entre 0 D y 1 D y valores negativos de J0 en un 11%, en el rango de 0 D a -0.50 D. En la población afroecuatoriana los valores de J0 fueron superiores a 1 D el 5.26%, valores entre 0 D y 1 D, el 63.16% y valores negativos de J0 fueron el 31.58%, en el rango de -0.1 D a -0.75 D. En relación al vector de potencia J45, para la población otavaleña se obtuvieron valores positivos en un 53%, en el rango de 0 D a 0.50 D y valores de negativos de J45 en un 47%, en el rango de -0.01 D a -0.50 D. En la población afroecuatoriana se obtuvieron valores de J45 positivos en un 63.16%, en el rango de 0 D a 0.50 D y valores negativos de J45 en un 36.84%, en el rango de -0.01 D a -0.50 D. Existen varias consideraciones para ser tomadas en cuenta, los sujetos adultos jóvenes típicamente muestran pequeños grados de astigmatismo con la regla (WTR) y en los años de adultos mayores se produce un cambio en el astigmatismo, cuando el astigmatismo contra la regla (ATR) se vuelve más prevalente.

El astigmatismo ocurre más comúnmente debido a la curvatura de la superficie corneal anterior los cambios en el astigmatismo que ocurren a lo largo de la vida también parecen deberse

DISCUSIÓN

principalmente al cambio corneal como se mencionó anteriormente. Dentro de esta investigación, se ha considerado que los valores medios de J_0 que cuando son positivos se les considera astigmatismos WTR y aquellos que son valores de media negativos serán astigmatismos ATR, como en el estudio de Schuster et al., y el componente J_{45} será considerado para astigmatismos oblicuos (69). En los valores medios antes descritos para los dos vectores de potencia, en relación al componente vectorial J_0 que para los otavaleños (rango 0.06 a 0.88 D) se puede considerar que la gran mayoría tiene un astigmatismo corneal WTR, como se ha descrito en otros estudios de poblaciones jóvenes (69). En cuanto a la población afroecuatoriana el rango de valores del vector J_0 (rango -0.08 a 0.66 D), se puede determinar que existe la presencia en su mayoría de astigmatismo WTR, pero también la presencia de astigmatismo ATR. Al analizar el componente J_{45} en las dos poblaciones se puede determinar que el rango de astigmatismos oblicuos es mínimo.

La diferencia estadísticamente significativa referente a los vectores de potencia J_0 y J_{45} de las dos poblaciones puede tener distintas

DISCUSIÓN

connotaciones, como las descritas en la investigación de Read et al., donde una de las principales diferencias que existen en la aparición o desarrollo del astigmatismo es en función de la etnia y factores socio-económicos y culturales de las diversas poblaciones (65). Se ha determinado en estudios como los de Harvey et al., que el 42% de la población estudiada ha presentado un grado de astigmatismo superior a 1 D., esto se puede determinar a causas hereditarias o factores nutricionales de la población de niños nativos americanos analizados (74). Varias investigaciones han manifestado que una nutrición deficiente puede conducir a una rigidez corneal reducida y dar como resultado un astigmatismo corneal incrementado debido a la presión del párpado superior que hace que la córnea se vuelva más plana en el meridiano horizontal y más pronunciada en la vertical (75, 76).

5.2. Con respecto al segundo objetivo

La asfericidad corneal ha sido calculada en base a la excentricidad corneal obtenida por el topógrafo Tomey TMS-4N como fue descrito anteriormente. Existen varias investigaciones que

DISCUSIÓN

han manifestado la importancia de la asfericidad corneal para determinar la forma de la córnea. La superficie corneal anterior normal es prolata y podría describirse como cónica (aplanamiento del radio de curvatura desde el vértice hacia la periferia) (77). Varios estudios han determinado que el valor Q normal de la córnea anterior varía entre -0.01 y -0.80 (26, 78-81). Actualmente, el valor más comúnmente aceptado en una población de adultos jóvenes es de aproximadamente -0.23 ± 0.08 (29). En esta investigación se ha encontrado que el valor medio para el grupo poblacional otavaleños ha sido de -0.33 ± 0.13 y para el grupo poblacional afroecuatoriano ha sido de -0.34 ± 0.14 concordante con lo encontrado en el estudio de González Méijome et al. Según González Méijome, la asfericidad corneal va modificándose de una forma directamente proporcional al astigmatismo corneal del sujeto y a la edad (24). Además, depende del defecto refractivo que posee. Ojos hipermétropes tienen la tendencia de tener asfericidades corneales menos negativas que los ojos miopes en su defecto (82). Actualmente por el constante desarrollo de los topógrafos corneales, se ha logrado profundizar la importancia de la asfericidad corneal al momento de realizar una cirugía refractiva o en la adaptación de

DISCUSIÓN

lentes de contacto. Esto ha permitido que existan varios estudios comparativos entre distintos grupos poblacionales. Considerando en la mayoría que no existen diferencias significativas entre la asfericidad corneal de las distintas etnias, de la misma manera que se corrobora en esta investigación (64). Recientes estudios demuestran que la asfericidad corneal varía dependiendo del equipo que se está utilizando y el área del anillo que se está considerando para el análisis (83).

5.3. Con respecto al tercer objetivo

El índice de asimetría superficial y el índice de regularidad superficial al igual que en otras investigaciones son parámetros que permiten determinar las características propias de la superficie corneal con la influencia directa de la película lagrimal. En esta investigación no se desarrolló ningún protocolo de evaluación clínico de la lágrima para determinar una relación entre estos dos parámetros. Sin embargo, varias investigaciones concluyen que existe un aumento de los índices de regularidad superficial y de asimetría corneal cuando existe una deficiencia

DISCUSIÓN

acuosa en la lágrima de los pacientes (84). El índice de regularidad superficial tiene una relación inversa con el potencial visual del paciente, a mayor SRI menor el potencial visual. Dentro de este estudio se pudo determinar que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los componentes vectoriales del astigmatismo J0 y J45 entre los dos grupos poblacionales, se podría mencionar que el SRI en relación a estos componentes vectoriales se encuentra aumentado en la población otavaleña, donde se ha registrado el valor medio más alto de astigmatismo en comparación con los afroecuatorianos. Se ha determinado dentro de esta investigación que entre los dos grupos poblacionales existe una diferencia estadísticamente significativa en el SRI, de esta forma se puede decir que uno de los factores que puede influir es la ubicación geográfica de la población Otavaleña que si bien es cierto pertenecen a la misma provincia Imbabura, el piso altitudinal en el que se encuentran no es el mismo que el de la población afroecuatoriana. De una forma más específica se puede decir que el grupo poblacional otavaleño habita en un clima más frío y con más corriente de aire, lo que podría justificar la presencia de películas lagrimales inestables y por lo

DISCUSIÓN

tanto, SRI aumentadas, como se manifiesta en el estudio realizado por Bron et al.,(85). Por otra parte, el índice de asimetría superficial no presenta diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos poblacionales, esto puede deberse a que los patrones de astigmatismos en las dos poblacionales son regulares y leves, por lo tanto, los valores obtenidos tienen concordancia entre sí. Varios estudios han demostrado que parámetros como el SRI y el SAI pueden ser factores que permitan determinar alguna alteración a nivel de película lagrimal (86-88).

5.4. Con respecto al cuarto objetivo

Dentro de esta investigación, se realizó un análisis de variables independientes como lo son el género y la etnia junto con variables dependientes como son el poder central corneal, al astigmatismo corneal, la asfericidad, el índice de asimetría superficial y el índice de regularidad superficial. Como primer parámetro poder valorar el efecto del género y la etnia sobre el poder central corneal donde se llegó a determinar que tiene un efecto estadísticamente significativo el género del paciente

DISCUSIÓN

sobre el poder central corneal, pero sucede lo contrario con respecto a la etnia, ya que, entre los dos grupos poblacionales y el poder central corneal, no existieron diferencias estadísticamente significativas de la misma manera que sucedió en el estudio de Shimmyo et al., donde se analizan diferentes grupos raciales, pero dentro de ninguno de ellos se ha encontrado diferencia estadísticamente significativa (89). De todas maneras, existen estudios como los de Hickson et al., donde existe una comparación entre el poder central de córneas entre caucásicos y asiáticos y se concluye que son más curvas las córneas de los caucásicos que la de los asiáticos (64).

Varios estudios se han realizado en caucásicos, sin embargo, existen estudios como el de Harvey et al, que fue realizado con nativos americanos y donde se ha demostrado que los valores medios de astigmatismos corneales en nativos americanos son mayores que en los caucásicos (74). Actualmente, no se tiene referencias acerca de estudios realizados en la población otavaleña o afroecuatoriana. De tal forma, que encontrar una comparación ha resultado un poco complicado. De todas maneras, se podría mencionar el estudio de Thorn et al., documentado

DISCUSIÓN

en Brasil con una población indígena donde se determinó que tienen componentes bajos de miopía, pero un incremento en la prevalencia del astigmatismo como lo sucedido dentro de esta investigación (90). Además, estudios como el realizado por Kleinstein et al., han demostrado que existe una prevalencia mayor de astigmatismo en niños asiáticos e hispanos (91). Dentro de este estudio, no existieron diferencias estadísticamente significativas entre el género de los pacientes y la prevalencia de astigmatismo corneal de la misma manera que se indica en estudios como el realizado por Hayashi et al., donde no existió diferencia significativa entre el género de cada paciente (92).

La asfericidad corneal no se encuentra influenciada ni por el género ni por la etnia del paciente dentro de este estudio. Sin embargo, existen estudios como los de Scholz et al., donde si existieron diferencias estadísticamente significativas entre el género del paciente y la asfericidad corneal (93). Existen otros estudios como el realizado por Yazdani et al., donde coinciden con lo encontrado en esta investigación y no existe diferencia estadísticamente significativa entre la asfericidad corneal y la etnia ni el género del paciente (94).

DISCUSIÓN

Dentro de esta investigación, no existió una diferencia estadísticamente significativa entre el género del paciente y la etnia del paciente en función de las variables de índice de asimetría superficial y solo existió una diferencia estadísticamente significativa en la interacción entre los dos grupos poblacionales otavaleños y afroecuatorianos y el índice de regularidad superficial. El índice de regularidad superficial puede ser un factor para determinar la calidad de la película lagrimal. La película lagrimal se puede ver afectada por varias variables del paciente y su contexto ambiental. Dentro de esta investigación se ha logrado valorar a dos grupos poblacionales que se encuentran en una misma zona geográfica pero distinto piso altitudinal, lo cual influye en la presencia de un micro clima. Estos factores ambientales han podido influir en que exista aquella diferencia estadísticamente significativa entre la etnia y el SRI. Sin embargo, se debería llevar a cabo una investigación donde se analicen factores de valoración de película lagrimal para llegar a esta determinación.

6. CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

6.1 El poder central corneal (Km) en el grupo poblacional de otavaleños (43.27 ± 1.27 D) no fue diferente de una forma estadísticamente significativa comparada con el grupo poblacional de afroecuatorianos (43.14 ± 1.23 D) ($p=0.449$). La media de los vectores de potencia del astigmatismo corneal J0 para el grupo poblacional de otavaleños (0.47 ± 0.41 D) fue diferente de una forma estadísticamente significativa con respecto al grupo poblacional afroecuatoriano (0.29 ± 0.37 D) ($p=0.001$). Lo mismo sucedió con el vector de potencia del astigmatismo corneal J45 para el grupo otavaleño (-0.004 ± 0.16 D) y el grupo afroecuatoriano (0.05 ± 0.20 D) donde existió diferencias estadísticamente significativas ($p=0.033$).

6.2 La asfericidad corneal para el grupo poblacional de otavaleños (-0.33 ± 0.13) no fue diferente de una forma estadísticamente significativa comparada con el grupo poblacional de afroecuatorianos (-0.34 ± 0.14) ($p=0.74$).

CONCLUSIONES

6.3 El índice de asimetría superficial en las dos poblaciones no fue diferente de una forma estadísticamente significativa entre el grupo de indígenas otavaleños (Mdn=0.47) y el grupo de afroecuatorianos (Mdn=0.48), $U= 4822.5$, $Z= 0.184$, $p=0.845$. La mediana del índice de regularidad superficial en la población otavaleña (Mdn=0.27) y la mediana del grupo de afroecuatorianos (Mdn=0.48) fueron diferentes de una forma estadísticamente significativa, $U=6280.5$, $Z=3.886$, $p=0.000$

6.4 La media del poder central corneal (Km) tanto del grupo de otavaleños como del grupo de afroecuatorianos no tuvo una interacción estadísticamente significativa con la etnia de los pacientes. Sin embargo, la interacción entre el género de los pacientes y el poder central corneal si hubo diferencias estadísticamente significativas. Del mismo modo, el vector de potencia del astigmatismo J0 no tuvo un efecto estadísticamente significativo con el género del paciente, pero lo contrario sucedió con la etnia del paciente. El vector de potencia J45 no tuvo

CONCLUSIONES

interacción estadísticamente significativa en función de la etnia y el género. La asfericidad corneal no tuvo interacción estadísticamente significativa con respecto al género y a la etnia del paciente. El índice de asimetría superficial no tuvo efecto estadísticamente significativo en relación a la etnia ni al género del paciente. Finalmente, la interacción entre el género del paciente y el índice de regularidad superficial no fue estadísticamente significativa. Sin embargo, el índice de regularidad superficial tuvo un efecto estadísticamente significativo con la etnia.

7. RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

- 7.1** El presente estudio tiene varias limitaciones con respecto a la muestra, se recomendaría hacer un estudio más profundo y con un mayor número de pacientes para que se pueda tomar como representativo los diversos análisis comparativos.
- 7.2** El gobierno del Ecuador debería implementar políticas de salud pública donde los diferentes grupos poblacionales tengan acceso a varias pruebas diagnósticas para poder tratar de una manera preventiva, enfermedades que pueden resultar limitantes para desarrollarse en el marco del plan gubernamental del buen vivir.
- 7.3** Se recomienda realizar por parte de las organizaciones gremiales de salud visual un levantamiento de información sobre el sistema de salud visual del Ecuador y sus habitantes, para que en función de esto se pueda establecer políticas públicas y puedan tener un mejor tratamiento para las diversas patologías.

8. BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

1. Villacís B. CD. El Censo Poblacional y Vivienda 2010. In: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, editor. Estadística Demográfica en el Ecuador: Diagnóstico y Propuesta. Primera ed. Quito: INEC; 2011. p. 18.
2. Cuesta R., Villagómez M., Sili M. Dinámicas Territoriales del Ecuador y sus Áreas Rurales. In: Instituto Geográfico Militar, editor. Atlas Rural del Ecuador. primera ed. Quito: IGM; 2017. p. 32-62.
3. Acosta Solís M. Investigadores de la geografía y la naturaleza de América Tropical, con especial referencia al Ecuador. Quito: Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Sección Nacional del Ecuador; 1976.
4. Villacís B. CD. El Censo de Población y Vivienda 2010: Reseña Metodológica. In: INEC, editor. Estadística Demográfica en el Ecuador: Diagnóstico y Propuesta. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Quito-Ecuador. 2011. Primera ed. Quito: INEC; 2011. p. 18.
5. Paz-y-Miño C, Guillen Sacoto MJ, Leone PE. Genetics and genomic medicine in Ecuador.

BIBLIOGRAFÍA

Molecular Genetics & Genomic Medicine. 2016;4 (1): 9-17.

6. Sánchez JA. Afrodescendientes: sociedad civil y movilización social en el Ecuador. *The Journal of Latin American and Caribbean Anthropology*. 2007;12 (1): 233-45.

7. Reyes E. Cooperación al desarrollo. indigenismo y ciudadanía en la amazonia ecuatoriana. *Boletín de Antropología Americana*. 2010(46):109-31.

8. González Méijome JM, Villa Collar C. Superficie ocular y lentes de contacto. Imagen y Comunicación Multimedia; 2016: 37-41.

9. Cameron JD. Corneal reaction to injury. *Cornea*. 2005:115-33.

10. Kanski JJ, Bowling B. Kanski, Oftalmología clínica: un enfoque sistemático. 8a ed. Barcelona: Elsevier; 2016.

11. Farjo A, McDermott M, Soong HK. Corneal anatomy, physiology, and wound healing. *Ophthalmology*. 2008: 203-8.

BIBLIOGRAFÍA

12. Li HF, Petroll WM, Møller-Pedersen T, Maurer JK, Cavanagh HD, Jester JV. Epithelial and corneal thickness measurements by in vivo confocal microscopy through focusing (CMTF). *Curr Eye Res.* 1997;16 (3): 214-21.
13. Del Monte DW, Kim T. Anatomy and physiology of the cornea. *J Cataract Refract Surg.* 2011 March 2011; 37 (3): 588-98.
14. Tao A, Wang J, Chen Q, Shen M, Lu F, Dubovy SR. Topographic thickness of Bowman's layer determined by ultra-high resolution spectral domain-optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Visual Sci.* 2011; 52 (6): 3901-7.
15. Bourne WM, Nelson LIL, Hodge DO. Central corneal endothelial cell changes over a ten-year period. *Invest Ophthalmol Visual Sci.* 1997; 38 (3): 779-82.
16. McCarey BE, Edelhauser HF, Lynn MJ. Review of Corneal Endothelial Specular Microscopy for FDA Clinical Trials of Refractive Procedures, Surgical Devices, and New Intraocular Drugs and Solutions. *Cornea.* 2008; 27 (1): 1-16.

BIBLIOGRAFÍA

17. Yee RW, Yee RW, Matsuda M, Matsuda M, Schultz RO, Schultz RO, et al. Changes in the normal corneal endothelial cellular pattern as a function of age. *Curr Eye Res.* 1985; 4 (6): 671-8.
18. Waring III GO, Bourne WM, Edelhauser HF, Kenyon KR. The corneal endothelium. Normal and pathologic structure and function. *Ophthalmology.* 1982; 89 (6): 531-90.
19. Dua HS, Faraj LA, Said DG, Gray T, Lowe J. Human corneal anatomy redefined: A novel pre-descemet's layer (Dua's Layer). *Ophthalmology.* 2013; 120 (9): 1778-85.
20. Calossi A. Corneal asphericity and spherical aberration. *J Refract Surg.* 2007; 23 (5): 505-14.
21. Dubbelman M, Sicam VADP, Van Der Heijde GL. The shape of the anterior and posterior surface of the aging human cornea. *Vis Res.* 2006; 46 (6-7): 993-1001.
22. Perez-Bermejo M, Cervino A, Calvo-Maroto AM, Moscardo M, Murillo-Llorente M, Sanchis-Gimeno JA. Corneal Thickness Response after Anesthetic Eye Drops: Our Own Results and Meta-Analysis.

BIBLIOGRAFÍA

BioMed Research International. 2018; Article ID 4743721, 9 pages.
<https://doi.org/10.1155/2018/4743721>

23. Atchison DA, Markwell EL, Kasthurirangan S, Pope JM, Smith G, Swann PG. Age-related changes in optical and biometric characteristics of emmetropic eyes. *J Vis*. 2008; 8 (4): 29, 1–20

24. González-Méijome JM, Villa-Collar C, Montés-Micó R, Gomes A, Asphericity of the anterior human cornea with different corneal diameters. *J Cataract Refract Surg*. 2007;33 (3): 465-73.

25. Douthwaite WA, Parkinson A. Precision of Orbscan II assessment of anterior corneal curvature and asphericity. *J Refract Surg*. 2009; 25 (5): 435-43.

26. Holmes-Higgin DK, Baker PC, Burris TE, Silvestrini TA. Characterization of the aspheric corneal surface with intrastromal corneal ring segments. *J Refract Surg*. 1999;15 (5): 520-8.

27. Piñero DP, Alio JL, Barraquer RI, Michael R, Jiménez R. Corneal biomechanics, refraction, and corneal aberrometry in keratoconus: An integrated

BIBLIOGRAFÍA

study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2010; 51 (4): 1948-55.

28. Montalbán R, Alio JL, Javaloy J, Piñero DP. Comparative analysis of the relationship between anterior and posterior corneal shape analyzed by Scheimpflug photography in normal and keratoconus eyes. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2013; 251 (6): 1547-55.

29. Yebra-Pimentel E, González-Jéijome 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): 385-92.

30. Chan KY, Cheung SW, Cho P. Corneal parameters of six- to 12-year-old Chinese children. *Clin Exp Optom.* 2012; 95 (2): 160-5.

31. Davis WR, Raasch TW, Mitchell GL, Mutti DO, Zadnik K. Corneal asphericity and apical curvature in children: A cross-sectional and longitudinal evaluation. *Invest Ophthalmol Visual Sci.* 2005; 46 (6): 1899-906.

BIBLIOGRAFÍA

32. Montes-Micó R. Optometría: principios básicos y aplicación clínica. Barcelona: Elsevier; 2011: 212-215.
33. Gutmark R, MD, Guyton DL, MD. Origins of the Keratometer and its Evolving Role in Ophthalmology. *Surv Ophthalmol*. 2010; 55 (5): 481-97.
34. Kilic A, Roberts C. Corneal Topography: From Theory to Practice. Amsterdam: SPB Academic Publishing; 2013: 21-27.
35. De Schweinitz GE. Diseases of The Eye: A Handbook of Ophthalmic Practice For Students and Practitioners. *Am J Med Sci*. 1899; 117 (4): 456-63.
36. Corbett MC, O'Brart DPS, Stultiens Th BA, Jongsma FHM, Marshall J. Corneal topography using a new moire image-based system. *European J Implant Refract Surg*. 1995; 7 (6): 353-70.
37. Corbett MC, O'Brat DP, Rosen ES. Corneal topography: principles and applications. London: BMJ books; 1999: 32-35.
38. Carvalho LA, Carvalho L, Stefani M, Romão AC, deCastro JC, Tonissi S, et al. Videokeratoscopes for

BIBLIOGRAFÍA

dioptric power measurement during surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2002; 28 (11): 2006-16.

39. Wilson SE, Klyce SD, Hussein ZM. Standardized Color-coded Maps for Corneal Topography. *Ophthalmology.* 1993; 100 (11): 1723-7.

40. Rand RH, Rowland HC, Applegate RA. Mathematical model of a Placido disk keratometer and its implications for recovery of corneal topography. *Optom Vis Sci.* 1997; 74 (11): 926-30.

41. Rand RH, Rowland HC, Applegate RA. Mathematical model of a Placido disk keratometer and its implications for recovery of corneal topography. *Optom Vis Sci.* 1997; 74 (11): 926-30.

42. Nathaniel E. Knox Cartwright, Tyrer JR, Marshall J. In Vitro Quantification of the Stiffening Effect of Corneal Cross-linking in the Human Cornea Using Radial Shearing Speckle Pattern Interferometry. *J Refract Surg.* 2012; 28 (7): 503-7.

43. Amano Y, Amano S, Honda N, Yamagami S, Miyai T, Samejima T, et al. Comparison of Central Corneal Thickness Measurements by Rotating

BIBLIOGRAFÍA

Scheimpflug Camera, Ultrasonic Pachymetry, and Scanning-Slit Corneal Topography. *Ophthalmology*. 2006;113 (6): 937-41.

44. Yazici AT, Bozkurt E, Alagoz C, Alagoz N, Pekel G, Kaya V, et al. Central corneal thickness, anterior chamber depth, and pupil diameter measurements using Visante OCT, Orbscan, and Pentacam. *J Refract Surg*. 2010; 26 (2):127-33.

45. Hernández-Camarena JC, Chirinos-Saldaña P, Navas A, Ramirez-Miranda A, De La Mota A, Jimenez-Corona A, et al. Repeatability, reproducibility, and agreement between three different Scheimpflug systems in measuring corneal and anterior segment biometry. *J Refract Surg*. 2014;30 (9): 616-21.

46. Savini G, MD, Carbonelli M, MD, Sbriglia A, OD, Barboni P, MD, Deluigi G, MD, Hoffer KJ, MD. Comparison of anterior segment measurements by 3 Scheimpflug tomographers and 1 Placido corneal topographer. *J Cataract Refract Surg*. 2011; 37 (9): 1679-85.

47. De Sanctis U, Missolungi A, Mutani B, Richiardi L, Grignolo F. Reproductivity and repeatability of

BIBLIOGRAFÍA

central corneal thickness measurement in keratoconus using the rotating Scheimpflug camera and ultrasound pachymetry. *Am J Ophthalmol.* 2007; 144 (5): 712-8.

48. Huang J, MD, Ding X, MD, Savini G, MD, Pan C, MD, Feng Y, MD, Cheng D, MD, et al. A Comparison between Scheimpflug Imaging and Optical Coherence Tomography in Measuring Corneal Thickness. *Ophthalmology.* 2013;120 (10): 1951-8.

49. Kawamorita, Takushi CO, Uozato H, Kamiya K, Bax L, Tsutsui K, CO, Aizawa D, et al. Repeatability, reproducibility, and agreement characteristics of rotating Scheimpflug photography and scanning-slit corneal topography for corneal power measurement. *J Cataract Refract Surg.* 2009; 35 (1):127-33.

50. Shetty R, Arora V, Jayadev C, Nuijts RMMA, Kumar M, Puttaiah NK, et al. Repeatability and agreement of three scheimpflug-based imaging systems for measuring anterior segment parameters in Keratoconus. *Invest Ophthalmol Visual Sci.* 2014; 55 (8): 5263-8.

BIBLIOGRAFÍA

51. Wilson SE, Wilson SE, Klyce SD, Klyce SD. Quantitative descriptors of corneal topography. A clinical study. *Arch Ophthalmol*. 1991;109 (3): 349-53.
52. Maeda N, Klyce SD, Smolek MK. Comparison of methods for detecting keratoconus using videokeratography. *Arch Ophthalmol*. 1995; 113 (7): 870-4.
53. Rabinowitz YS, McDonnell PJ. Computer-assisted corneal topography in keratoconus. *J Refract Corneal Surg*. 1989; 5 (6): 400-8.
54. Martinez-Abad A, Pinero D. New perspectives on the detection and progression of keratoconus. *J Cataract Refract Surg*. 2017; 43 (9):1213-27.
55. Mahmoud AM, Roberts C, Lembach R, Herderick EE, McMahon TT, CLEK Study Grp, et al. Simulation of machine-specific topographic indices for use across platforms. *Optom Vis Sci*. 2006; 83 (9): 682-93.
56. Dingeldein SA, Klyce SD, Wilson SE. Quantitative Descriptors of Corneal Shape Derived from Computer-assisted Analysis of

BIBLIOGRAFÍA

Photokeratographs. *Refract Corneal Surg.* 1989; 5 (6): 372.

57. Rabinowitz YS, Rasheed K. KISA% index: a quantitative videokeratography algorithm embodying minimal topographic criteria for diagnosing keratoconus. *J Cataract Refract Surg.* 1999; 25 (10):1327-35.

58. Smolek MK, Klyce SD. Current keratoconus detection methods compared with a neural network approach. *Invest Ophthalmol Visual Sci.* 1997; 38 (11): 2290-9.

59. Rabinowitz YS. Videokeratographic indices to aid in screening for keratoconus. *J Refract Surg.* 1995; 11 (5): 371-406

60. Thibos LN, Wheeler W, Horner D. Power vectors: An application of fourier analysis to the description and statistical analysis of refractive error. *Optom Vis Sci.* 1997; 74 (6): 367-75.

61. Ho, Jau-Der, Tsai, Ching-Yao, Tsai RJ, Kuo L, Tsai I, Liou, Shio-Wen. Validity of the keratometric index: Evaluation by the Pentacam rotating

BIBLIOGRAFÍA

Scheimpflug camera. *J Cataract Refract Surg.* 2008; 34 (1): 137-45.

62. Fam H, FRCSE, Lim K,B Optom. Validity of the keratometric index: Large population-based study. *J Cataract Refract Surg.* 2007; 33 (4): 686-91.

63. Shimmyo M, Ross AJ, Moy A, Mostafavi R. Intraocular pressure, Goldmann applanation tension, corneal thickness, and corneal curvature in Caucasians, Asians, Hispanics, and African Americans. *Am J Ophthalmol.* 2003;136 (4): 603-13.

64. Hickson-Curran S, Brennan NA, Igarashi Y, Young G. Comparative evaluation of Asian and white ocular topography. *Optom Vis Sci.* 2014; 91 (12): 1396-405.

65. Read SA, Collins MJ, Carney LG. A review of astigmatism and its possible genesis. *Clin Exp Optom.* 2007; 90 (1): 5-19.

66. Porter J, Guirao A, Cox IG, Williams DR. The human eye's monochromatic aberrations in a large population. *J Optical Society of America.* 2001;18 (8):1793-803

BIBLIOGRAFÍA

67. Sanfilippo PG, Yazar S, Kearns L, Sherwin JC, Hewitt AW, Mackey DA. Distribution of astigmatism as a function of age in an Australian population. *Acta Ophthalmol.* 2015; 93 (5): e377-85.
68. Liu Y, Chou P, Wojciechowski R, Lin P, Jui-Ling CL, Chen S, et al. Power vector analysis of refractive, corneal, and internal astigmatism in an elderly Chinese Population: The Shihpai Eye Study. *Invest Ophthalmol Visual Sci.* 2011; 52 (13): 9651-7.
69. Schuster AK, Pfeiffer N, Schulz A, Hoehn R, Ponto KA, Wild PS, et al. Refractive, corneal and ocular residual astigmatism: distribution in a German population and age-dependency - the Gutenberg health study. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2017; 255 (12): 2493-501.
70. Leung T, Lam AK, Deng L, Kee C. Characteristics of astigmatism as a function of age in a Hong Kong clinical population. *Optom Vis Sci.* 2012; 89 (7): 984-92.
71. Saunders H. Age-dependence of human refractive errors. *Ophthalmic and Physiological Optics.* 1984; 4 (3): 281.

BIBLIOGRAFÍA

72. Satterfield DS. Prevalence and variation of astigmatism in a military population. *J Am Optom Assoc.* 1989; 60 (1): 14-8.
73. Fledelius HC, Stubgaard M. Changes in refraction and corneal curvature during growth and adult life: A cross-sectional study. *Acta Ophthalmol.* 1986; 64 (5): 487-91.
74. Harvey EM, Dobson V, Miller JM. Prevalence of high astigmatism, eyeglass wear, and poor visual acuity among Native American grade school children. *Optom Vis Sci.* 2006; 83 (4): 206-12.
75. Chu CHG, Kee CS. Effects of optically imposed astigmatism on early eye growth in chicks. *PLoS ONE.* 2015; 10 (2): e0117729.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117729>
76. Goss DA, Goss DA. Meridional analysis of with-the-rule astigmatism in Oklahoma Indians. *Optom Vis Sci.* 1989; 66 (5): 281-7.
77. Zheng S, Ying J, Wang B, Xie Z, Huang X, Shi M. Three-dimensional model for human anterior corneal surface. *J Biomed Opt.* 2013; 18 (6): 065002.

BIBLIOGRAFÍA

78. Calossi A. Corneal asphericity and spherical aberration. *J Refract Surg.* 2007; 23 (5): 505-14.
79. Xiong Y, Li J, Wang N, Liu X, Wang Z, Tsai F, et al. The analysis of corneal asphericity (Q value) and its related factors of 1,683 Chinese eyes older than 30 years. *PLOS ONE.* 2017;12(5):e0176913.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176913>
80. Eghbali F, Yeung KK, Maloney RK. Topographic Determination of Corneal Asphericity and Its Lack of Effect on the Refractive Outcome of Radial Keratotomy. *Am J Ophthalmol.* 1995;119 (3): 275-80.
81. Mandell RB. Everett Kinsey Lecture. The enigma of the corneal contour. *CLAO Journal.*1992; 18 (4): 267-273
82. Llorente L, Barbero S, Cano D, Dorronsoro C, Marcos S. Myopic versus hyperopic eyes: Axial length, corneal shape and optical aberrations. *J Vis.* 2004; 4 (4): 288-98.
83. Amorim-de-Sousa A, Vieira AC, González-Méijome JM, Queirós A. Age-Related Variations in

BIBLIOGRAFÍA

Corneal Asphericity and Long-Term Changes. *Eye & Contact Lens*. 2019; 45 (2): 99-104,

84. Liu Z, Pflugfelder SC. Corneal surface regularity and the effect of artificial tears in aqueous tear deficiency. *Ophthalmology*. 1999; 106 (5): 939-43.

85. Bron AJ, de Paiva CS, Chauhan SK, Bonini S, Gabison EE, Jain S, et al. TFOS DEWS II pathophysiology report. *Ocul Surf* 2017; 15 (3): 438-510.

86. Iskeleli G, Kizilkaya M, Arslan OS, Ozkan S. The Effect of Artificial Tears on Corneal Surface Regularity in Patients with Sjögren Syndrome. *Ophthalmology*. 2002; 216 (2): 118-22.

87. Montés-Micó R, Cervino A, Ferrer-Blasco T, García-Lázaro S, Madrid-Costa D. The Tear Film and the Optical Quality of the Eye. *Ocul Surf*. 2010; 8 (4): 185-92.

88. Huang F, Tseng S, Shih M, Chen FK. Effect of artificial tears on corneal surface regularity, contrast sensitivity, and glare disability in dry eyes. *Ophthalmology*. 2002;109 (10): 1934-40.

BIBLIOGRAFÍA

89. Shimmyo M, Ross AJ, Moy A, Mostafavi R. Intraocular pressure, Goldmann applanation tension, corneal thickness, and corneal curvature in Caucasians, Asians, Hispanics, and African Americans. *Am J Ophthalmol.* 2003;136 (4): 603-13.
90. Thorn F, Cruz AAV, Machado AJ, Carvalho RAC. Refractive status of indigenous people in the northwestern Amazon region of Brazil. *Optom Vis Sci.* 2005; 82 (4): 267-72.
91. Kleinstein RN, Jones LA, Hullett S, Kwon S, Lee RJ, Friedman NE, et al. Refractive Error and Ethnicity in Children. *Arch Ophthalmol.* 2003;121 (8): 1141-7.
92. Hayashi K, Sato T, Sasaki H, Hirata A, Yoshimura K. Sex-related differences in corneal astigmatism and shape with age. *J Cataract Refract Surg.* 2018; 44 (9): 1130-9.
93. Scholz K, Messner A, Eppig T, Bruenner H, Langenbucher A. Topography-based assessment of anterior corneal curvature and asphericity as a function of age, sex, and refractive status. *J Cataract Refract Surg.* 2009; 35 (6): 1046-54.

BIBLIOGRAFÍA

94. Yazdani N, Shahkarami L, OstadiMoghaddam H, Ehsaei A. Topographic determination of corneal asphericity as a function of age, gender, and refractive error. *Int Ophthalmol.* 2017; 37 (4): 807-12.

9. ANEXOS

ANEXO 1: Consentimiento Informado en español

Nº DE REGISTRO H441618384453



VNIVERSITAT ID VALÈNCIA

Fecha:

Yo:.....

He leído la hoja de información referente al estudio de **Estudio comparativo de la morfología de la superficie anterior de la córnea en dos grupos poblacionales ecuatorianos: indígenas y afroecuatorianos en la provincia de Imbabura-Ecuador** que se me ha entregado. Comprendiendo en su totalidad su alcance y reconociendo que el objetivo del mismo es determinar las características morfológicas de la superficie corneal anterior de dos grupos poblacionales en la provincia de Imbabura- Ecuador, obtenidos por medio de un topógrafo corneal de reflexión Tomey TMS- 4N, luego de lo cual entrego mi entero consentimiento, entendiendo las consecuencias de mi participación y adicionalmente las consecuencias de no participar en ella. Asumo enteramente la responsabilidad del efecto que puedan generarse de los riesgos de la metodología del estudio.

Para ello he podido hacer preguntas sobre el estudio. Y adicionalmente he recibido suficiente información sobre el mismo. He podido hablar con Andrea Villegas Terán investigador principal del estudio, lo que me ha permitido comprender que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme del estudio cuando quiera sin tener que dar explicaciones considerando.

Estoy consciente que quién ha financiado el estudio es Andrea Villegas Terán y el Estado Ecuatoriano

ANEXOS

Y que la institución que realiza este estudio corresponde a la Universidad de Valencia en España.

Debo acotar que mi participación en el estudio no representa costo alguno para mi persona y que no voy a obtener remuneración alguna por mi participación renunciando inclusive a cualquier compensación por las molestias que pudieran surgir en el desarrollo del estudio.

Para los fines pertinentes reconozco que los datos de contacto del investigador son 0223214416 y 00593987600400 para solventar cualquier aclaración o consulta que pueda generarse antes, durante o después de participar en el estudio.

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio y otorgo mediante la presente mi compromiso de confidencialidad referente a toda la información generada de carácter personal. Doy mi consentimiento para el acceso y utilización de mis datos en las condiciones detalladas en la hoja de información. Accedo a que los datos obtenidos para el estudio puedan ser utilizadas en el futuro para nuevos análisis relacionados con el estudio y que no se encuentran previstos en el protocolo actual.

.....

Firma del paciente

CI:

.....

Firma del investigador:

CI:

Este documento se firmará por duplicado quedándose una copia el investigador y otra el paciente

ANEXOS

ANEXO 2: Consentimiento Informado en kichwa



VNIVERSITAT ID VALÈNCIA

Nº DE REGISTRO H441618384453

Pacha:

Ñuka.....

Shkani killka-katichishka panka willanakuypak rikurichina iwka kan ñukara ha kuchishka apisha pay llanpu kuni ñuka tukuy ushak tiyani uyayapak wan tukuy iwkayashkara yallina kama ruraypi Tomey TMS-4N.

Shkani ushachishka rurana tapunki jawapi rikurichina charini willanakuy jawapi rikurichina wan Andrea Villegas Terán mashkak jatun rikurichinapak ñuka kan anchunara rikurichinapak jayka munani illak charina iwka kuna.

Tiyani iwka maykan rikurichina kan Andrea Villegas Terán tiyachishkapash Ecuatoriano.

Yacha-wasi iwka ruran kay rikurichina kan sumak-yachana-wasi Valencia España pakpi. Mana charini iwka chaskina kullki rayku rikurichina mana ñukara iwka kuna kullki rayku rikurichina Charini yupay uyaykupak mashkakpak 0223214416 y 00593987600400. mana charini tapunki jawapi rikurichina.

Mana rini ta yupana imas jawapi rikurichina tukuy willanakuy kan yacha-wasipak chaskini participar rikurichina chaskini iwka rikurichina kan sumak-yachana-wasipak Valencia España pakpi

.....

.....

Shuti

Mashkak:

Cl:

Cl:

- Tiyani ish kay shinayachinki kaypak panka

ANEXO 3: Hoja de información al paciente en español



VNIVERSITAT ID VALÈNCIA

Nº DE REGISTRO
H441618384453

HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

Título del proyecto: Estudio comparativo de la morfología de la superficie anterior de la córnea en dos grupos poblacionales ecuatorianos: indígenas y afroecuatorianos en la provincia de Imbabura-Ecuador.

1. Identificación y descripción del procedimiento

El objetivo general de la presente investigación es determinar las características morfológicas de la superficie corneal anterior de dos grupos poblacionales en la provincia de Imbabura-Ecuador, obtenidos por medio de un topógrafo corneal de reflexión Tomey TMS- 4N, para lo cual se realizarán la siguiente prueba:

2. Pruebas a realizar

La prueba principal que se va a realizar es un examen no invasivo de topografía corneal anterior mediante el uso del equipo Tomey TMS-4N. Se realiza un set de tres pruebas consecutivas en cada ojo del paciente. En casos necesarios se hará uso de la técnica de esquiascopía para la valoración de reflejos (sombras) en los ojos de los pacientes.

ANEXOS

3. Consecuencias previsibles de la realización de éstas pruebas

Al ser un estudio no invasivo, se reducen las consecuencias adversas en este estudio y se limitan a la fotosensibilidad a la luz generada por los respectivos equipos. Adicionalmente, ardor ocular debido al tiempo expuesto durante la examinación. La hoja de recolección de datos y los resultados de los exámenes son estrictamente confidenciales, a los cuales solo tendrá acceso el investigador, el supervisor, y el equipo de investigación clínica doctoral que así lo requiera. En los reportes de la investigación nunca se mencionará el nombre de los pacientes. Una vez terminada la investigación, esta información será guardada por espacio de 5 años, por el investigador responsable y en caso de volver a utilizar los datos, se comunicará al paciente para solicitar su autorización.

ANEXO 4: Hoja de información al paciente en kichwa



VNIVERSITAT ID VALÈNCIA

Nº DE REGISTRO
H441618384453

PANKA WILLANAKUYPAK TA RUNA

Atunshuti yuyaktapak: Rikurichina shinapak ñawipak runapak otavaleños afroecuatoriano wanpashshuk Tomey TMS-4N Imbabura-Ecuador.

1. Willanakuy shukuchupak.

Rikuyku jatun rikurichinapak kan rimanakuy shina ñawipak otavaleños afroecuatorianos wanpash Tomey TMS-4N.

2. Taripay ta rurana.

Taripay kan ishkaypak ñawikuna runapak mana rink ta chukrina ñawikuna mana rink rurana shukuchu ñawikunapak mana rink ta llakana kikinpiti mana rink ta llankana allí-kawsay runapak.

3. Rurakuna taripaypak runapi.

Rikurichina mana llankan ñawikuna paciente rurakunapak mana tiyan sha mana kan llankankichi ñawikuna runapak jatun rura kana rupay ñawikuna ñawi puka rayku pakari taripaypak willanakuy kan mashkampak runapak sumak-yachana-wasipak valencia manapak kan kuna willanakuy runapak mana kan kuna shuti pacientepi.