



UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO

CARRERA DE TECNOLOGÍA MÉDICA

**“Estudio comparativo del grosor corneal central,
utilizando paquimetría ultrasónica SP- 3000, topografía corneal
computarizada Pentacam y tomografía de coherencia óptica
RTVue en el Hospital Naval Almirante Nef de Viña del Mar”**

**Seminario de Grado
presentado en conformidad a los requisitos para obtener
el Grado Académico de
“Licenciado en Tecnología Médica con mención en Oftalmología”**

Autores
Fabiola Olivares Olivares
Valeska Zamora Moreno

Profesor guía
T.M Norma Fuentes León
Profesor co- guía
T.M Alejandro Díaz Sagardía

2014

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar queremos dar las gracias a nuestras familias y amigos, quienes nos han apoyado de una u otra forma e incentivaron a seguir siempre en pie y conseguir nuestras metas cueste lo que cueste.

Nuestro especial agradecimiento a la Tecnólogo Médico y profesor guía, Norma Fuentes León, quien nos ayudo en cada etapa necesaria para poder cumplir con nuestra meta. También al Tecnólogo Médico Alejandro Díaz Sagardía por participar en este proyecto como profesor co-guía.

Al personal del Servicio de Oftalmología del Hospital Naval Almirante Nef de Viña del Mar, quienes con la mejor disposición aportaron su granito de arena en nuestro trabajo, Tecnólogo Médico José Baeza H., Tecnólogo Médico Juan López C., Paramédico Sargento Primero Marcela Ibani, Paramédico Sargento Segundo Claudia Olivares y Secretaria Marisol Fernández.

Finalmente a todos nuestros pacientes, quienes depositaron su confianza en nosotras siendo parte directa de este estudio.

“No puedo cambiar la dirección del viento, pero sí ajustar mis velas para llegar siempre a mi destino” (James Dean)

A mi hija, la inspiración de mi vida, a mi esposo y mi madre, por su apoyo incondicional, a mis hermanas y a esas dos personitas hermosas que desearía que estuvieran físicamente, pero desde el cielo me iluminan cada día.

Fabiola Olivares Olivares

“Nuestra gloria más grande no consiste en no haberse caído nunca, sino en haberse levantado después de cada caída” (Confucio)

A mi madre Roxana Moreno Núñez por ser mi apoyo incondicional, a Eli por ser mi amiga tanto dentro como fuera de la Universidad, y a mi mejor amiga CA quien me sigue acompañando desde el cielo.

Valeska Zamora Moreno

RESUMEN

Introducción: La medición del grosor corneal es un dato de gran importancia en oftalmología, se realiza mediante un examen llamado paquimetría, por medio de diversas técnicas, divididas básicamente en técnicas de contacto y técnicas de no contacto. En el presente estudio se realizó la medición de la paquimetría central con 3 equipos diferentes, incluyendo la técnica gold estándar de contacto y técnicas de no contacto.

Objetivos: Evaluar la concordancia del grosor corneal central (GCC) obtenido mediante paquimetría ultrasónica SP-3000, tomografía de coherencia óptica RTVue y topografía corneal computarizada Pentacam, en el Hospital Naval Almirante Nef de Viña del Mar (HNV).

Materiales y Métodos: Estudio descriptivo de concordancia con enfoque cuantitativo. Diseño no experimental, prospectivo y transeccional. Se evaluó 106 ojos mediante paquimetría ultrasónica (PUS), tomografía de coherencia óptica (OCT) y topografía corneal computarizada (Pentacam), en el HNV.

Resultados: La media del GCC fue $523,96 \pm 32,83 \mu\text{m}$ para OCT, $541,59 \pm 33,06 \mu\text{m}$ para Pentacam, y $537,12 \pm 34,61 \mu\text{m}$ para PUS. El coeficiente de correlación intraclass fue 0,993 para OCT-PUS y 0,992 para Pentacam-PUS. El coeficiente Alpha de Cronbach, fue 0,993 para OCT-PUS y 0,992 para Pentacam-PUS. Finalmente, el estudio reveló que OCT subestima y Pentacam sobreestima levemente los valores.

Conclusiones: El GCC medido con OCT y Pentacam mostró una alta concordancia en relación al gold estándar. Concluyendo que las técnicas alternativas son confiables para realizar la medición paquimétrica, considerando los beneficios que esto conlleva.

Palabras claves: *paquimetría, espesor corneal central, Tomografía de coherencia óptica (OCT), Topografía corneal computarizada (Pentacam).*

Abreviaturas

BMU: Biomicroscopia ultrasónica.

ECC: Espesor corneal central.

GCC: Grosor corneal central.

HNV: Hospital Naval Almirante Nef de Viña del Mar

mm: milímetro.

mmHg: milímetros de mercurio.

nm: nanómetro.

OCT: Optical Coherence Tomography (término anglosajón cuyo significado en español es Tomografía de Coherencia Óptica).

PIO: Presión intraocular.

PUS: Paquimetría ultrasónica.

µm: micras.

ÍNDICE

Índice de Contenidos	Páginas
RESUMEN.....	iii
PALABRAS CLAVES.....	iii
ABREVIATURAS.....	iv
 CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	 1
 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	 4
2.1.- ANATOMOFISIOPATOLOGÍA DE LA CÓRNEA.....	4
2.1.1.- Desarrollo embriológico.....	4
2.1.2.- Anatomía y fisiología de la córnea.....	8
2.1.3.- Anormalidades de la córnea.....	12
2.1.4.- Patología corneal.....	13
2.2.- MÉTODOS DE EVALUACIÓN DEL GROSOR CORNEAL.....	14
2.2.1.- Paquimetría.....	14
2.2.1.1.- Paquimetría de contacto.....	16

Índice de Contenidos	Páginas
2.2.1.1.1.- Paquimetría Ultrasónica Convencional.....	16
2.2.1.1.2.- Biomicroscopía Ultrasónica.....	17
2.2.1.2.- Paquimetría de no contacto.....	19
2.2.1.2.1.- Tomografía de Coherencia Óptica.....	19
2.2.1.2.2.- Fotografía rotacional de Scheimpflug.....	21
2.2.1.2.3.- Reflectometría Óptica de Baja Coherencia.....	22
2.2.1.2.4.-Topografía de barrido de Hendidura.....	23
2.2.1.2.5.- Microscopía Especular.....	24
CAPÍTULO III: OBJETIVOS.....	26
3.1.- OBJETIVO GENERAL.....	26
3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	26
CAPÍTULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
4.1.- METODOLOGÍA GENERAL.....	27
4.1.1.- Tipo de investigación y diseño.....	27
4.1.2.- Población de estudio.....	28
4.1.3.- Criterios de inclusión.....	29
4.1.4.- Criterios de exclusión.....	29

Índice de Contenidos	Páginas
4.1.5.- Variables.....	30
4.1.5.1.- Variable dependiente.....	30
4.1.5.2.- Variable independiente.....	30
4.1.6.- Recopilación de la información.....	31
4.1.6.1.- Fuentes de datos primaria.....	31
4.1.6.2.- Fuentes de datos secundaria.....	31
4.2.- PROCEDIMIENTOS.....	32
4.2.1.- Protocolo.....	32
4.3.- MÉTODO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	33
CAPÍTULO V: RESULTADOS.....	34
5.1.- ANÁLISIS DESCRIPTIVO.....	34
5.1.1.- Características de la muestra estudiada.....	34
5.1.2.- Medidas de tendencia central y medidas de variabilidad.....	36
5.2.- ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD.....	39
5.2.1.- Coeficiente de correlación intraclase (CIC).....	40
5.2.2.- Alfa de Cronbach.....	43
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN.....	46

Índice de Contenidos	Páginas
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES.....	48
CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
8.1.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	50
8.2.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS FIGURAS.....	56
CAPÍTULO IX: ANEXOS.....	59
9.1.- INFORMACIÓN PARA PACIENTES.....	59
9.2.- CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	61
9.3.- PROTOCOLO CLÍNICO.....	63

Índice de Figuras	Páginas
FIGURA 2.1.- A) Surco óptico, B) Vesícula óptica, C) Tallo óptico.....	5
FIGURA 2.2.- D) Placoda del cristalino, E) Vesícula del cristalino.....	5
FIGURA 2.3.- F) Copa óptica, separación del cristalino con el ectodermo, G) Cristalino, arteria hialoidea.....	6
FIGURA 2.4.- Figura esquemática de la disposición anatómica las capas de la córnea.....	9
FIGURA 2.5.- Figura histológica de la córnea obtenida mediante microscopia electrónica. Se inyectaron pequeñas burbujas de aire para separar cuidadosamente las diferentes capas, logrando visualizar la capa Dua	11
FIGURA 2.6.- Figura que muestra el correcto posicionamiento del transductor en la córnea.....	17
FIGURA 2.7.- Figura que muestra la posición del transductor y la forma en que entrega el examen.....	18
FIGURA 2.8.- Figura esquemática del Interferómetro de Michelson.....	19
FIGURA 2.9.- Figura de la paquimetría corneal obtenida con la técnica tomografía de coherencia óptica.	20
FIGURA 2.10.- Figura que muestra el segmento anterior, obtenido con el sistema Pentacam (Oculus).....	22
FIGURA 2.11.- Figura que muestra la segmentación de datos obtenidos.....	23

Índice de Figuras	Páginas
-------------------	---------

FIGURA 2.12.- Figura paquimétrica a través de topografía de barrido de hendidura.....	24
--	-----------

FIGURA 2.13.- Figura del microscopio especular CellChek XL de Konan Medical.....	25
---	-----------

Índice de Tablas	Páginas
------------------	---------

TABLA 5.1.- Características de la muestra estudiada. DP= dioptría, mm Hg= milímetros de mercurio, DE= Desviación estándar, V. Mín.= Valor mínimo, V. Máx.= Valor máximo.....	35
---	-----------

TABLA 5.2.- Datos estadísticos descriptivos calculados por ojo (53 en cada caso). Intervalo de confianza para la media al 95%. Dif. PUS= Diferencia de la media comparada con PUS, Lím Inf.= Límite inferior, Lím. Sup.= Límite superior, DE.= Desviación estándar, V. mín.= Valor mínimo, V. Máx.= Valor máximo. Valores en micras (µm).....	37
--	-----------

Índice de Tablas	Páginas
TABLA 5.3.- Tabla de clasificación de los datos obtenidos por equipo. Nº= Número de ojos analizados, DE= Desviación estándar, V. Máx.= Valor máximo, V. Mín.= Valor mínimo, μm = micras.....	38
TABLA 5.4.- Valoración de la concordancia según los valores del Coeficiente de Correlación Intraclass (CCI).....	41
TABLA 5.5.- Correlación Intraclass PUS-OCT con un índice de confianza de un 95%. CCI= Correlación Intraclass, Lím Inf.= Límite inferior, Lím. Sup.= Límite superior.....	42
TABLA 5.6.- Correlación Intraclass PUS-Pentacam con un índice de confianza de un 95%. CCI= Correlación Intraclass, Lím Inf.= Límite inferior, Lím. Sup.= Límite superior.....	43
TABLA 5.7.- Clasificación del valor de alfa de Cronbach.....	44
TABLA 5.8.- Consistencia excelente de PUS-OCT y PUS-Pentacam, siendo esta en ambos casos $\alpha \geq 0,9$	45

Índice de Gráficos	Páginas
GRÁFICO 5.1.- <i>Antecedentes mórbidos de la población estudiada. HTA= Hipertensión arterial, DM= Diabetes Mellitus, IR= Insulino resistencia.....</i>	35
GRÁFICO 5.2.- <i>Muestra la distribución de la media calculada para las paquimetrías centrales en micras obtenidas con los tres equipos.....</i>	38

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La paquimetría es una técnica que permite medir el grosor de la córnea, es de gran importancia como apoyo diagnóstico y para distintos procedimientos oftalmológicos, tales como; diagnóstico, seguimiento y manejo de ectasias corneales, evaluación de cirugía refractiva y otras prácticas quirúrgicas que involucran la córnea y en la corrección de los valores de PIO (presión intraocular); fundamental en el diagnóstico del glaucoma. Los valores promedio de la paquimetría son muy diversos según la bibliografía, “Un metaanálisis que estudió 700 publicaciones para estimar el promedio en las paquimetrías mostró un promedio de 544 μm para paquimetría ultrasónica” [2]. El estudio “Grosor corneal en una muestra de adultos de la población chilena” [2], indica que el promedio de grosor corneal central (GCC) de las mujeres Chilenas fue de $533.8 \pm 28.7 \mu\text{m}$ (abarcando un rango de 463 a 609 μm) y el de los hombres de $549.2 \pm 35.4 \mu\text{m}$ (entre 473 a 641 μm) [2].

El Servicio de Oftalmología del Hospital Naval Almirante Nef de Viña del Mar cuenta con conjunto de profesionales de la salud especializados en el área, los que se desempeñan diariamente realizando consultas médicas y diversos exámenes, entre ellos está la paquimetría; uno de los más solicitados por los Médicos Oftalmólogos, sin embargo, es el Tecnólogo Médico quien debe aplicar su criterio al momento de elegir el equipo que utilizará para realizar la medición, teniendo en cuenta los datos adicionales que cada equipo otorga, considerando al mismo tiempo el gran flujo de pacientes y por ende la alta demanda de atención, motivo por el cual se hace necesario optimizar los tiempos a la hora de ejecutar los procedimientos.

Dicho recinto cuenta con tres equipos capaces de realizar paquimetría, estos son: Paquímetro Ultrasónico SP- 3000, Topógrafo Corneal computarizado Pentacam y Tomógrafo de Coherencia óptica RTVue. La paquimetría ultrasónica es considerada la técnica gold estándar, cuyo procedimiento involucra que el instrumento tome contacto directo con la córnea, lo que puede significar, molestias para el paciente, riesgo de contagio entre pacientes, daño en la superficie ocular y finalmente supone una fuente de errores en la medición, debido a la presión ejercida sobre la córnea, así como también por un alineamiento inadecuado, ya que este ha de posicionarse totalmente perpendicular a la superficie corneal ^[3], lo que no ocurre con las técnicas alternativas, al ser de no contacto.

En la bibliografía existen estudios que realizan comparaciones con diferentes técnicas, analizando muestras de razas diferentes a la nuestra, además de ser seleccionados bajo otros parámetros. Entre ellos encontramos el estudio Español “Comparación de la medida del espesor corneal mediante paquimetría óptica (Pentacam) y Ultrasonidos” ^[4], en donde se utilizó Pentacam de Oculus y Micropach 200P de Sonomed, analizando pacientes sin cirugías refractivas y post cirugía. Los resultados en promedio fueron mayores para Pentacam en ambos grupos estudiados, con una excelente fiabilidad y consistencia con ambos métodos, por lo que asegura que Pentacam es un método exacto para medir paquimetría. Mientras que en el estudio Argentino “Estudio comparativo de medición del espesor corneal central utilizando paquimetría ultrasónica y Pentacam” ^[5], en que se utilizaron los mismos equipos, pero los pacientes se agruparon en cirugía refractiva, glaucoma y queratocono, los resultados fueron mayores para la técnica de contacto ultrasónica solo en el grupo de queratocono, arrojando que no existen diferencias significativas entre ambos equipos.

En cuanto al estudio, también Español, “Comparación del espesor corneal medido con tomografía de coherencia óptica de segmento anterior y paquimetría ultrasónica” ^[6], los resultados de grosor corneal son mayores para la paquimetría ultrasónica, mostrando una elevada correlación intraclase, y un alto

nivel de concordancia, aunque presentando una ligera sobreestimación en la media de los ultrasonidos.

El presente estudio realizado en el Hospital Naval Almirante Nef de Viña del Mar, compara los valores paquimétricos en pacientes de raza hispano-latina, medidos mediante paquimetría ultrasónica, método de contacto, y considerado gold estándar, en relación a los valores paquimétricos medidos con tomografía de coherencia óptica y topografía corneal computarizada, métodos de no contacto, disponibles en el recinto mencionado.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1.- ANATOMOFISIOPATOLOGÍA DE LA CÓRNEA

2.1.1.- Desarrollo embriológico

Entre los 22 y los 25 días de gestación aparece la primera manifestación del desarrollo ocular, como dos surcos anteriores, en las paredes laterales del diencéfalo ^[7]. Con el cierre del tubo neural, estos surcos producen evaginaciones del diencéfalo, llamadas vesículas ópticas que están comunicadas con el tercer ventrículo. Estas vesículas se comienzan a estrechar, dando lugar al tallo óptico, el que comunicara la vesícula con el cerebro al llenarse de células nerviosas, formando el Nervio Óptico. (*FIGURA 2.1*)

Posteriormente se añade una capa de células del ectodermo superficial, que cubre a la vesícula óptica, y que a su vez formarán la placoda del cristalino (*FIGURA 2.2*). A su vez, se produce una invaginación en la vesícula óptica y que formará así el cáliz óptico.

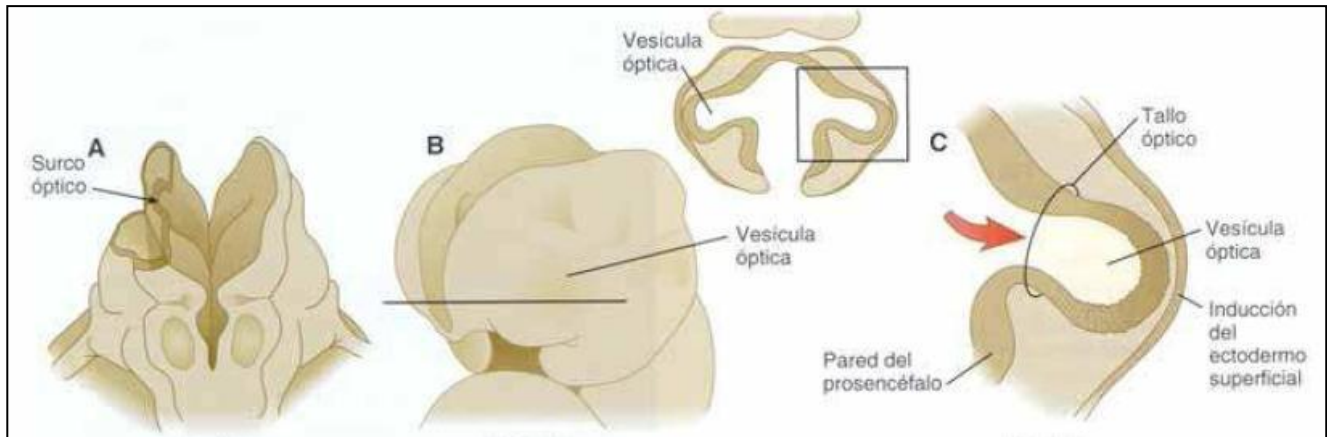


FIGURA 2.1.- A) Surco óptico, B) Vesícula óptica, C) Tallo óptico.

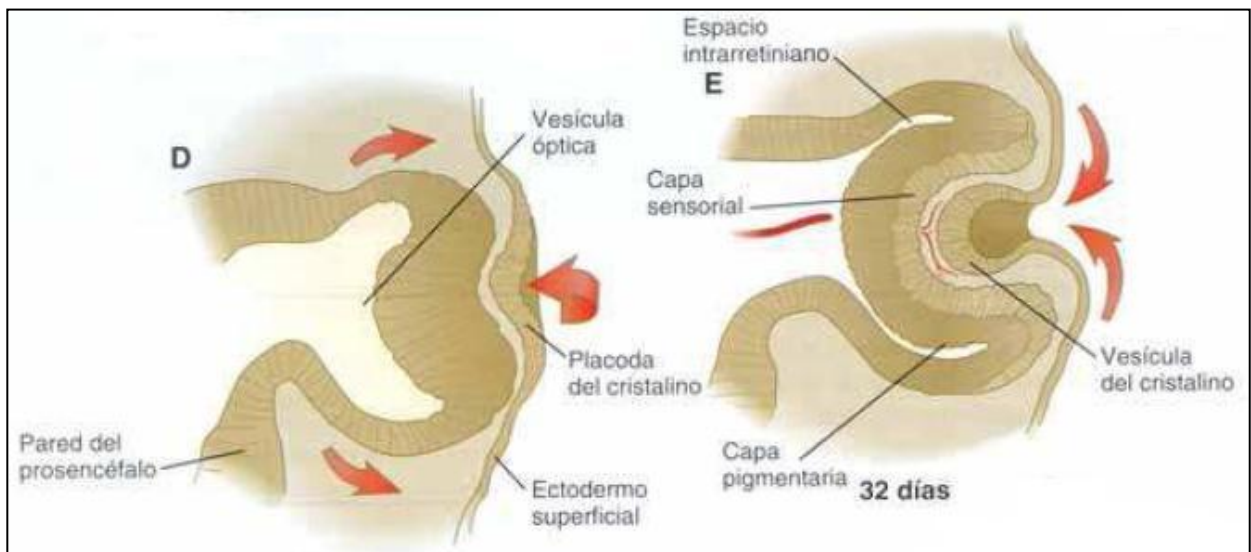


FIGURA 2.2.- D) Placoda del cristalino, E) Vesícula del cristalino.

Transcurridas 5 o 6 semanas, se forma la córnea como resultado de la inducción de la vesícula del cristalino sobre el ectodermo superficial, inicialmente con un espesor de una o dos células. (FIGURA 2.3)

Las células ectodérmicas basales aumentan en altura y secretan colágeno dando origen al estroma primario de la córnea. Más tarde y por migración de células del mesodermo se formará el endotelio corneal, cuyas células secretaran ácido hialurónico que captarán agua y engrosaran el estroma primario, dándose origen a una segunda migración de células mesodérmicas de naturaleza fibroblástica a la cornea, que producirán hialuronidasa y degradan el ácido hialurónico del estroma primario, disminuyendo su grosor. Pasando así a llamarse estroma secundario, el que para incrementar su transparencia elimina el agua mediante un proceso regulado por la tiroxina (secretada por la glándula Tiroides).

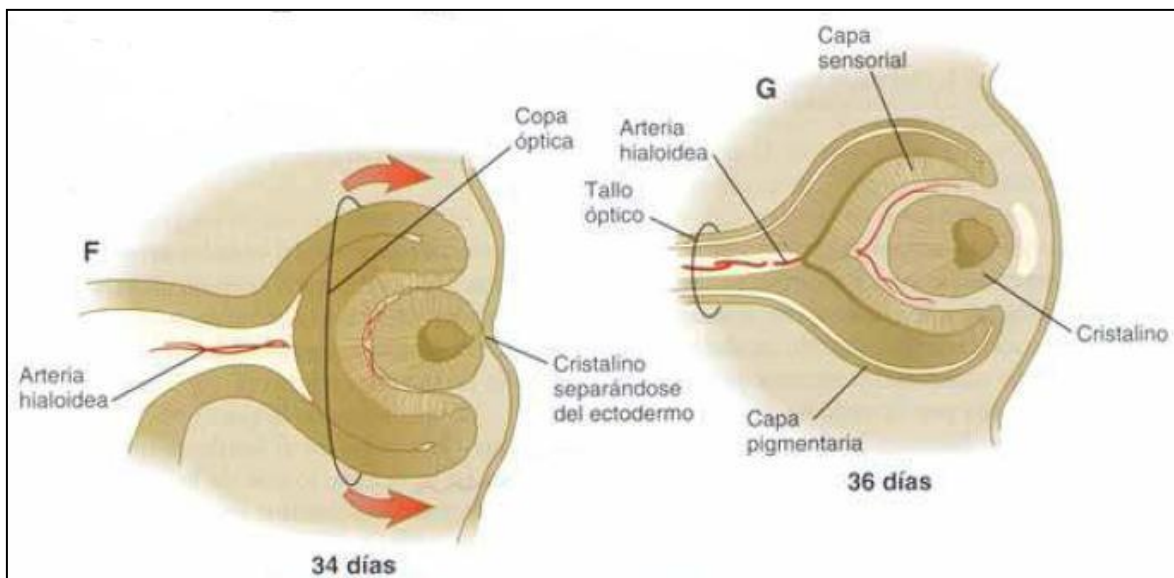


FIGURA 2.3.- F) Copa óptica, separación del cristalino con el ectodermo,

G) Cristalino, arteria hialoidea.

El epitelio corneal queda expuesto al líquido amniótico hasta la sexta y octava semana, que es cuando se inicia la formación de los párpados. Entre la octava semana y el quinto mes, los párpados están fusionados y luego vuelven a abrirse. Durante todo el período gestacional, el epitelio corneal presenta una gran cantidad de cambios en su estructura y número de células.

En la octava semana comienza el desarrollo la membrana de Descemet, que continúa su desarrollo después del nacimiento. Aproximadamente en la semana trece se observa la formación de la membrana basal del epitelio corneal. Finalmente la córnea sufre una transformación en el radio de curvatura, lo que permitirá participar de forma adecuada en el correcto enfoque de la luz en la retina. El diámetro corneal pasa de los 4 mm hasta los 9,5 – 10,5 mm al nacer ^[8].

El cuerpo vítreo es un tejido gelatinoso proveniente de tejido mesenquimatoso laxo que invade la copa óptica durante el desarrollo inicial del ojo. Este es irrigado por la arteria hialoidea, que pasa por un canal formado por la fisura coroidea y el surco óptico. Cuando finaliza la formación del ojo pasará a llamarse arteria central de la retina, quedando solo un vestigio hacia la cámara vítrea llamado conducto hialoideo.

Al mismo tiempo que se desarrolla cristalino y córnea, la copa óptica también presenta transformaciones, La capa más interna incrementa su grosor y las células comienzan un proceso de diferenciación, mientras que la capa externa permanece delgada y pasa a formar el epitelio pigmentario de la retina.

Fuera de la copa óptica hay células mesenquimáticas que reaccionaran a un estímulo del epitelio pigmentario de la retina y darán lugar a una capa vascularizada llamada coroides, formada por las células mas internas y a una capa de colágeno denso llamada esclerótica, formada por las células más externas.

La retina se forma a partir de la copa óptica, en donde 2/3 posteriores formarán la porción óptica, correspondiente a diferenciación de células

fotorreceptoras y el 1/3 anterior formara la porción ciega que corresponde al iris y zona ciliar ^[8].

2.1.2.- Anatomía y fisiología de la córnea

La córnea es un tejido altamente diferenciado, ubicado en la parte anterior del globo ocular, es transparente y avascular. Cubre el iris, la pupila y la cámara anterior, y cumple la función de proteger estas estructuras, además de aportar poder refractivo de aproximadamente 42 dioptrías ^[8] para enfocar la luz en la retina.

El grosor de la córnea alcanza casi 1 mm en la periferia y es de aproximadamente 0,5 mm en la zona central ^[9]. Su cara anterior es convexa y ovalada, verticalmente mide 11 mm y horizontalmente 12 mm, con un radio de curvatura de 7.8 mm, lubricada constantemente por la película lagrimal. Su cara posterior es cóncava, bañada por el humor acuoso y mide vertical y horizontalmente 13 mm., con un radio de curvatura de 6.5 mm.

Está compuesta por seis capas, de anterior a posterior: el epitelio, la membrana de Bowman, el estroma, la capa de Dua ^[10] (conocida en el año 2013), la membrana de Descemet y el endotelio. (*FIGURA 2.4*)

El **endotelio corneal** es una capa renovable que realiza las funciones de protección física, barrera frente a fluidos y microorganismos, estabilizador de la lágrima y finalmente funciones ópticas, como son la transparencia y poder refractivo. Es un epitelio estratificado compuesto por 5 o 6 capas de células que aumenta a 8 u 10 en la periferia. Las células de la superficie son escamosas

planas superpuestas no queratinizadas. Las capas intermedias constan de células aladas y en la capa más profunda, las células basales son columnares muy cercanas. Estos tres estratos forman una capa de espesor uniforme de unas 51 μm conectadas por diferentes uniones que son las uniones estrechas, las uniones adherentes y las uniones gap (impiden el paso de moléculas, unen los haces de actina y permiten el paso de iones y moléculas hidrosolubles), además de los desmosomas y hemidesmosomas. ^[11].

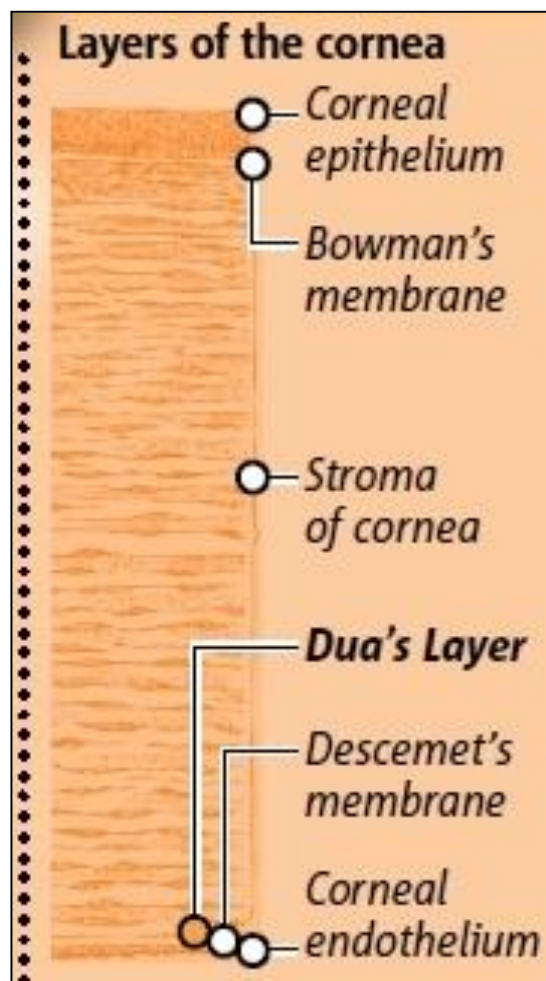


FIGURA 2.4.- Figura esquemática de la disposición anatómica las capas de la córnea.

La **membrana de Bowman** tiene un grosor de aproximadamente 17 μm . Es una capa acelular constituida por fibrillas uniformes de colágeno tipo I (abunda en la dermis, hueso, tendón y córnea. Son fibrillas estriadas entre 20 a 100 nm de diámetro agrupables en fibras colágenas mayores, cuya principal función es proporcionar la capacidad de elasticidad y resistencia) ^[12]. Esta capa no es renovable y se adhiere a la membrana basal por medio de las fibras colágenas de tipo VII.

El **Estroma** constituye el 90% del grosor corneal total, y está formado por fibras colágenas, queratocitos y matriz extracelular. Las fibras colágenas están constituidas mayoritariamente por colágeno tipo I, además de los tipos V y VI. Son de grosor uniforme entre 22 y 35 nm y separadas por 41 nm. Se forman redes llamadas lamelas que van ubicadas paralelamente de limbo a limbo. El entrecruzamiento lamelar se da más densamente en el tercio anterior. La matriz está compuesta por colágeno y proteoglicanos. Es de forma plana y se entrelazan por medio de uniones GAP. Los queratocitos fabrican los proteoglicanos y el colágeno y participan en la estabilidad lamelar, además de actuar en la cicatrización.

La **capa de Dua** es acelular dura y resistente, tiene un grosor de $10,15 \pm 3,6 \mu\text{m}$ compuestas de 5 a 8 láminas de colágeno tipo I dispuestas en forma transversal, longitudinal y oblicua, separando definitivamente la última fila de queratocitos de la córnea ^[10]. Existe la probabilidad de que participe en la hidropesía aguda, descematocele y distrofias pre-Descemet ^[10]. Última capa en incorporarse a la anatomía corneal. (*FIGURA 2.5*)

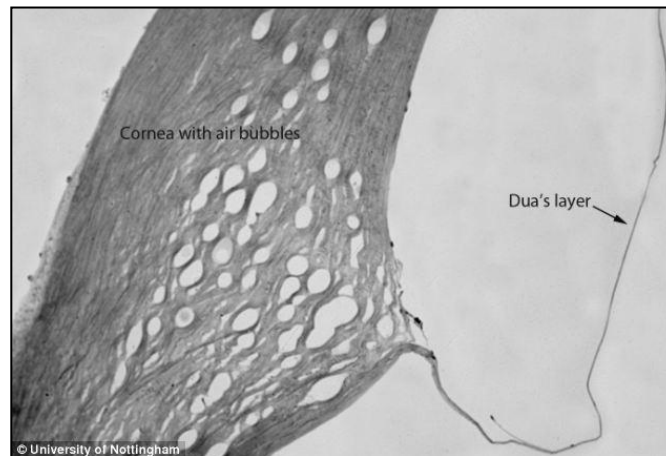


FIGURA 2.5.- *Figura histológica de la córnea obtenida mediante microscopía electrónica. Se inyectaron pequeñas burbujas de aire para separar cuidadosamente las diferentes capas, logrando visualizar la capa Dua.*

La **membrana de Descemet** es una capa acelular formada principalmente por fibras de colágeno tipo IV (función principal de sostén y filtración) y posee entre 2 y 20 μm de grosor, es la membrana basal del endotelio. Al nacer tiene un grosor de 3 μm que va creciendo a un ritmo aproximado de 1 μm por década.

Finalmente el **Endotelio**, es una capa unicelular escamosa de 5 μm de grosor. La función de esta capa es la regulación del fluido que ingresa a la córnea desde la cámara anterior. Con el paso de los años existe una pérdida de la densidad endotelial, al morir estas células, las vecinas completan el vacío que dejan por medio de la modificación de su tamaño (polimegatismo) y de su forma (pleomorfismo). Al igual que el epitelio, presenta uniones de tipos estrechas, adherentes y GAP, no así, desmosomas y hemidesmosomas ^[11].

La córnea presenta una rica inervación sensitiva a cargo de los nervios ciliares largos, provenientes de la división oftálmica del nervio trigémino, los cuales al llegar a la córnea pierden sus fibras de mielina y se distribuye en forma de plexo anular, penetrando el estroma anterior ingresan a la membrana de Bowman y al epitelio. Se conocen tres tipos de terminaciones nerviosas, las nociceptoras que responden a estímulos mecánicos, las polimodales que responden a varios tipos de estímulos (químico, mecánico y de temperatura) y las de temperatura ^[11,7].

La nutrición corneal es por medio del oxígeno ambiental disuelto en la película lagrimal, vasos perilímbicos y el humor acuoso ^[11].

2.1.3.- Anormalidades de la córnea

Como resultado de alteraciones en el desarrollo embriológico, pueden existir anomalías o malformaciones que afecten el globo ocular, involucrando una o más estructuras, estas pueden ser causadas por factores genéticos, infecciosos, inflamatorios, tóxicos, metabólicos, traumáticos o mecánicos ^[13].

En relación a las anomalías que afectan únicamente a la córnea, puede haber ausencia de córnea o Criptoftalmos, Pseudocriptoftalmos, Microcórnea; cuando su diámetro horizontal menor a 10 mm en presencia de un ojo de tamaño normal ^[14], Megalocórnea, cuando mide 13 mm o más de diámetro horizontal ^[14], Esclerocórnea o córnea plana, Queratectasia y estafiloma anterior congénito, y Dermoides.

Como se mencionó anteriormente, existen anomalías que afectan todas las estructuras del polo anterior y por tanto involucran a la córnea, entre ellas, podemos mencionar: Embriotoxon posterior, anomalía y síndrome de

Axenfeld, anomalía y síndrome de Rieger, anomalía de Peters, queratocono posterior y Aniridia.

2.1.4.- Patología corneal

La patología general de la córnea está dominada por dos factores básicos; la avascularidad, que explica la lentitud, cronicidad y dificultad de tratamiento, y la transparencia que se altera con facilidad, repercutiendo en la función visual ^[15]. Sin embargo la córnea puede verse afectada por Queratitis, Queratopatías infecciosas; ya sean virales a través de los virus Herpes Simple, Herpes Zoster, virus de Epstein-Barr y Adenovirus; bacterianas tales como *Neisseria Gonorrhoeae*, *Corynebacterium Diphtheriae*, *Haemophilus*, entre otras; micóticas y por *Acanthamoeba*, por Queratopatías no infecciosas; como Queratitis intersticial, Queratitis puntata superficial de Thygeson, Queratoconjuntivitis límbica superior, úlcera de Mooren y Queratolisis marginal. Además de distrofias y degeneraciones, tumores, traumas, enfermedades sistémicas y alteraciones producto de procedimientos quirúrgicos ^[10].

2.2.- MÉTODOS DE EVALUACIÓN DEL GROSOR CORNEAL

2.2.1.- Paquimetría

La paquimetría es la medida del grosor corneal tanto central como periférico. Esta medición es de gran importancia como apoyo diagnóstico en oftalmología y su valor puede ser determinado por intermedio de distintas técnicas, las que se clasifican como técnicas de contacto y de no contacto, que se detallarán más adelante. Los valores normales son de aproximadamente 540 μm en la zona central, aumentando progresivamente hacia la periferia, llegando a valores entre 600 y 700 μm ^[1]. Estas cifras varían según el autor, sin embargo, la literatura coincide en que el GCC es más delgado que en la periferia, y que los valores periféricos varían según cuadrante, siendo más delgada hacia nasal, aumentando hacia inferior, luego a superior, para finalmente obtener un mayor grosor hacia temporal.

Como delimitación del área corneal, tenemos:

- Córnea central: área que se encuentra en los 2,0 mm alrededor del ápex corneal.
- Córnea paracentral: anillo corneal que se encuentra desde los 2,0 mm hasta los 4,0 mm del centro corneal.
- Córnea periférica: anillo que se extiende desde los 4,0 mm del centro de la córnea hasta el limbo.

La evaluación del grosor corneal se ha convertido en una prueba fundamental en el estudio de los pacientes con glaucoma, al ser un factor relevante en la consideración de la medida de la PIO (presión intraocular). Ehlers y col.^[15] por medio de un sistema de manometría¹, tomaron los valores obtenidos con tonometría de aplanación y los compararon con la PIO real, concluyendo que los valores tonométricos más precisos se dan en córneas de 520 μm , y que por cada 10 μm de variación el error inducido es de 0,7 mmHg, cuando las córneas son más delgadas la PIO se infravalora y en córneas más gruesas se sobrevalora. Whitacre y col.^[16] realizaron el mismo estudio y determinaron que la tonometría aplanática es más exacta cuando se mide en córneas de alrededor de 550 μm , observando el mismo error inducido, descrito por Ehlers (1975). Se han realizado diversos estudios, donde cada autor propone sus propias correcciones, sin embargo, los más utilizados actualmente son los “Valores de corrección para lecturas de tonometría de aplanación según el espesor corneal”, cálculo basado en los datos de Ehlers et al (1975). Modificados por Stodtmeister (1998), considerando como media aritmética de espesor corneal en sujetos sanos: 545 μm (Doughty and Zaman 2000)^[17].

La paquimetría es también de gran utilidad en cirugías que involucran la córnea, además de aportar en la detección y manejo de diversas patologías. Sin embargo, cabe destacar que por sí sola no constituye un diagnóstico médico.

Es importante mencionar que los valores paquimétricos pueden verse afectados por factores fisiológicos, patológicos y traumáticos, tales como la edad, el uso de lentes de contacto, variaciones cíclicas del grosor corneal, estado hormonal femenino, patologías oculares (mencionadas en el ítem 2.1.4) y sistémicas, tipo de paquímetro y operador, diferencias entre razas y poblaciones [China $551.33 \pm 34.62 \mu\text{m}$, Hungría $547 \pm 36.0 \mu\text{m}$, Japón $517.5 \pm 29.8 \mu\text{m}$,

¹ Manometría: Medida de la presión intraocular, mediante el cálculo de la diferencia entre la presión real o absoluta y la presión atmosférica^[18].

Caucásicos (USA) $563 \pm 36 \mu\text{m}$, Hispanos (USA) $568 \pm 44 \mu\text{m}$, Afroamericanos (USA) $523 \pm 40 \mu\text{m}$ ^[2], y finalmente el estado de hidratación corneal ya que el fluido en el estroma es absorbido en la matriz intercelular debido al entrecruzamiento característico de las fibrillas de colágeno, de modo que un aumento en la hidratación se manifiesta como aumento del espesor corneal ^[11], por ende cualquier situación que afecte la hidratación corneal puede ocasionar cambios en el espesor corneal ^[19].

2.2.1.1.- Paquimetría de contacto

2.2.1.1.1.- Paquimetría Ultrasónica Convencional

La paquimetría ultrasónica fue introducida por Kremer en la década de los 80 y hoy en día aun es considerada como el gold estándar ^[20], al ser uno de los métodos más usados y confiables para medir el grosor corneal.

El Paquímetro ultrasónico es un medidor biométrico con un microprocesador incorporado, basado en la emisión de un haz de ultrasonidos de 20 MHz ^[20] a través de un transductor que se pone en contacto con la superficie corneal, por lo que es necesario utilizar anestesia tópica al realizar la medición. Parte del haz es reflejada en la interfase endotelio corneal-humor acuoso y luego retorna hacia el transductor. El equipo calcula tiempo que tarda este recorrido y lo convierte en distancia en virtud de la velocidad de propagación del ultrasonido a través del tejido corneal (1630 m/s), la cual depende del grado de hidratación del

estroma. De esta forma el paquímetro ultrasónico obtiene la medición exacta del espesor corneal ^[11].



FIGURA 2.6.- *Figura que muestra el correcto posicionamiento del transductor en la córnea.*

2.2.1.1.2.- *Biomicroscopía Ultrasónica*

La BMU fue introducida en oftalmología por Pavlin y otros en 1990 ^[21]. Al igual que la PUS, la BMU se basa en la emisión de ultrasonido, con la diferencia que en esta técnica posee 50 MHz, esto permite mayor visibilidad de las estructuras del segmento anterior y por ende, tiene muchas utilidades en el

estudio del polo anterior. Otra diferencia con la técnica convencional, es que al realizar el procedimiento el ojo debe estar inmerso en suero salino [20].

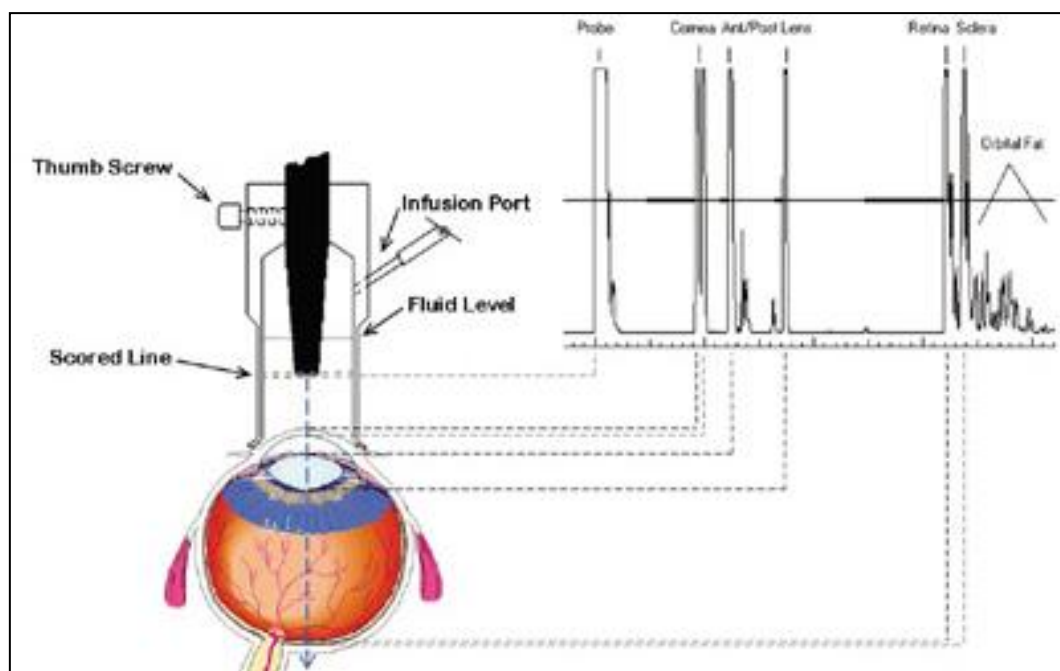


FIGURA 2. 7.- Imagen que muestra la posición del transductor y la forma en que entrega el examen.

2.2.1.2.- Paquimetría de no contacto

2.2.1.2.1.- Tomografía de Coherencia Óptica

La tomografía de coherencia óptica se basa en la técnica de interferometría de Michelson. La técnica consiste en la emisión de un rayo de luz coherente con una longitud de onda aproximada de 840 nm que es dividido en dos rayos; uno que atraviesa las diferentes estructuras anatómicas y otro que se refleja en un espejo de referencia, luego un detector es capaz de analizar las diferencias entre ambos rayos reflejados y traducirlos en términos de distancia y de dispersión ^[21] (FIGURA 2.8), permitiendo de esta forma la adquisición de imágenes y posterior análisis de estas, a una velocidad de 26.000 imágenes por segundo, con una resolución de hasta 5 μm , según el equipo. Con el OCT RTVue se puede analizar retina, nervio óptico, segmento anterior y mapeo paquimétrico ^[22].

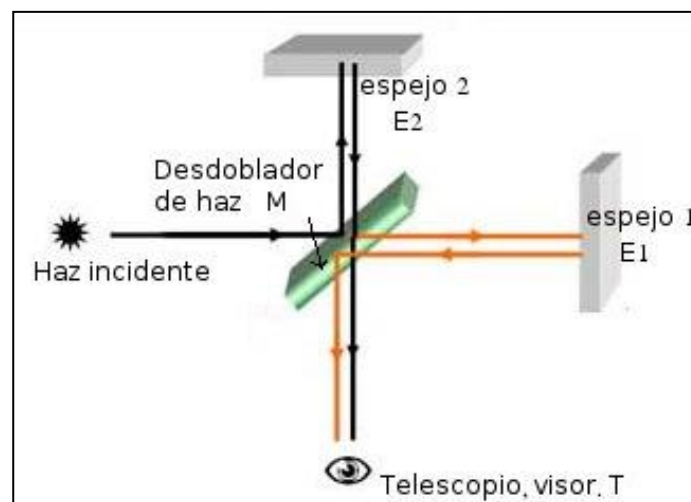


FIGURA 2.8.- Figura esquemática del Interferómetro de Michelson.

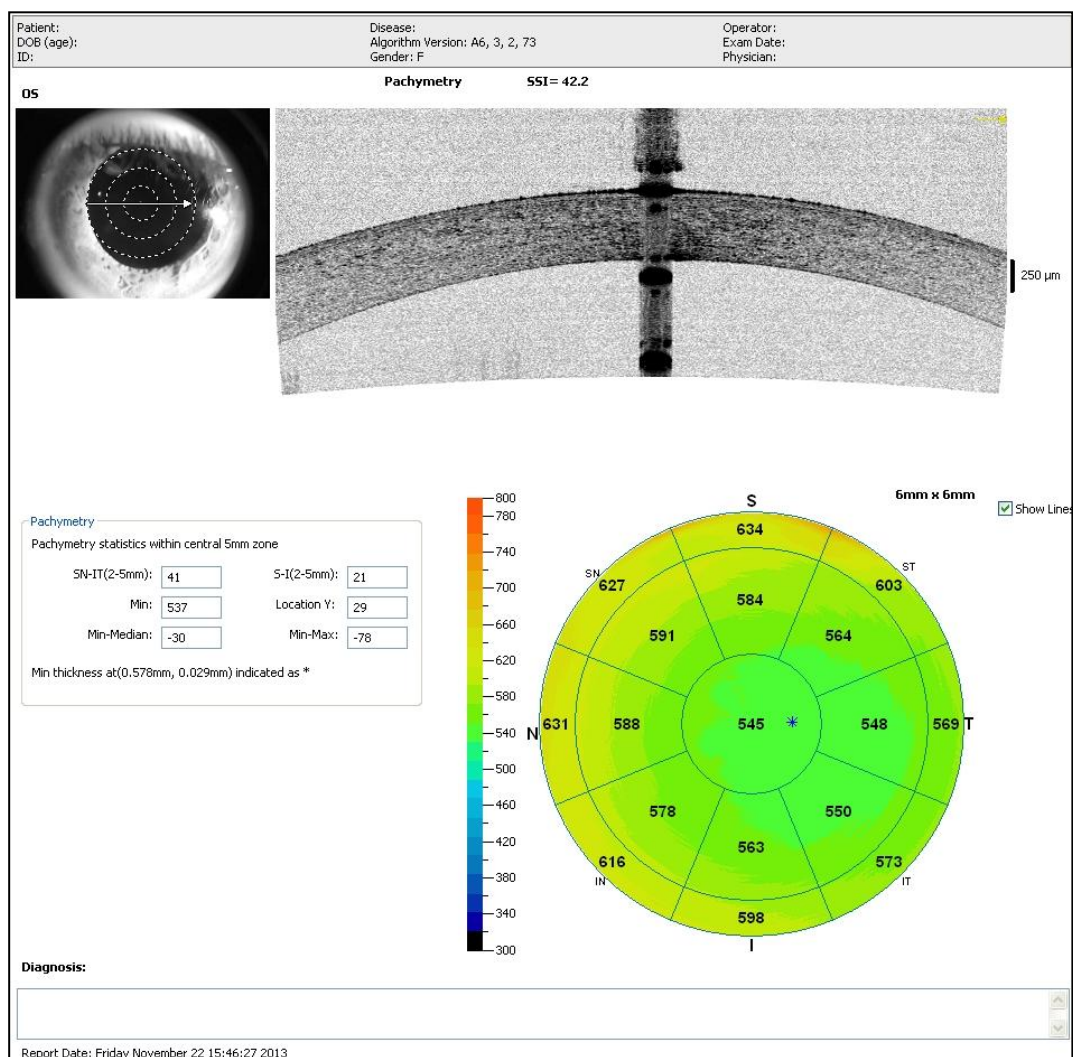


FIGURA 2.9.- Figura de la paquimetría corneal obtenida con la técnica tomografía de coherencia óptica.

2.2.1.2.2.- Fotografía rotacional de Scheimpflug

La fotografía rotacional de Scheimpflug utiliza una cámara rotatoria que captura imágenes tanto del segmento anterior como posterior del globo ocular, estas imágenes se obtienen tras la emisión de luz monocromática, con una longitud de onda de 475 nm ^[20]. Básicamente se toman una serie de fotografías, para formar un modelo tridimensional de la cornea, entregando la información en mapas de colores asociados a un valor, de fácil interpretación. El sistema de topografía corneal Pentacam (Oculus) se basa en esta técnica obteniendo mediante imágenes tomadas por una cámara rotatoria de Scheimpflug y un disco de plácido que analizan 25.000 puntos de elevación, además es capaz de rotar 180 grados para adquirir 25 imágenes que contiene 500 medidas paquimétricas ^[21], entrega datos de curvatura y también mediante algoritmos matemáticos, la paquimetría (*FIGURA 2.10*), profundidad de cámara anterior, densitometría, ubicación y diámetro pupilar ^[5].

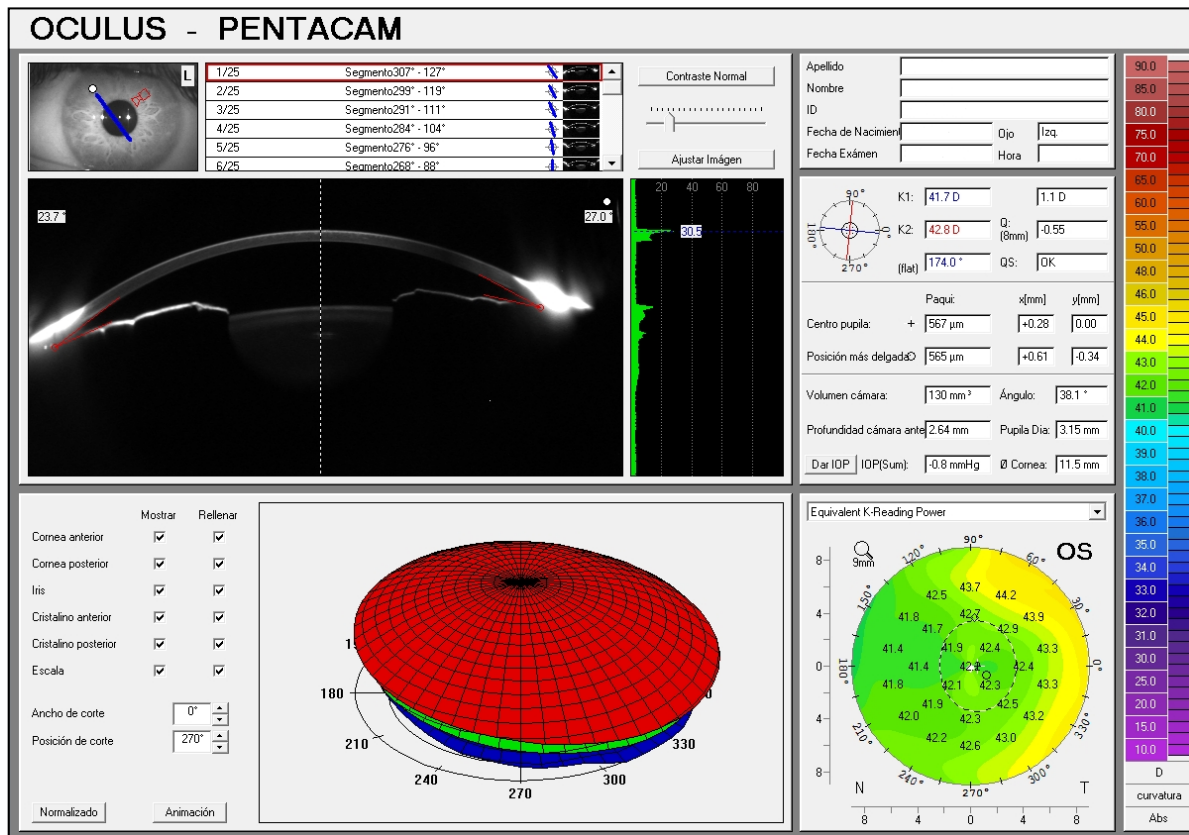


FIGURA 2.10.- Figura que muestra el segmento anterior obtenida con el sistema Pentacam (Oculus)

2.2.1.2.3.- Reflectometría Óptica de Baja Coherencia

La reflectometría óptica de baja coherencia fue propuesta a finales de los años 80 y consiste en un interferómetro de Michelson iluminado por una fuente óptica de banda ancha con un espejo móvil en uno de sus brazos y el componente a medir en el otro ^[23]. utiliza dos haces de luz paralelos cuya longitud de onda es de 780 nm utilizando un diodo super-luminiscente. Sus propiedades

ópticas le permiten obtener una longitud de coherencia baja dando lugar a una resolución de aproximadamente 30 μm . El Lenstar LS 900 (Haag-Streit AG) se basa en esta técnica de adquisición y no solo aporta información de la paquimetría corneal, sino que también de la profundidad de la cámara anterior y de la longitud axial ^[20].

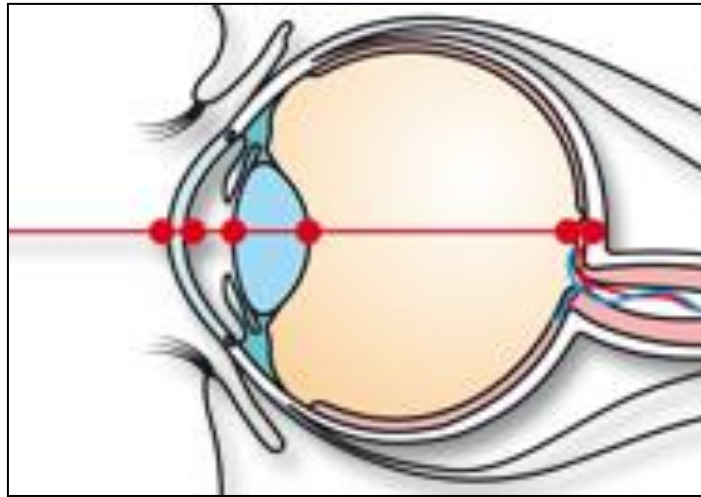


FIGURA 2.11.- Figura que muestra la segmentación de datos obtenidos.

2.2.1.2.4.-Topografía de barrido de Hendidura

A diferencia de los topógrafos que utilizan una cámara rotacional de Scheimpflug y un disco de Plácido, el topógrafo Orbscan II (Bausch & Lomb) posee la tecnología de barrido de hendidura, realizando sus medidas mediante un disco de Plácido y dos haces de luz proyectados por una lámpara de hendidura, lo que le permite, tomar 40 imágenes, 20 haces proyectados hacia la izquierda y 20

hacia la derecha, con una distancia entre cortes de 250 μm , estudiando unos 9.000 puntos en apenas 1.5 segundos ^[24]. Posee un software que analiza las imágenes obtenidas de la reflexión de ambas caras, anterior y posterior de la córnea dando lugar a los mapas de elevación anterior y posterior, cuya substracción da lugar al mapa paquimétrico ^[24].

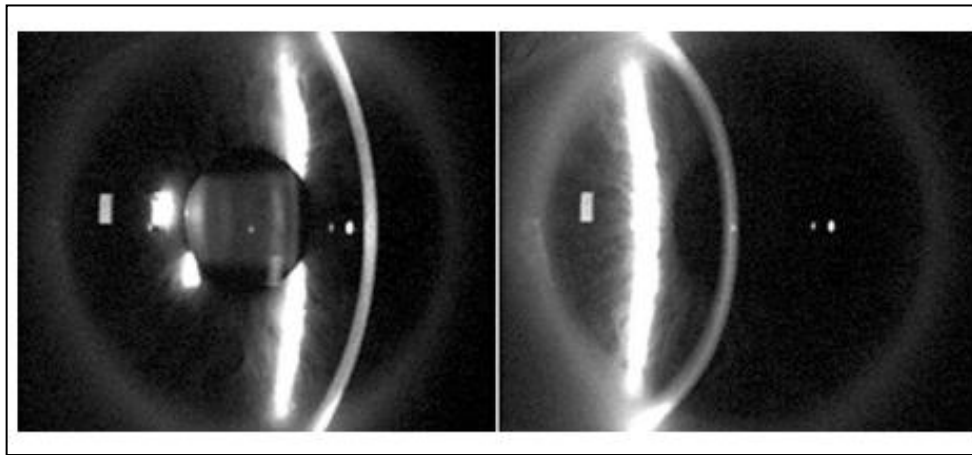


FIGURA 2.12.- Figura paquimétrica a través de topografía de barrido de hendidura.

2.2.1.2.5.- Microscopía Especular

Su origen se remonta al año 1960, como una modificación realizada por Maurice a la biomicroscopía especular descrita en 1920 por Vogh ^[25]. La microscopia especular se ha ido modificando y perfeccionando con el paso del tiempo. En un principio era una técnica de contacto y actualmente los equipos que se utilizan son de no contacto. Posee modernos métodos de análisis de imagen,

que permiten un estudio morfológico y morfométrico más completo del endotelio corneal. Además aporta información sobre la paquimetría corneal a través de la proyección de una luz en forma de hendidura, que permite cuantificar la distancia entre el rayo reflejado por la cara anterior y posterior de la córnea ^[20].



FIGURA 2.13.-. Microscopio especular CellChek XL de Konan Medical

CAPÍTULO III: OBJETIVOS

3.1.- OBJETIVO GENERAL

Determinar la concordancia de las técnicas de evaluación paquimétrica, entre los equipos de tomografía de coherencia óptica RTVue y topografía corneal Pentacam, en relación a la técnica gold estándar adquirida a través de paquimetría ultrasónica Tomey, en el Hospital Naval Almirante Nef de Viña del Mar.

3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar que técnica paquimétrica disponible en Hospital Naval Almirante Nef de Viña del Mar, se asemeja más a los valores obtenidos con el gold estándar.
- Proponer el método paquimétrico que más se adecúe a las necesidades, requerimiento y funcionamiento del Servicio de Oftalmología del Hospital Naval Almirante Nef de Viña del Mar.

CAPÍTULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS

4.1.- METODOLOGÍA GENERAL

4.1.1.- Tipo de investigación y diseño

Según los objetivos básicos de la investigación, se realizó un estudio de tipo descriptivo y de concordancia, este se llevó a cabo mediante un enfoque cuantitativo.

Según el propósito del estudio, se utilizó un diseño no experimental, porque no hubo manipulación de las variables. En cuanto a la cronología de las observaciones, fue prospectivo, por lo que las medidas se realizaron luego de planificar el estudio, y finalmente según el número de mediciones, se utilizó un diseño transeccional o transversal ya que las observaciones se llevaron a cabo solo una vez.

4.1.2.- Población de estudio

La población de estudio fue constituida aleatoriamente por 106 ojos, de 53 pacientes, quienes cumplieron plenamente con los requisitos del estudio.

Para determinar el tamaño muestral se consideró que la población de estudio es finita y cuyo tamaño (N) es 60, correspondiente a los pacientes mensuales que asisten al Servicio de Oftalmología del Hospital Naval Almirante Nef de Viña del Mar a realizarse el examen de paquimetría. Se consideró además un 95% de confianza y un margen de error de un 5%. Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \cdot Z\alpha^2 \cdot p (1 - p)}{d^2 (N - 1) + Z\alpha^2 \cdot p (1 - p)}$$

Donde:

N = tamaño de la población

$Z\alpha = 1.96$ al cuadrado (con un índice de confianza del 95%)

d = margen del error de la población estimada

α = riesgo de que el error real supere d

p = estimación anticipada de la proporción

Por lo tanto:

$$n = \frac{60 \cdot 1,96^2 \cdot 0,5 (1 - 0,5)}{0,05^2 (60 - 1) + 1,96^2 \cdot 0,5 (1 - 0,5)}$$

$$n = \frac{57,624}{1,1079} = 52.012$$

$$n = 53$$

De este modo se obtiene que el tamaño muestral es de 53 pacientes.

4.1.3.- Criterios de inclusión

- Personas entre 18 y 40 años, de ambos sexos.
- Raza Hispano-Latina.

4.1.4.- Criterios de exclusión

- Antecedentes de intervenciones quirúrgicas corneales.
- Presión intraocular mayor de 21 mmHg.

- Uso de lentes de contacto.

4.1.5.- Variables

4.1.5.1.- Variable dependiente

- Grosor corneal

4.1.5.2.- Variable independiente

- Paquímetro

4.1.6.- Recopilación de la información

4.1.6.1.- Fuentes de datos primarias

Los exámenes se llevaron a cabo durante el mes de diciembre del año 2013 y se obtuvieron mediante; Paquímetro ultrasónico SP – 3000 de Tomey Inc., fabricado en el 2006, Japón, Topógrafo Corneal Computarizado Pentacam de Oculus, fabricado en el 2009, Alemania y Tomógrafo de Coherencia Óptica RTVue de Optovue Inc. Fabricado en el 2009, Estados Unidos.

4.1.6.2.- Fuentes de datos secundarias

Se consultó bibliografía virtual publicada y certificada, de modo que cumpliera con los requisitos pertinentes para ser considerada como información de confianza y credibilidad científica. Además se revisó referencias de libros.

4.2.- PROCEDIMIENTOS

4.2.1.- Protocolo

Se recepcionó al paciente y se procedió a entregarle la información respectiva referente al estudio (Capítulo IX: Anexos), para luego completar los datos en conjunto con el paciente.

Posteriormente y como parte del protocolo, se realizó una medición refractiva orientativa con un Autorefractómetro ARK-1 de Nidek y luego se midió la presión intraocular (PIO) mediante con Tonómetro de aire CT - 80 de Topcon; instrumento que realiza la medición de la PIO mediante la emisión de un soplido de aire sobre la córnea ^[26]. En el caso de los pacientes usuarios de lentes ópticos, estos se midieron con lensómetro digital Lens Humphrey Systems de Zeiss.

Una vez realizado el procedimiento anterior, se dio inicio a las mediciones paquimétricas.

La primera medición fue llevada a cabo mediante tomógrafo de coherencia óptica RTVue, para ello se ingresó los datos del paciente en el equipo y se le dieron las instrucciones respectivas para realizar la medición. Luego se midió con el topógrafo corneal Pentacam, donde nuevamente se ingresó los datos del paciente en el equipo, y se realizó el protocolo establecido para este examen. Finalmente, y previa instilación de anestesia tópica, se realizó la medición mediante paquimetría ultrasónica SP- 3000, según lo establecido y aceptando una desviación estándar de hasta 1.6 entre las medidas.

Es importante mencionar que la medición con PUS se realizó en último lugar, considerando que aunque no es un procedimiento invasivo, involucra tomar contacto directo con la córnea y por tanto el uso de anestesia tópica, factores que podrían influir en las otras mediciones.

4.3.- MÉTODO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se llevará a cabo mediante el programa computacional Statistical Package for the Social Sciences o Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS®) versión 22.0. Este programa, desarrollado en la Universidad de Chicago, es uno de los más difundidos. El SPSS constantemente se actualiza con versiones nuevas en inglés y español. Asimismo, cada año surgen textos o manuales acordes con las nuevas versiones ^[27]. Las actualizaciones se encuentran disponibles en <http://www.spss.com/>.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1.- ANÁLISIS DESCRIPTIVO

5.1.1.- Características de la muestra estudiada

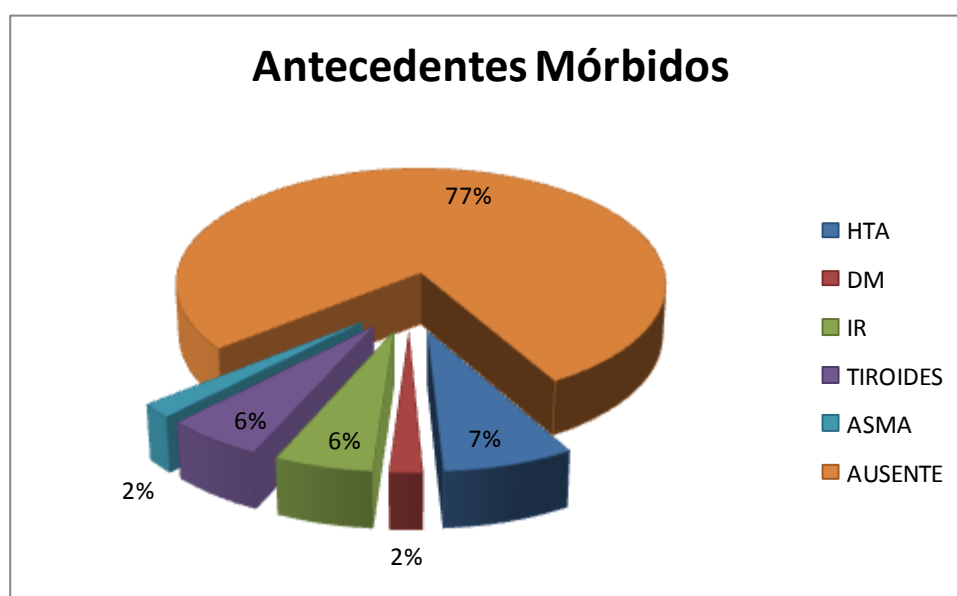
En el presente estudio se analizó 106 ojos, correspondientes a 53 personas con una edad promedio de $26,79 \pm 5,33$ años. La muestra estudiada fue elegida aleatoriamente y se compone de 18 hombres (33,96%) y 35 mujeres (66,04%). Las características de la muestra aparecen en la *TABLA 5.1*.

En relación a las características mórbidas de la población estudiada (*GRÁFICO 5.1*), se observó que el 7%, correspondientes a 4 personas presentan diagnóstico de Hipertensión arterial, 1 persona presenta Diabetes Mellitus, mientras que 3 padecen insulino resistencia, valores equivalentes al 2% y 6% respectivamente, 3 personas (6%) presentan antecedentes de patología tiroidea y 1 persona (2%) tiene diagnóstico de asma. Finalmente el 77% (41 individuos) declara no tener antecedentes mórbidos.

TABLA 5.1.- Características de la muestra estudiada. DP= dioptría, mm Hg= milímetros de mercurio, DE= Desviación estándar, V. Mín.= Valor mínimo, V. Máx.= Valor máximo.

	Media	DE	V. Mín.	V. Máx.
Edad (años)	26,79	5,33	18	40
Miopía (Dp)	- 1.00	0,72	-0,25	-3,25
Hipermetropía (Dp)	+1.00	0,84	+0,25	+3,25
Astigmatismo (Dp)	-0,75	0,99	-0,25	-4,00
PIO (mm Hg)	15,44	2,31	11.0	21.0

GRÁFICO 5.1.- Antecedentes mórbidos de la población estudiada. HTA= Hipertensión arterial, DM= Diabetes Mellitus, IR= Insulino resistencia.



5.1.2.- Medidas de tendencia central y medidas de variabilidad

Como en todo análisis de variables cuantitativas, se calcularon medidas de tendencia central y medidas de variabilidad. Según las características del presente estudio, se utilizó la media como medida de tendencia central y la desviación estándar como medida de variabilidad. Primeramente se realizó la medición de los valores obtenidos con paquimetría ultrasónica (PUS), tomografía de coherencia óptica (OCT) y topografía corneal computarizada (Pentacam), separando los valores de ojo derecho y ojo izquierdo en las 3 técnicas mencionadas. El valor del grosor corneal central medio obtenido mediante PUS fue en OD de $535,47 \pm 34,22 \mu\text{m}$ y en OI $538,77 \pm 35,24 \mu\text{m}$ mientras que el medido mediante RTVue fue en OD $524,02 \pm 33,06 \mu\text{m}$ y en OI $523,91 \pm 32,91 \mu\text{m}$ y con el método Pentacam fue en OD $541,15 \pm 32,86 \mu\text{m}$, y en OI $542,02 \pm 33,55 \mu\text{m}$. Cabe mencionar que la media obtenida con OCT presenta una mayor diferencia con respecto a la media del gold estándar, presentando en OD $524,02 \mu\text{m}$ versus $535,47 \mu\text{m}$, es decir una subestimación de $11,45 \mu\text{m}$, y en OI $523,91 \mu\text{m}$ versus $538,77 \mu\text{m}$, con una subestimación de $14,86 \mu\text{m}$. Pentacam también presento diferencias con respecto al gold estándar, siendo en OD $541,15 \mu\text{m}$ versus $535,47 \mu\text{m}$, con una sobrestimación de $5,68 \mu\text{m}$ y en OI $542,02 \mu\text{m}$ versus $538,77 \mu\text{m}$, sobreestimando $6,55 \mu\text{m}$. De estos resultados se puede desprender que se presenta una diferencia mayor para OI en ambas técnicas estudiadas. (TABLA 5.2).

TABLA 5.2.- Datos estadísticos descriptivos calculados por ojo (53 en cada caso).

Intervalo de confianza para la media al 95%. Dif. PUS= Diferencia de la media comparada con PUS, Lím Inf.= Límite inferior, Lím. Sup.= Límite superior, DE.= Desviación estándar, V. mín.= Valor mínimo, V. Máx.= Valor máximo. Valores en micras (μm).

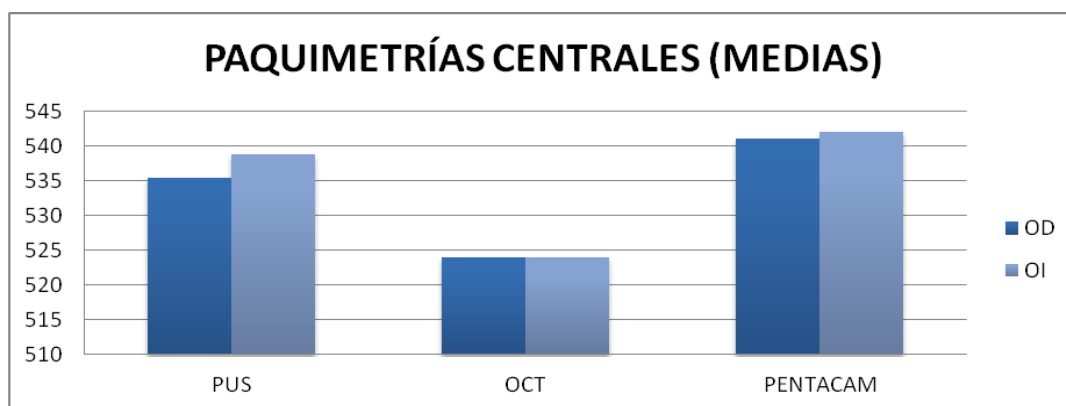
	PUS		OCT		Pentacam	
	OD	OI	OD	OI	OD	OI
Media	535,47	538,77	524,02	523,91	541,15	542,02
Dif. PUS	—	—	-11,45	-14,86	+5,68	+6,55
Lím. Inf.	526,04	529,06	514,91	514,84	532,10	532,77
Lím. Sup.	544,90	548,49	533,13	532,98	550,21	551,27
DE	34,22	35,24	33,06	32,91	32,86	33,55
V. Mín.	459,00	463,00	447,00	449,00	461,00	468,00
V. Máx.	662,00	666,00	648,00	644,00	661,00	667,00

Posteriormente se realizó el cálculo de la media para los exámenes sin dividir entre ojo derecho y ojo izquierdo, obteniendo un total de $537,12\mu\text{m} \pm 34,61$ para PUS, $523,96 \mu\text{m} \pm 32,83$ para OCT y de $541,59 \mu\text{m} \pm 33,06$ para PENTACAM. Se adjuntan también el valor mínimo y máximo, encontrado por cada equipo, en la TABLA 5.3. De lo que se desprende que la media, es más alta en el equipo Pentacam con $541,59 \mu\text{m}$, seguido del equipo PUS con $537,12 \mu\text{m}$ y finalmente, la media más baja es del equipo OCT con $523,96 \mu\text{m}$ (GRÁFICO 5.1)

TABLA 5.3.- Tabla de clasificación de los datos obtenidos por equipo. N°= Número de ojos analizados, DE= Desviación estándar, V. Máx.= Valor máximo, V. Mín.= Valor mínimo, μm = micras.

Equipo	N° Ojos	Media (μm)	DE (μm)	V. Mín. (μm)	V. Máx. (μm)
PUS	106	537,12	34,61	459	666
OCT	106	523,96	32,83	447	648
PENTACAM	106	541,59	33,05	461	667

GRÁFICO 5.2.- Muestra la distribución de la media calculada para las paquimetrías centrales en micras obtenidas con los tres equipos.



5.2.- ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD

Al momento de realizar una medición, resulta casi imposible que esta sea perfecta, siempre está sujeta a un grado de error, que lógicamente se espera que sea el menor posible. Estadísticamente se utiliza la siguiente fórmula que conceptualiza cualquier tipo de medición ^[27].

$$X = t + e$$

Donde:

X = representa los valores observados.

t = valores verdaderos.

e = grado de error de la medición.

El ideal es que el valor de “e” sea 0, lo que indica que no hay error en la medición, ya que los resultados o valores observados y los valores verdaderos son los mismos. Esta consideración es suma importancia, debido a que entre mayor es el grado de error, más se aleja la medición obtenida del valor real en cuestión, lo

que aplicado a la presente investigación, estaría indicando que con un grado de error elevado, se obtendrían valores paquimétricos alejados de los valores reales de los individuos medidos. Ahora bien, para conocer dicho grado de error en la medición es necesario realizar el cálculo de la confiabilidad.

Para saber si un instrumento de medición es confiable se puede realizar el cálculo a través de diferentes procedimientos según las características de la investigación misma, sin embargo, todos ellos trabajan en base a fórmulas que entregan coeficientes de confiabilidad. Es común encontrar bibliografía en donde se utiliza el coeficiente de Pearson (r) como índice de concordancia, sin embargo, este método es parte del análisis paramétrico, no así del análisis de confiabilidad, entendiendo que puede haber conjuntamente una correlación perfecta ($r=1$) y carencia absoluta de concordancia ^[28]. Teniendo esto en consideración y acorde a los objetivos del presente estudio, el análisis de confiabilidad se realizó mediante el cálculo del coeficiente de correlación Intraclass (CCI) para obtener la fiabilidad externa, y adicionalmente se incluye el coeficiente Alfa de Cronbach para mostrar la consistencia interna de las mediciones.

5.2.1.- Coeficiente de correlación intraclass (CCI)

La correlación intraclass indica la fuerza y dirección de una relación lineal y proporcionalidad entre dos variables, estima el promedio de las correlaciones entre todas las posibles ordenaciones de los pares de observaciones disponibles ^[28]. Se considera que dos variables cuantitativas están correlacionadas cuando los valores de una de ellas varían sistemáticamente con respecto a los valores homónimos de la otra, es decir si tenemos la variable

paquimetría ultrasónica (PUS) y tomografía de coherencia óptica (OCT), existe una correlación si al aumentar los valores de PUS aumentan también los valores de OCT y viceversa, por lo cual entre información acerca de la fiabilidad externa.

A la mayoría de los coeficientes se les asignan valores entre 0 y 1, donde 0 representa un 0% de confiabilidad y 1 representa un 100% de confiabilidad ^[27]. En la *TABLA 5.4.* se muestra la valoración de la concordancia según los valores del coeficiente de correlación intraclase (CCI) ^[28].

TABLA 5.4.- *Valoración de la concordancia según los valores del Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI).*

Valor del CCI	Fuerza de la correlación
>0,90	Muy buena
0,71-0,90	Buena
0,51-0,70	Moderada
0,31-0,50	Mediocre
<0,30	Mala o nula

La *TABLA 5.5.* muestra los valores obtenidos mediante el coeficiente de correlación intraclase (CCI) en el análisis de confiabilidad realizado entre los resultados paquimétricos obtenidos con paquimetría ultrasónica (PUS) y con tomografía de coherencia óptica (OCT), mientras que la *TABLA 5.6.* muestra los valores obtenidos en el análisis entre resultados paquimétricos obtenidos con paquimetría ultrasónica (PUS) y topografía corneal computarizada (Pentacam). En ambos casos el análisis se llevo a cabo a través del modelo de efectos mixtos de

dos factores en el que los efectos de las personas son aleatorios y los efectos de las medidas son fijos y considerando un índice del nivel de confianza del 95%. El CCI, entrega tanto valores de la medidas individuales como de las medidas promedios.

TABLA 5.5.- Correlación Intraclass PUS-OCT con un índice de confianza de un 95%. CCI= Correlación Intraclass, Lím Inf.= Límite inferior, Lím. Sup.= Límite superior.

	CCI ^b	Índice de confianza 95%	
		Lím. Inf.	Lím. Sup.
Medidas individuales	0,986 ^a	0,979	0,990
Medidas promedios	0,993 ^c	0,989	0,995

a= El estimador es el mismo, ya esté presente o no el efecto de interacción.

b= Coeficientes de correlación intraclass de tipo C utilizando una definición de coherencia, la varianza inter-medidas se excluye de la varianza del denominador.

c= Esta estimación se calcula asumiendo que no está presente el efecto de interacción, ya que de otra manera no es estimable.

TABLA 5.6.- Correlación Intraclass PUS-Pentacam con un índice de confianza de un 95%. CCI= Correlación Intraclass, Lím Inf.= Límite inferior, Lím. Sup.= Límite superior.

	CCI ^b	Índice de confianza 95%	
		Lím. Inf.	Lím. Sup.
Medidas individuales	0,984 ^a	0,976	0,989
Medidas promedios	0,992 ^c	0,988	0,994

a= El estimador es el mismo, ya esté presente o no el efecto de interacción.

b= Coeficientes de correlación intraclass de tipo C utilizando una definición de coherencia, la varianza inter-medidas se excluye de la varianza del denominador.

c= Esta estimación se calcula asumiendo que no está presente el efecto de interacción, ya que de otra manera no es estimable.

5.2.2.- Alfa de Cronbach

El coeficiente Alfa de Cronbach es un modelo de consistencia interna, basado en la correlación inter-elementos promedio ^[30]. Sirve para medir la fiabilidad o consistencia de una escala de medida. *Esta técnica supone que los ítems están correlacionados positivamente unos con otros pues miden en cierto*

grado una entidad en común. De no ser así, no hay razón para creer que puedan estar correlacionados con otros ítems que pudiesen ser seleccionados, por lo que no podría haber una relación entre la prueba y otra similar ^[29]. Al igual que la mayoría de los coeficientes, puede tomar valores entre 0 y 1, donde 0 indica un 0% de confiabilidad y 1 indica una confiabilidad del 100%, la TABLA 5.7 muestra la fuerza de concordancia en relación al valor obtenido en el coeficiente Alfa de Cronbach.

TABLA 5.7.- Clasificación del valor de alfa de Cronbach.

Valor de Alfa de Cronbach	Fuerza de la concordancia
$\alpha \geq 0,9$	Excelente
$0,9 > \alpha \geq 0,8$	Buena
$0,8 > \alpha \geq 0,7$	Aceptable
$0,7 > \alpha \geq 0,6$	Dudosa
$0,66 > \alpha \geq 0,5$	Pobre
$0,55 > \alpha$	Inaceptable

La TABLA 5.8 muestra los valores obtenidos en el análisis del coeficiente Alfa de Cronbach entre los resultados paquimétricos obtenidos con paquimetría ultrasónica (PUS) y con tomografía de coherencia óptica (OCT) y los

los resultados paquimétricos obtenidos con paquimetría ultrasónica (PUS) y con topografía corneal computarizada (Pentacam).

TABLA 5.8.- *Consistencia entre PUS-OCT y PUS-Pentacam, siendo esta en ambos casos $\alpha \geq 0,9$*

	PUS –OCT	PUS – Pentacam
Alpha de Cronbach	0,993	0,992

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN

En la bibliografía existen trabajos de evaluación paquimétrica, con diversos equipos disponibles en el mercado, además de distintos grupos de pacientes.

Como se mencionó anteriormente, en el estudio titulado “Comparación de la medida del espesor corneal mediante paquimetría óptica (Pentacam) y Ultrasonidos” ^[4], en donde se utilizó el mismo modelo de topógrafo corneal, pero el paquímetro ultrasónico fue distinto, Micropach 200P en vez del SP- 3000 utilizado en el presente estudio. Se evaluó una muestra pre y post cirugía de 97 ojos, y como conclusión se obtuvo que Pentacam entrega mediciones de forma sencilla, rápida y mínimamente invasiva con una excelente concordancia y fiabilidad, en ambos grupos observados. Además los resultados coinciden con nuestro estudio en que las medidas con Pentacam fueron ligeramente sobreestimadas.

En el “Estudio comparativo de medición del espesor corneal central utilizando paquimetría ultrasónica y Pentacam” ^[5], en que se utilizó los mismos equipos del estudio anterior, por lo que el modelo de PUS sigue siendo distinto. Se evaluó 100 ojos con un promedio de 40,2 años, los que fueron agrupados en tres categorías: pacientes con cirugía refractiva, glaucoma y queratocono. Siguiendo la tendencia del estudio antes citado, las mediciones de Pentacam fueron también ligeramente sobreestimadas, excepto en el grupo de queratocono, en donde fueron mayores para PUS. Se concluyó que no existen diferencias significativas entre ambos equipos.

En cuanto a los resultados obtenidos en el análisis de las medidas con OCT y PUS, se pueden contrastar con el estudio “Comparación del espesor

corneal medido con tomografía de coherencia óptica de segmento anterior (OCT-SA) y paquimetría ultrasónica”^[6], el cual midió 112 ojos con una edad promedio de 60 años, obteniendo que los resultados de grosor corneal son mayores para PUS, demostrándose también una elevada concordancia entre ambos métodos, con un coeficiente de correlación intraclase de 0,957 versus 0.993 obtenido en el presente estudio. Además de una coincidente subestimación de los valores obtenidos con OCT.

El presente estudio coincide con la bibliografía en que existe una tendencia de Pentacam a sobreestimar las medidas paquimétricas (excepto en el grupo de queratocono evaluado en el segundo estudio mencionado), mientras que con OCT se tienden a subestimar los resultados.

Ambos equipos evaluados arrojan resultados concordantes con el gold estándar, conducta que se repite en nuestro estudio a pesar de los distintos equipos utilizados.

Cabe destacar que el equipo gold estándar presenta desventajas tales como ser altamente dependiente de la experticia del operador, ser una técnica de contacto por lo que es necesario instilar anestesia de uso tópico, lo que puede resultar molesto para el paciente e influir en el grosor corneal, además de ser un posible riesgo de contagio si no se realiza la técnica adecuadamente. Como ventaja podemos mencionar que es fácilmente transportable, en comparación con los otros equipos.

Si bien los equipos utilizados arrojan resultados concordantes y consistentes, existen otros factores, no menos importantes para la preferencia de utilizar uno u otro. Los equipos de no contacto estudiados (OCT y Pentacam) son más cómodos y amigables para el paciente, son más sencillos de realizar y nos entregan mucha más información en menos tiempo, debido a que analizan muchos más puntos.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos a través de la evaluación del grosor corneal central mediante Tomógrafo de Coherencia Óptica RTVue de Optovue y Topógrafo Corneal Computarizado Pentacam de Oculus, equipos disponibles en el Hospital Naval Almirante Nef de Viña del Mar, es posible afirmar que ambos son altamente concordantes con las mediciones del gold estándar, obtenidas con el Paquímetro Ultrasónico SP-3000 de Tomey.

Si bien la media obtenida con Pentacam fue más cercana a la del gold estándar, el coeficiente de correlación intraclase (CIC) indicó que OCT presenta una concordancia más alta. No obstante estos factores no son los únicos a considerar al momento de decidir el equipo más adecuado para realizar la medición del grosor corneal central. Como se mencionó en este estudio, la paquimetría es un examen que tiene diversas utilidades, por lo que es muy importante tener presente el motivo de su solicitud, y de este modo sacar el máximo provecho a las ventajas que poseen las técnicas paquimétricas alternativas por sobre la técnica gold estándar.

Pronto a implementarse el área de cirugía refractiva, donde la paquimetría y topografía corneal van de la mano, este estudio confirma la fiabilidad de los valores paquimétricos entregados por el topógrafo corneal Pentacam. Sin despreciar la sobreestimación que se obtiene con esta técnica, dejaría de ser necesario complementar el examen con otra medición del grosor corneal, lo que se traduce en un beneficio al paciente, considerando el costo que implica cada examen, agilizando tiempos y permitiendo a su vez el acceso de más pacientes al servicio.

Algo similar ocurre en paciente con sospecha de glaucoma a quienes se les solicita tomografía de coherencia óptica en conjunto con paquimetría, en este caso se debería considerar la subestimación que realiza el equipo en relación al gold estándar.

Pese a que se obtuvo una buena confiabilidad en los resultados, se considera necesario efectuar más estudios que los avalen, además se sugiere incluir grupos de pacientes con diversas patologías para contrastar con la bibliografía existente.

Se espera que este estudio sea un aporte para los Médicos Oftalmólogos y Tecnólogos Médicos pertenecientes al Servicio de Oftalmología del Hospital Naval Almirante Nef de Viña del Mar, siendo de utilidad al momento de abordar diversas patologías en que es necesaria la evaluación paquimétrica.

Finalmente, según lo observado en este estudio, se concluye que las técnicas de no contacto son igualmente confiables para realizar la medición paquimétrica, quedando a criterio de los Tecnología Médicos la decisión de cuál es el equipo más adecuado para las necesidades de cada paciente, teniendo en cuenta los datos anexos que proporciona cada técnica. Considerando el sistema de trabajo, la alta demanda de atención y por tanto las necesidades del Servicio de Oftalmología del recinto antes mencionado, es de vital importancia maximizar los tiempos de atención para abarcar más exámenes, obteniendo mayores y mejores resultados, logrando de esta forma gran eficiencia y una óptima relación costo beneficio tanto para los pacientes como para los profesionales de la salud. Según esto, la tomografía de coherencia óptica, resultó ser una gran alternativa al momento de establecer un método rápido, cómodo y amigable para el paciente, sean estos cooperadores o no, debido a su fácil manejo, y corto tiempo de interacción.

CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8.1.- REFERENCIAS BILIOGRÁFICAS

[1] HERNÁNDEZ IRAMIS, M.; FERNÁNDEZ GARCÍA, K.; RUIZ RODRÍGUEZ, Y.; HERNÁNDEZ SILVA, J.R. Y RIO TORRES, M. (2012). *Comparación de los valores del espesor corneal central según los equipos Lenstar, Galilei y Pentacam*. Revista Cubana de Oftalmología volumen 25, N° 1, Cuba: Ciudad de la Habana, enero-junio, páginas 65-71.

Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21762012000100009&script=sci_arttext

[2] ROMERO, P; SUÁREZ, L.; AGUAYO, A.; HUIDOBRO, A. Y SANHUEZA, F. (2011). *Grosor corneal en una muestra de adultos de la población chilena*. Revista Hospital Clínico Universidad de Chile, volumen 22, N° 2, páginas 97-103.

Recuperado de: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=ADOLEC&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=613257&indexSearch=ID>

[3] CARBONEL MURILLO, D. (2013). *Aplicaciones Clínicas de la paquimetría*. Grado en Óptica y Optometría. (Tesis, Universidad de Zaragoza).

Recuperado de: <http://zaguan.unizar.es/TAZ/CIEN/2013/11439/TAZ-TFG-2013-566.pdf>

[4] PRIETO GARRIDO, F.L.; RUIZ POMEDA, A. E IRRADIER URRUTIA, M.T. (2008). *Comparación de la medida del espesor corneal mediante paquimetría óptica (Pentacam) y ultrasonidos*. Congreso Internacional Optometría, Contactología y Óptica Oftálmica, Madrid: España.

Recuperado de: <http://www.congresocnoo.com/el-congreso/2008/comunicaciones-orales/5>

[5] ALEZZANDRINI, A.; FRICK, M.; DELLA SAVIA, L. Y LÓPEZ, M. (Abril–Agosto, 2009). *Estudio Comparativo de medición del espesor corneal central utilizando paquimetría ultrasónica y Pentacam*. Archivos de Oftalmología de Buenos Aires, volumen 80 N° 2, páginas 71-73.

Recuperado de: <http://www.sao.org.ar/index.php/archivos-de-ofthalmologia/ediciones-anteriores/55-archivos-de-ofthalmologia/ediciones-anteriores/volumen-80-numero-02/178-estudio-comparativo-de-medicion-del-espesor-corneal-central-utilizando-paquimetria-ultrasonica-y-pentacam>

[6] LÁZARO, C.; HERNÁNDEZ, E.M.; MARTÍNEZ, D. Y REDONDO, P. (2013). *Comparación del espesor corneal central medido con tomografía de coherencia óptica de segmento anterior y paquimetría ultrasónica*. Archivos Sociedad Española de Oftalmología, volumen 88, N° 2, páginas 45-9.

Recuperado de: <http://zl.elsevier.es/es/revista/archivos-sociedad-espanola-ofthalmologia-english-496/resumen/comparacion-del-espesor-corneal-central-90192357>

[7] MERINO MAIRAL, O. *“Embriología y Malformaciones Congénitas de la córnea”*
Recuperado de: <http://www.ub.edu/ofthlmo/clases/lec13/embrio.htm>

[8] ALAÑÓN FERNÁNDEZ, F.J.; CÁRDENAS L.; ALAÑÓN FERNÁNDEZ, M.A. Y MARTOS AGUILERA, A. (2001). *Oftalmología en atención primaria, capítulo I: Anatomía y Fisiología del aparato ocular*. 1ª Edición, Editorial Formación Alcalá, España: Jaén.

Recuperado de:
http://www.sepeap.org/archivos/libros/OFTALMOLOGIA/Ar_1_8_44_APR_18.pdf

[9] DURÁN DE LA COLINA, J.A. (1999). *Complicaciones de las lentes de contacto*. Editorial Díaz de Santos, España: Madrid.

Recuperado de: <http://www.oftalmo.com/publicaciones/lentes/>

[10] DUA, H.S.; FARAJ, L.A.; SAID, D.G.; GRAY, T. Y LOWE, J. (Septiembre, 2013). *Human Corneal Anatomy Redefined*. Ophthalmology, volumen 120, N° 9, septiembre, páginas 1778-1785.

Recuperado de: [http://www.aaojournal.org/article/S0161-6420\(13\)00020-1/abstract](http://www.aaojournal.org/article/S0161-6420(13)00020-1/abstract)

[11] VILLA, C. Y SANTODOMINGO, J. (2012). *La córnea, Parte I: Estructura, función y anatomía microscópica*. Gaceta óptica: Órgano Oficial del Colegio Nacional de Ópticos-Óptometristas de España, N° 454, págs. 14-18.

Recuperado de:
<http://www.cnoo.es/download.asp?file=media/gaceta/gaceta454/cientifico1.pdf>

[12] *Tipos de Colágeno*.

Recuperado de: <http://www.elcolageno.com/tipos-de-colageno>

[13] SCHARGEL, K. Y HUESO, J.R. *Malformaciones oculares. Disgenesias de cámara anterior. Glaucoma Congénito*.

Recuperado de:
http://www.sepeap.org/archivos/libros/OFTALMOLOGIA/actualizacionoftpediatrica/Ar_1_8_50_APR_5.pdf

[14] LAVADO LANDEO, L. (2000). *Texto oficial curso pregrado cirugía: IV Oftalmología, capítulo: Córnea*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú. Recuperado de: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/libros/medicina/cirugia/tomo_iv/archivospdf/05cornea.pdf

[15] EHLERS, N.; BRAMSEN, T. Y SPERLING S. (1975). *Applanation tonometry and central corneal thickness*. Acta Ophtalmologica volumen 52, N° 1, páginas 34-43.

Recuperado de: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/salud/gonzales_t_c/t_completo.pdf

[16] WHITACRE, M.M.; STEIN, R.A. Y HASSANEIN, K. (1993). *The effect of corneal thickness on applanation tonometry*. Am J Ophthalmol, volumen 115, páginas 592-596.

Recuperado de: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/salud/gonzales_t_c/t_completo.pdf

[17] Villa Collar, C. (2005). *Una fórmula matemática puede ayudar en el control de la PIO tras cirugía Lasik*. Gaceta Óptica, volumen 397, páginas 34-35.

Recuperado de: <http://www.cnoo.es/download.asp?file=media/gaceta/gaceta442/cientifico2.pdf>

[18] HERNÁNDEZ VERDEJO, J.L. (2011). *Variación de la presión intraocular debida a maniobras quirúrgicas oculares: un estudio animal*. (Tesis doctoral, Universidad Complutense). España: Madrid.

Recuperado de: <http://eprints.ucm.es/12655/1/T32878.pdf>

[19] ASENSIO ROMERO, M. (2006). Valoración del efecto de la Oxibuprocaina HCl 0,4% y del compuesto de Tetracaína y Oxibuprocaina HCl 0,4% sobre los

valores anatómicos del espesor corneal humano. (Tesis doctoral, Universidad de Valencia). España: Valencia. Editorial Servei.

Recuperado de: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/9588/asensio.pdf?sequence=1>

[20] LÓPEZ MIGUEL, A. (2012). *Evaluación de la fiabilidad de la paquimetría de no contacto tras la fotoablación de la córnea con láser Excimer*. Universidad de Valladolid, Instituto de Oftalmobiología aplicada, España.

Recuperado de: <http://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/2053/1/TESIS253-130214.pdf>

[21] RAMOS PEREIRA, Y.; GARCÍA GONZÁLEZ, I.; VEGA QUIROGA, B.; PÉREZ CANDELARIA, E. Y CAPOTE CABRERA, A. (Enero-Junio, 2009). *Biomicroscopia ultrasónica en pacientes operados de catarata traumática*. Revista Cubana de Oftalmología, la Habana, volumen 22, N° 1.

Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762009000100004

[22] SHENG, Z.; LI, Y.; TZU-HUI LU, A.; LIU, P.; TANG, M.; YIUN, S.C. Y HUANG, D. (Septiembre-Octubre, 2009). *Reproducibility of tear meniscus measurement by fourier-domain optical coherence tomography: A pilot study*. Ophtalmic Surgery, Lasers Imaging Retina, volumen 40, N° 5, páginas 442-447.

Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2765195/>

[23] C. PALAVICINI, Y. JAOUËN Y P. GALLION (Agosto, 2006). *Caracterización de componentes fotónicos utilizando reflectometría óptica de baja coherencia*. Revista Mexicana de Física, volumen 52, N° 4, páginas 379-386.

Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmf/v52n4/v52n4a14.pdf>

[24] TIRADO MARTÍNEZ, O.M. Y HERNÁNDEZ PÉREZ, A. (Julio-Diciembre, 2011). *Topógrafos de elevación en el diagnóstico del queratocono*. Revista Cubana de Oftalmología, volumen 24, N° 2.

Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21762011000200016&script=sci_arttext

[25] CÁRDENAS DÍAZ, T.; CORCHO ARÉVALO, Y.; TORRES ORTEGA, R.; CAPOTE CABRERA, A.; HERNÁNDEZ LÓPEZ, I. Y CRUZ IZQUIERDO, D. (Enero-Abril, 2013). *Caracterización del endotelio corneal en pacientes con indicación de cirugía de cataratas*. Revista Cubana de Oftalmología, volumen 26, N° 1.

Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21762013000100005&script=sci_arttext

[26] HONAN GONZÁLEZ, A. (Noviembre-Diciembre, 2011). *Tonometría neumática vs. Tonometría aplanación, en sospechosos de glaucoma*. Revista Médica Electrónica, volumen 33, N° 6.

Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242011000600002

[27] HERNÁNDEZ SAMPIERI, R.; FERNÁNDEZ-COLLADO, C. Y BAPTISTA LUCIO, P. (2006). *Metodología de la investigación*. 4^{ta} Edición, Editorial McGraw-Hill Interamericana, México.

[28] PITA FERNÁNDEZ, S. Y PÉRTEGAS DÍAZ, S. (2004). *La fiabilidad de las mediciones clínicas: el análisis de concordancia para variables numéricas*. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario Universitario de Coruña, España.

Recuperado de: http://www.fisterra.com/mbel/investiga/conc_numerica/conc_numerica.asp

[29] *Manual del usuario del sistema básico de IBM SPSS Statistics 20*. SPSS, Chicago, Estados Unidos.

Recuperado de:
ftp://public.dhe.ibm.com/software/analytics/spss/documentation/statistics/20.0/es/client/Manuals/IBM_SPSS_Statistics_Core_System_Users_Guide.pdf

8.2.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS FIGURAS

FIGURA 2.1.- A) Surco óptico, B) Vesícula óptica, C) Tallo óptico.

Recuperado de: <http://dc177.4shared.com/doc/uzWpQvly/preview.html>

FIGURA 2.2.- F)Copa óptica, separación del cristalino con el ectodermo, G) Cristalino, arteria hialoidea.

Recuperado de: <http://dc177.4shared.com/doc/uzWpQvly/preview.html>

FIGURA 2.3.- D)Placoda del cristalino, E) Vesícula del cristalino.

Recuperado de: <http://dc177.4shared.com/doc/uzWpQvly/preview.html>

FIGURA 2.4.- Figura esquemática de la disposición anatómica las capas de la córnea.

Recuperado de: <http://metro.co.uk/2013/06/13/dua-layer-previously-undetected-part-of-the-eye-spotted-for-first-time-3840767/>

FIGURA 2.5.- Figura histológica de la córnea obtenida mediante microscopia electrónica. Se inyectaron pequeñas burbujas de aire para separar cuidadosamente las diferentes capas, logrando visualizar la capa Dua.

Recuperado de: <http://softcval.blogspot.com/2013/06/la-cornea-tiene-6-capas-la-capade-dua.html>

FIGURA 2.6.- Figura que muestra el correcto posicionamiento del transductor en la córnea.

Recuperado de: http://legacy.revoptom.com/index.asp?page=2_12884.htm

FIGURA 2.7.- Figura que muestra la posición del transductor y la forma en que entrega el examen.

Recuperado de: <http://www.tijuanaeyecare.com/biometria.html>

FIGURA 2.8.- Figura esquemática del Interferómetro de Michelson.

Recuperado de: <http://fisica.laguia2000.com/relatividad/la-experiencia-de-michelson-morley-velocidad-de-la-luz>

FIGURA 2.9.- Figura de la paquimetría corneal obtenida con la técnica tomografía de coherencia óptica.

Cortesía HNV

FIGURA 2.10.- Figura que muestra el segmento anterior obtenida con el sistema Pentacam (Oculus).

Cortesía HNV

FIGURA 2.11.- Figura que muestra la segmentación de datos obtenidos.

Recuperado de: <http://www.haag-streit.com/products/biometry/lenstar-ls-900r.html>

FIGURA 2.12.- Paquimetría a través de topografía de barrido de hendidura.

Recuperado de: <http://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/2053/1/TESIS253-130214.pdf>

FIGURA 2.13.- Figura del microscopio especular CellChek XL de Konan Medical.

Recuperado de: <http://www.konan-usa.com/products/cellchekxl/cellchekxl>

CAPÍTULO IX: ANEXOS

9.1.- INFORMACIÓN PARA PACIENTES



INFORMACIÓN

“Estudio Comparativo del Grosor Corneal Central Utilizando Paquimetría Ultrasónica Tomey, Topografía Corneal Computarizada Pentacam y Tomografía de Coherencia Óptica Optovue”,

La paquimetría es una prueba simple e indolora que mide el espesor de la córnea (la parte transparente que se encuentra en la parte frontal del ojo). Este examen es indispensable en la evaluación de diferentes enfermedades oculares, como por ejemplo, la corrección de la presión intraocular (signo de atención en glaucoma), determinación de posible realización de cirugía refractiva (operación para dejar de utilizar lentes ópticos), enfermedades que produzcan como consecuencia adelgazamiento corneal, como queratocono, utilización de lentes de contacto, entre otros.

Existen diversas formas de realizar este procedimiento, nosotras estaremos ofreciendo las siguientes:

- **Paquimetría Ultrasónica:** Se coloca suavemente una sonda llamada paquímetro en la córnea para medir su espesor, previa aplicación de anestesia tópica, cuyo efecto dura de 15 a 30min aproximadamente. El procedimiento requiere tan solo un minuto, aproximadamente, para medir ambos ojos.
- **Tomografía de Coherencia Óptica Optovue:** Se posicionará al paciente de manera que quede lo más cómodo posible, evitando así cualquier tipo de movimiento, en donde el paciente solo deberá mirar el punto luminoso que se le indique, abriendo lo más posible el ojo, evitando parpadear por un par de segundos cuando se le solicite.
- **Topografía Corneal Computarizada Pentacam:** Procedimiento similar al anterior.

9.2.- CONSENTIMIENTO INFORMADO



Viña del Mar, .../...../ 2013

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo.....

RUN:, Fono:....., a través de la presente, me comprometo a participar activamente en la Investigación Científica, titulada “Estudio Comparativo del Grosor Corneal Central, Utilizando Paquimetría Ultrasónica SP- 3000, Topografía Corneal Computarizada Pentacam y Tomografía de Coherencia Óptica RTVue en el Hospital Naval “Almirante Nef” de Viña del Mar”, a cargo de las alumnas de la carrera de Tecnología Médica Mención Oftalmología, perteneciente a la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, Srtas. Fabiola Olivares Olivares, RUN.16.819.243-6 y Valeska Zamora Moreno, RUN.16.532.624-5.

Este estudio está diseñado para comparar los valores paquimétricos obtenidos mediante; Topografía Corneal Computarizada Pentacam, Tomografía de Coherencia Óptica Optovue y paquimetría Ultrasónica Tomey, en pacientes que cumplan con los requisitos del estudio.

Los datos obtenidos son de carácter confidencial y serán utilizados en forma exclusiva por las personas involucradas dentro del estudio; profesora guía, co-guía y alumnas.

Además afirmo conocer los procedimientos a realizar, los cuales no provocan efectos secundarios, ni grandes molestias, debido a su carácter no invasivo.

Le recordamos que los exámenes a realizar, por si solos no constituyen diagnóstico médico, por lo que frente a cualquier duda, se le recomienda visitar a su oftalmólogo.

_____ Firma	_____ Firma	_____ Firma	_____ Firma
Norma Fuente León.	Fabiola Olivares O.	Valeska Zamora M.	Paciente
15.105.199-5	16.819.243-6	16.532.624-5	

9.3.- PROTOCOLO CLÍNICO

SEMINARIO DE GRADO: “Estudio Comparativo del Grosor Corneal Central Utilizando Paquimetría Ultrasónica SP- 3000, Topografía Corneal Computarizada Pentacam y Tomografía de Coherencia Óptica RTVue”

Alumnas: *Fabiola Olivares Olivares*
Valeska Zamora Moreno

Datos del paciente

Nombres			Apellido paterno			Apellido materno		
R.U.N.							-	
Fecha de nacimiento				Edad		Años	Sexo:	Masculino Femenino
Teléfono								

Diabetes ☐ Hipertensión Arterial ☐ Tiroides ☐ otro

Glaucoma	No			
	Si			
	Antecedentes			
Cirugía ocular previa	No		Usa lentes ópticos y/o de contacto	No
¿Cuál?	Si			Si
Usa lagrimas artificiales	No		Posee alguna patología ocular	No
¿Cuál?	Si		¿Cuál?	Si
Ultimo control oftalmológico	Fecha:			

Gracias por su colaboración