

## **Información Importante**

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea del CRAI-Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la CRAI-Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-Biblioteca**

**Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**VALIDEZ DE LAS PRUEBAS DIAGNÓSTICAS PARA LA  
VALORACIÓN DEL ÁNGULO CAMERULAR EN PACIENTES  
MAYORES DE 40 AÑOS, APLICABLE A LA PRÁCTICA CLÍNICA  
OPTOMÉTRICA**

Proyecto de grado para optar el título de Especialistas en Segmento Anterior y Lentes de  
Contacto

Erika Johanna Mantilla Aceros  
Gissela Mogollón Villamizar  
Rafael Arturo Urrea Gómez

Director  
María Catalina Morón Barreto  
Optómetra - Especialista Segmento Anterior y Lentes de Contacto

Co director  
Dr. Juan Carlos Rueda Galvis  
Médico Oftalmólogo – Subespecialista en Glaucoma

Asesor Metodológico  
MsC Martha Lucía Silva Mora

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga  
División Ciencias de la Salud  
Especialización en Segmento Anterior  
y Lentes de Contacto  
2018

Con gratitud infinita a Dios por permitirnos culminar este proceso, ...“Tu infinita bondad nos permite sonreír ante nuestros logros, los cuales son el resultado de tu ayuda, cuando caemos y nos pones a prueba, aprendemos de nuestros errores y estamos seguros que lo haces para que mejoremos y crezcamos como seres humanos”. A nuestra amiga Floricelda Rivera [QEPD] a quien con amor dedicamos este trabajo de tesis el cual ha sido una bendición en todo sentido, y a todas las personas que contribuyeron al éxito de esta investigación.

**Tabla de contenido**

	Pág.
Introducción.....	10
1. Objetivos.....	15
1.1. Objetivo general.....	15
1.2. Objetivos específicos.....	15
2. Marco Teórico.....	16
2.1. El Glaucoma.....	17
2.1.1. Etiología del glaucoma.....	20
2.1.2. Clasificación del glaucoma.....	21
2.1.3. Niveles de evidencia de glaucoma.....	24
2.2. Pruebas para evaluar el ángulo camerular.....	24
2.2.1. Gonioscopía.....	25
2.2.1.1. Tipos de gonioscopía.....	27
2.2.1.2. Técnica de gonioscopía.....	32
2.2.1.3. Identificación de las estructuras.....	35
2.2.2. Tomografía de Coherencia Óptica [OCT].....	40
2.2.3. Oculus Pentacam.....	44
2.3. Marco Legal.....	48
3. Métodos.....	53
3.1. Selección y descripción de participantes.....	54
3.2. Estadística y tratamiento de los datos.....	55
3.3. Información técnica.....	62
3.4. Criterios bioéticos.....	64
4. Resultados.....	66
4.1. Resultados de la Muestra.....	68
4.2. Resultados de las características clínicas de la población de estudio.....	70
5. Discusión.....	74
6. Conclusiones.....	81
7. Recomendaciones.....	84
Apéndices:.....	86
Apéndice A.....	86

Pruebas diagnósticas para la valoración del ángulo camerular

5

Apéndice B..... 88

Referencias Bibliográficas .....90

**Lista de tablas**

Tabla 1 <i>Niveles de evidencia de glaucoma</i> .....	24
Tabla 2 <i>Modelos y Descripción Goniolentes Directos</i> .....	29
Tabla 3 <i>Modelos y Descripción Goniolentes Indirectos</i> .....	30
Tabla 4 <i>Clasificación del ángulo iridocorneal según Scheie.</i> .....	38
Tabla 5 <i>Clasificación e interpretación Sistema Shaffer.</i> .....	39
Tabla 6 <i>Clasificación del ángulo según Sistema Spaeth.</i> .....	39
Tabla 7 <i>Definición de variables</i> .....	55
Tabla 8 <i>Plan de análisis univariado de los datos</i> .....	58
Tabla 9 <i>Plan de análisis de variables</i> .....	59
Tabla 10 <i>Plan de análisis bivariado</i> .....	61
Tabla 11 <i>Principio de ética según T. Beauchamp y J. Childress</i> .....	66
Tabla 12 <i>Distribución de los antecedentes de los participantes</i> .....	69
Tabla 13 <i>Distribución de los hallazgos en la lámpara de hendidura</i> .....	69
Tabla 14 <i>Resultados del examen de Gonioscopía</i> .....	70
Tabla 15 <i>Resultados de Gonioscopía, Pentacam y OCT categórico</i> .....	72
Tabla 16 <i>Comparación resultados en función de riesgo de Gonioscopía, Pentacam y OCT categórico</i> .....	73
Tabla 17 <i>Valores diagnósticos del OCT Nasal y la Pentacam HR Nasal</i> .....	74

**Lista de figuras**

<i>Figura 1 Comparación anatómica entre el ojo y la cámara fotográfica. ....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 2 Comparación anatómica de apertura o cierre del ángulo camerular .....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 3 Anatomía del ángulo came .....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 4 Gonioscopía Directa.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 5 Gonioscopía Indirecta. ....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 6 Gonioscopía de Identación. ....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 7 Apariencia gonioscópica e identificación de estructuras del ángulo camerular .....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 8 Ejemplo de medición del ángulo iridocorneal, en OCT. ....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 9 Ejemplo de medición del ángulo iridocorneal, en cámara Pentacam.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 10 Distribución de la edad.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 11 . Resultados del OCT .....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 12 Resultados de la Pentacam.....</i>	<i>72</i>

## Resumen

**Objetivo:** Determinar la validez de las pruebas diagnósticas para la valoración del ángulo camerular en pacientes mayores de cuarenta años.

**Métodos:** Estudio observacional descriptivo que evaluó tres pruebas diagnósticas en la prevención del glaucoma de ángulo cerrado [Tomografía óptica de coherencia OCT, Pentacam HR y gonioscopía] en 122 ojos de 61 pacientes.

**Resultados:** Se compararon los valores nasales de OCT y Pentacam HR con Gonioscopía. OCT y Pentacam tienen baja sensibilidad [47.1, 40.85 y 20.0] respectivamente. OCT [valor del ángulo camerular  $\leq 20^\circ$ ] mostró que tiene 6.13 veces la probabilidad de encontrar un resultado positivo en paciente clasificado como con riesgo de cierre a uno que no lo tiene. En LR- obtiene 0,57 veces la probabilidad de encontrar un resultado negativo entre pacientes clasificados y pacientes sanos. Pentacam [valor del ángulo camerular  $\leq 29.5^\circ$ ] revela que tiene 2,31 veces la probabilidad de encontrar un resultado positivo y el LR- muestra 0,72 de probabilidad de encontrar un resultado negativo.

**Conclusiones:** En valores obtenidos del ángulo: gonioscopía encontró en mayor frecuencia Grado II y menor frecuencia Grado IV, OCT Grado IV y Pentacam HR Grado II. Los parámetros cuantitativos y cualitativos definidos por OCT y Pentacam HR demuestran fuerte asociación con resultados de gonioscopía. OCT obtiene con mayor sensibilidad en imágenes de cierre angular, Pentacam HR otorga exactitud diagnóstica en ángulos normales y abiertos, gonioscopía tiene la más alta sensibilidad y especificidad en la determinación de la apertura del ángulo camerular.

**Palabras claves:** validez, cierre angular, especificidad y sensibilidad.



### Abstract

**Objective:** To determine the validity of diagnostic tests for the assessment of the chamber angle in patients over forty years of age. **Methods:** Descriptive observational study that evaluated three diagnostic tests in the prevention of angle-closure glaucoma [OCT coherence optical tomography, Pentacam HR and gonioscopy] in 122 eyes of 61 patients.

**Results:** The nasal values of OCT and Pentacam HR were compared with Gonioscopy. OCT and Pentacam have low sensitivity [47.1, 40.85 and 20.0] respectively. OCT [value of the chamber angle  $\leq 20^\circ$ ] showed that it has 6.13 times the probability of finding a positive result in a patient classified as at risk of closure to one who does not. In LR- it obtains 0.57 times the probability of finding a negative result between classified patients and healthy patients.

Pentacam [camerular angle value  $\leq 29.5^\circ$ ] reveals that it has 2.31 times the probability of finding a positive result and the LR- shows 0.72 probability of finding a negative result.

**Conclusions:** In values obtained from the angle: gonioscopy found in higher frequency Grade II and lower frequency Grade IV, OCT Grade IV and Pentacam HR Grade II. The quantitative and qualitative parameters defined by OCT and Pentacam HR show strong association with gonioscopy results. OCT obtains with greater sensitivity in angular closure images, Pentacam HR provides diagnostic accuracy at normal and open angles, gonioscopy has the highest sensitivity and specificity in determining the opening of the chamber angle.

**Keywords:** validity, angular closure, specificity and sensitivity.

## Introducción

La detección temprana de las alteraciones del sistema visual y de la patología ocular permiten mantener la salud visual, ocular, prevenir enfermedades oculares, reducir la ceguera prevenible o curable y manejar de forma oportuna las alteraciones visuales.

La Organización mundial de la Salud [OMS], estima que en el mundo hay aproximadamente 285 millones de personas con discapacidad visual; de las cuales 39 millones son ciegas, 246 millones presentan baja visión y 1.5 millones son niños menores de 16 años, resultando así un total de 180 millones de individuos con algún grado de déficit visual, quienes requieren servicios de apoyo social, vocacional, económico y de rehabilitación (1). Aproximadamente un 90% de la carga mundial de discapacidad visual se concentra en los países en desarrollo, alrededor del 82% de las personas que padecen ceguera tienen 50 años o más, si bien este grupo de edad apenas representa un 20% de la población mundial (1). Con el creciente envejecimiento de la población en muchos países, aumentará también el número de personas que corren el riesgo de padecer discapacidades visuales asociadas a la edad, como lo es la degeneración macular [DMRE], catarata, glaucoma, entre otras, y se calcula que el número total de ciegos en el mundo aumenta aproximadamente en 1 millón cada año; así que esta cifra se duplicará en los próximos 25 años, si no se toma una acción decisiva de salud pública (1).

Se estima que el 90% de las personas ciegas vive en países en vía de desarrollo (2). De este porcentaje; el 80% del total mundial de casos de discapacidad visual se pueden evitar o curar [50% de las causas es tratable y 30% es prevenible a través de acciones de nivel primario y secundario] (2).

El glaucoma es la segunda causa de ceguera después de la catarata y es la principal causa de ceguera irreversible; con una carga estimada de 8,4 millones de personas ciegas de ambos ojos por glaucoma en todo el mundo en 2010 (3).

Es así como la OMS en 2013 realizó una proyección estimada de ceguera para el año 2020; en donde 79.6 millones de personas se verían afectadas por el glaucoma, esta proporción hace referencia a un 74% que equivale a 58.9 millones de personas; las cuales presentarían glaucoma de ángulo abierto y 6.65% equivalente a 5.3 millones de personas, que tendrían glaucoma de ángulo cerrado (2).

La ceguera es un problema serio de salud pública a nivel mundial, que conlleva consecuencias profundas para el individuo, la familia y la sociedad en el aspecto humano, socioeconómico y está asociada con una menor expectativa de vida (1); el 80% de los casos de ceguera pueden ser curados o prevenibles siempre y cuando existan los servicios adecuados, disponibles para toda la población (4).

La Organización Mundial de la Salud [OMS], en alianza con distintas organizaciones internacionales dedicadas a la salud visual y a la prevención de la ceguera se ha trazado un plan universal de disminución de la ceguera evitable, llamado “Plan Visión 20/20 el derecho a la visión”, que busca prevenir que millones de personas en el mundo lleguen a ser ciegas en el año 2020 (5).

Según datos de la OMS, se estima que en Colombia existen alrededor de 8.000 personas ciegas por cada millón de habitantes, la mayoría de las cuales presentan ceguera por causas prevenibles o curables (6). Dentro de las causas de ceguera es importante destacar la catarata, el glaucoma, la retinopatía diabética y la ceguera infantil (4). Esta última merece especial atención, puesto que genera un gran costo económico y social, ya que implica la discapacidad de una

persona durante por lo menos, cinco décadas de vida, de acuerdo con la expectativa de vida en nuestro país, y dado que la mayoría de sus causas son prevenibles.

Considerando una población en Colombia de 46 millones de habitantes, la prevalencia de personas ciegas sería de 368.000 (7). Al tomar como dato de esperanza de vida el valor promedio de 66,5 años para hombres y 71,5 para mujeres, con un costo estimado de 1.100 dólares por paciente ciego por año para Colombia, se podría estimar que si se solucionara solamente el problema de la ceguera por catarata el ahorro para el país sería de 698 millones de dólares (8), este costo en la actualidad es asumido por el núcleo familiar y por la sociedad en general (6).

La distribución mundial de las principales causas de discapacidad visual dentro del marco de acción de Visión 20/20 se encuentra en el siguiente orden: errores refractivos no corregidos 43%, cataratas no operadas 33%, glaucoma 2% (2).

Teniendo en cuenta que el glaucoma se encuentra enumerada como tercera causa de discapacidad visual, según Quigley HA et al., 2006. (9); el glaucoma de ángulo cerrado es el tipo de glaucoma más agudo y agresivo representando alrededor del 20% de todos los glaucomas y causando aproximadamente el 40% de ceguera bilateral existente.

La evaluación del estado iridocorneal se convierte en una estrategia importante para diagnosticar y proporcionar una remisión oportuna para un tratamiento acertado en la prevención del glaucoma de ángulo cerrado, conduciendo a un menor impacto en la salud visual y un pronóstico más alentador para el paciente (10).

El optómetra como profesional de la salud visual debe conocer y dominar técnicas que permitan detectar ángulos sospechosos de cierre con miras a orientar, informar y remitir al paciente oportunamente, para ser tratado en la consulta de oftalmología especializada en Glaucoma.

Existen varias técnicas que se pueden emplear para evaluar la anatomía del ángulo iridocorneal, siendo la gonioscopía la técnica más aceptada (3). Sin embargo, ésta técnica tiene algunas limitaciones y requiere del consentimiento informado del usuario al ser una técnica invasiva; no siempre es bien tolerada por el paciente, ya que precisa la instilación de anestésico tópico ocular y puede llevar mucho tiempo la práctica para el logro de una imagen estable y centrada en el ángulo correcto, exigiendo destreza, experiencia y conocimiento. Existen actualmente otras técnicas que permiten medir el grado de apertura del ángulo iridocorneal como son la Tomografía de coherencia óptica comúnmente conocida como OCT, técnica de diagnóstico, control y seguimiento que permite el estudio de cortes histológicos “en vivo”, no es invasiva por lo tanto no es molesta para el paciente, es rápida y carece de efectos secundarios, y el Pentacam es un tomógrafo que usa una cámara rotacional que genera imágenes en 3D de la parte anterior del ojo, incluyendo la córnea, el iris, el ángulo de la cámara anterior y una porción del cristalino; mostrando un completo análisis de la cámara anterior (11).

Por lo anteriormente expuesto se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el test más adecuado para incluir dentro de la práctica clínica de la optometría que permita coadyuvar en la detección temprana del glaucoma de ángulo cerrado?

Existen diversas técnicas para valorar el ángulo iridocorneal permitiendo determinar el riesgo posible de cierre angular causante de uno de los tipos de glaucoma más agresivos como lo es el glaucoma de ángulo cerrado. Sin embargo en la práctica cotidiana del ejercicio de la optometría no se estipula la valoración del ángulo iridocorneal siendo este un examen fácil y determinante en la detección temprana de glaucoma de ángulo cerrado.

En Colombia desde la firma de la nueva legislación de la Optometría el 28 de mayo de 1997, en donde se reglamentó el ejercicio de la Optometría como profesión de la salud, permitiendo

bajo unos pilares en la formación; la inclusión de acciones de prevención y corrección de las enfermedades del ojo en el segmento anterior y del sistema visual a través del examen, diagnóstico, tratamiento y manejo que conduzcan a lograr la eficiencia visual y la salud ocular (12). Amparados en la Ley 372, en donde se facultó al optómetra en la realización de pruebas diagnósticas que logren ser útiles en el ejercicio multidisciplinario; y a través de la cual se puede favorecer los pacientes con ceguera causada por el glaucoma de ángulo cerrado (12), el optómetra, como profesional de la salud visual, debe conocer y dominar las diferentes técnicas de medida que le permitan la detección de ángulos sospechosos de cierre, con el objetivo de orientar e informar al paciente si encuentra alteraciones sobre la conveniencia de remitir inmediatamente al paciente y hacerse revisiones oftalmológicas.

Se hizo necesario conocer la validez de las pruebas diagnósticas y definir la utilizada para la práctica clínica optométrica con el objetivo de diagnosticar oportunamente el ángulo camerular, teniendo en cuenta el fundamento de la formación del optómetra en el Cuidado Primario de la salud visión y ocular. En este contexto es necesario que el optómetra conozca las características de reproducibilidad y validez de cada una de las pruebas utilizadas en el ejercicio profesional.

De acuerdo a la normatividad es necesario como profesionales del cuidado primario de la salud visual y ocular detectar tempranamente las alteraciones del sistema visual, así como las patologías oculares que se puedan presentar en la población.

En el adulto, existen patologías del sistema visual que no son detectables por medio de la visimetría, dado que en sus etapas iniciales no afectan la agudeza visual, como en el caso del glaucoma, una de las principales causas de ceguera en nuestro medio, se recomienda que la revisión para la prevención y detección del glaucoma constituya parte de los exámenes oculares de rutina en niños, adolescentes y adultos.

Todas las personas deben hacerse exámenes integrales para despistaje de glaucoma alrededor de la cuarta década, se especifica el examen visual ya sea por oftalmólogo u optómetra, para la población general a los 40 años de edad y, posteriormente cada cinco años (1,13,14,15,16). Si se posee mayor riesgo para desarrollar la enfermedad, debe hacerse el examen cada uno o dos años a partir de los 35 años de edad. Es por esto que es muy importante la evaluación del estado del ángulo iridocorneal para poder realizar el diagnóstico y facilitar un tratamiento oportuno en la prevención del desarrollo o de la progresión del glaucoma de ángulo cerrado.

En sí, la detección y el tratamiento precoz del glaucoma de ángulo cerrado, antes de la aparición de la neuropatía óptica glaucomatosa, debe conducir a un menor impacto en la salud visual y un pronóstico más alentador para el paciente.

## **1. Objetivos**

### **1.1. Objetivo general**

Determinar la validez de las pruebas diagnósticas para la valoración del ángulo camerular en pacientes mayores de cuarenta [40] años en el área Metropolitana de Bucaramanga en el primer semestre del 2017.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Determinar las condiciones sociodemográficas de la población estudio.
- Describir las características clínicas de la población estudio.

## 2. Marco Teórico

Cerca del 90% de la carga mundial de la discapacidad visual se concentra en los países en desarrollo (2). Aproximadamente 285 millones de personas se encuentran con discapacidad visual en el mundo; de esta población 39 millones son ciegos y 246 millones presentan condición de baja visión; las cataratas son las causantes del mayor porcentaje [39%] de ciegos y por consiguiente las de mayor atención y relevancia (2). Los datos aportados por la Organización Mundial de la Salud sitúan a los defectos refractivos sin corrección como la segunda causa [18%] de ceguera a nivel mundial, seguido del glaucoma [10%], la degeneración macular relacionada con la edad [7%] y la retinopatía diabética [4%] en su orden (2).

El glaucoma se encuentra dentro de las principales causas de ceguera a nivel mundial, generando preocupación en el área de salud pública debido a las consecuencias que conlleva en el entorno del individuo, incluyendo su familia y espacio laboral (2).

El ángulo iridocorneal desde una vista anatómica es el ángulo creado por la raíz del iris y la parte posterior de la córnea periférica y en él se encuentran las estructuras comprometidas [malla trabecular y canal de Schlemm] para el drenaje del humor acuoso. La relación estrecha entre la superficie del iris y la córnea trae un efecto significativo sobre el acceso del humor acuoso a su sistema de drenaje. Es así como sucede en ojos donde el ángulo iridocorneal es estrecho o cerrado, el humor acuoso tiene dificultad en su drenaje, provocando un aumento de la presión intraocular; y por ende, desencadenando un glaucoma de ángulo cerrado (17).

El glaucoma de ángulo cerrado es el tipo de glaucoma que más afecta a la población (2). La valoración del ángulo de la cámara anterior es una prueba que contribuye al diagnóstico precoz y



oportuno de la patología y es muy importante porque se puede prevenir que el paciente pierda visión, ya que la visión perdida por el glaucoma no es recuperable. Debe realizarse siempre antes de una dilatación pupilar (1).

## **2.1 El Glaucoma**

El glaucoma es una enfermedad ocular que daña el nervio óptico y el factor de riesgo más importante es el aumento de la presión intraocular. Es denominada neuropatía óptica multifactorial ya que puede causar una disminución de la visión progresiva e irreversible como consecuencia de daño en el nervio óptico, por la pérdida de células ganglionares en la retina (1). Generalmente es provocada por un aumento de la presión intraocular [PIO]; se trata de un proceso patológico en el que la PIO puede estar elevada, lo que produce la atrofia del disco óptico y la aparición de defectos característicos en el campo visual, por la pérdida progresiva de la capa de fibras nerviosas de la retina (1).

Para entrar en contexto con la enfermedad, es importante recordar la anatomía del ojo y su similitud con los elementos de una cámara fotográfica [Figura 1].

- Elemento I: La esclera y la conjuntiva, son las partes del ojo que sirven como protección, están cubiertas por una membrana transparente. Este componente equivale al armazón de la cámara fotográfica.

- Elemento II: La córnea es un órgano transparente a través del cual ingresan los rayos luminosos al ojo. Corresponde en la cámara fotográfica al objetivo.

- Elemento III: El iris además de determinar el color de los ojos, presenta en el centro una apertura denominada pupila y según su tamaño regula el ingreso de luz en el ojo. El iris semeja en la cámara fotográfica al diafragma.

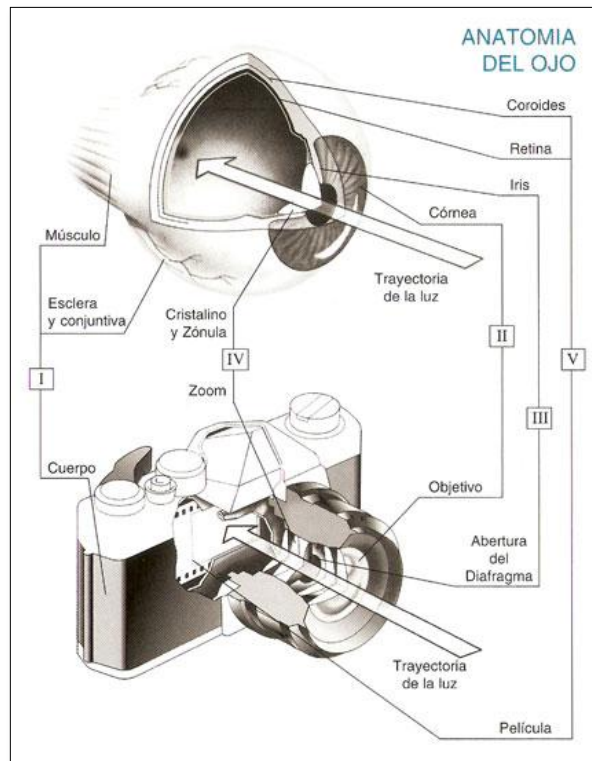


Figura 1 Comparación anatómica entre el ojo y la cámara fotográfica.

Fuente: <http://www.institutodelavision.com/patologias.php?Sub=glaucoma&id=0&item=3>

- Elemento IV: El cristalino, denominado de esta forma por su transparencia, se encuentra situado detrás del iris y delante del humor vítreo. Se sostiene a través de un conjunto de hebras microscópicas llamadas zónulas. Equivale en la cámara fotográfica al zoom.

- Elemento V: La retina recibe las imágenes que ingresan al ojo y las transforma en estímulos nerviosos. Los estímulos nerviosos son formados en la retina y son enviados al cerebro a través del nervio óptico. Este elemento equivale a la película o al chip de una cámara digital.

Los elementos II, III y IV de la parte anterior del ojo así como de la cámara fotográfica; son los encargados de la formación y definición de las imágenes.

El nervio óptico contiene un millón de fibras a modo de un “cable” y conecta la retina con la corteza visual del cerebro. Es en la corteza cerebral donde se termina de integrar el proceso visual.

La visión se divide en dos; una es la visión central y otra la visión periférica; ambas comprenden el llamado campo visual. La visión central permite ver algo puntual y está formada por las fibras que provienen de la mácula en la parte central de la retina y la visión periférica permite observar todos los objetos que rodean a la visión central.

La coroides es una capa de vasos que nutre a la retina y está ubicada entre la retina y la esclera.

Dentro del ojo existe un líquido denominado el humor acuoso y su función es nutrir el segmento anterior del ojo. La presión de este líquido es llamada presión intraocular y permite mantener la distancia correcta entre la córnea, el cristalino y la retina, para que las imágenes captadas se formen con nitidez. El humor acuoso se produce en los procesos ciliares, circula entre el cristalino y el iris, pasa hacia delante a través de la pupila y baña la córnea. Luego se drena a través del ángulo donde se unen la córnea, la esclera y el iris. Este ángulo está tapizado por una fina malla, que forman una “rejilla” a través de la cual el humor acuoso sale del ojo. Esta rejilla se llama trabéculo. El humor acuoso se produce y se elimina de forma continua. Cuando el humor acuoso no puede salir fácilmente a través del ángulo; como si la “rejilla” estuviera “tapada”, se acumula el humor acuoso en la parte anterior del ojo, aumentando la presión intraocular (18). Cuando se aumenta la presión dentro del mismo, el nervio óptico se comprime y el flujo sanguíneo de sus fibras nerviosas disminuye, produciendo lesiones de manera progresiva

e irreversible, ya que son neuronas que no se pueden recuperar. Las fibras van desapareciendo, comenzando por las de la visión periférica y formando una excavación en el nervio óptico; cuando una suficiente cantidad de fibras han sido deterioradas, aparecen las llamadas escotomas en el campo visual. El campo visual disminuye cuando el glaucoma no es diagnosticado y tratado oportunamente, ya que la aparición y crecimiento de escotomas permite unirlos hasta sólo quedar la visión central; en este punto de la enfermedad el paciente refiere ver o mirar como a través de un tubo, posteriormente las fibras que llevan la visión desde la mácula mueren y la ceguera es completa (18).

**2.1.1. Etiología del glaucoma.** El glaucoma se produce por la disminución de la capacidad de evacuar el humor acuoso hacia el exterior del globo; para que la presión dentro del ojo sea constante debe existir igualdad en unidad de tiempo entre la cantidad que se produce y la cantidad de líquido intraocular que debe salir. Al alterarse éste mecanismo, la presión intraocular aumenta y pasado un tiempo se producen daños irreparables en la visión. El tratamiento está enfocado en mejorar la evacuación del humor acuoso y/o reducir la formación del mismo. El daño a nivel de la retina y nervio óptico se produce por efecto mecánico y vascular. A continuación se describen las teorías más aceptadas sobre los mecanismos capaces de dañar el nervio óptico:

-Teoría mecánica: Dado que el sitio que generalmente se afecta, es por donde entra el nervio óptico al segmento posterior en su tránsito a través del foramen escleral; plantea que al aumentar la presión intraocular, se comprimen los espacios entre las láminas por las que pasan los axones del nervio, lo que haría que estos colapsasen y produjeran la muerte progresiva de las células ganglionares retinianas (19,20,21).

-Teoría vascular o isquémica: Supone que el nervio óptico es dañado por defectos en la circulación sistémica, los cuales provocan isquemia en los vasos que irrigan los axones; presunción avalada por lesiones axonales isquémicas, descritas en diversos estudios (22).

**2.1.2. Clasificación del glaucoma.** Existen diversas clasificaciones del glaucoma. Con base en la función y el mecanismo responsable del aumento de la presión intraocular, la presencia o ausencia de factores asociados y la edad, se realiza la siguiente clasificación:

**Según la amplitud entre la raíz del iris y la córnea [la más común]:**

- Glaucoma de ángulo abierto: El ángulo iridocorneal se encuentra normal. Este tipo de glaucoma es totalmente asintomático y progresivo. Es la forma más frecuente del glaucoma, afecta al 2% de la población mayor de 40 años de edad y causa ceguera caracterizada por daño del nervio óptico, el factor de riesgo más importante reconocido para el desarrollo y progresión del glaucoma es la alta presión del ojo (9).

- Glaucoma de ángulo cerrado: Existe una disminución del ángulo iridocorneal, el cual está formado por la raíz del iris y la córnea. Su prevalencia es 0.15% de la población mayor de 40 años y ocurre especialmente en mujeres hipermétropes por lo que el globo ocular es algo más pequeño que lo normal; esto determina que el ángulo iridocorneal tenga una apertura menor de 30 grados. En éstas condiciones el iris en la porción del ángulo fácilmente se puede adosar al trabéculo obstaculizando la salida del humor acuoso; lo que determina una brusca elevación de la presión intraocular. Suele cursar de forma aguda y la presión en pocas horas llega a niveles muy altos entre los 50 y 60 mmHg, también se produce un brusco edema corneal, dolor ocular por la distensión, disminución de agudeza visual, visión de halos alrededor de las luces, enrojecimiento del ojo, la pupila se encuentra en un estado de midriasis fija y la cámara anterior está muy estrecha. El paciente manifiesta gran cefalea hemicraneana y malestar general asociado

a náuseas y vómitos. El glaucoma de ángulo estrecho es una enfermedad bilateral, los pacientes que presentan la crisis en un ojo deben ser tratados con iridotomía preventiva en el otro ojo. Esta situación requiere un tratamiento urgente e inmediato (9).

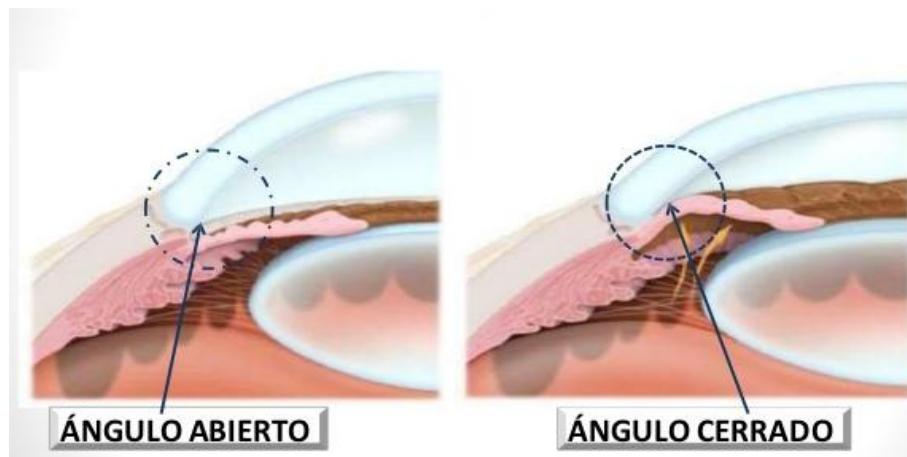


Figura 2 Comparación anatómica de apertura o cierre del ángulo camerular

Fuente: [http:// www.slideshare.net/PAMEKRO/oftalmologa-81-glaucoma-congnito-meduvcnc](http://www.slideshare.net/PAMEKRO/oftalmologa-81-glaucoma-congnito-meduvcnc)

#### **Según la presencia o ausencia de factores asociados:**

- Glaucoma primario: El glaucoma primario de ángulo abierto [GPAA], también conocido como glaucoma crónico de ángulo abierto, o glaucoma crónico simple puede definirse como: neuropatía óptica caracterizada por cambios de la papila y deterioro del campo visual acompañada o no de hipertensión ocular (9).

- Glaucoma secundario: La presión intraocular se eleva producto de una enfermedad subyacente. La prevalencia de este glaucoma es 0,1% de la población, es generalmente una afección unilateral, el factor común de todos los glaucomas secundarios es la elevación de la presión ocular sobre 21 mmHg, el límite máximo normal para el promedio es de 15.9 mmHg, de

la población. La presión intraocular elevada por glaucoma secundario produce daño en la papila óptica y del campo visual y por ese mecanismo produce ceguera del ojo afectado (9).

**Según la edad de aparición:**

- Glaucoma congénito: La prevalencia de este glaucoma es 0.05% de la población, aparece en niños recién nacidos y hasta los 3 años de edad. La elevación de la presión se produce por una falla en el desarrollo del trabéculo o se presenta en lactantes que nacen con defectos que impiden el drenaje normal del humor acuoso; el 30% está presente al nacer y alrededor del 70% se manifiesta antes del año de edad. Aproximadamente dos tercios de los casos son bilaterales. Su incidencia es de uno por cada 10.000 a 15.000 recién nacidos. Este Glaucoma es sintomático. Los niños presentan epífora y fotofobia producto de la distensión de las terminaciones nerviosas de la córnea por efecto de la presión ocular elevada, la córnea puede presentar edema y el diámetro corneal se encuentra aumentado [debiendo ser 11.5 mm al nacer y 12 mm al año], un exceso de 1 mm indica aumento del tamaño del globo ocular o buftalmos, esto ocurre porque la pared ocular del niño hasta los 3 años de edad es distensible expandiéndose por efecto de la presión intraocular elevada (9).

- Glaucoma infantil. Se presenta en los primeros 3 años de la vida, la mayoría de síntomas presentes se encuentran entre el nacimiento y los 24 meses de edad, en la mayoría de casos es bilateral y es más prevalente en hombres hallándose un 70% (9).

- Glaucoma juvenil: El glaucoma juvenil abarca cualquier Glaucoma que ocurre posterior a los diez años de edad y antes de la tercera o cuarta década de la vida, es una entidad rara que se comporta de manera similar al Glaucoma del adulto, en cuanto a sintomatología y evolución, ha

sido denominado Glaucoma hereditario juvenil, se transmite por herencia autosómica dominante con penetrancia reducida y afecta a ambos géneros por igual. Se presenta disminución de la agudeza visual constatándose presión intraocular [PIO] elevada, se usa este término generalmente para describir la presencia de glaucoma en niños, adolescentes y adultos jóvenes (9).

**2.1.3. Niveles de evidencia de glaucoma.** El daño por glaucoma en el nervio óptico está presente, cuando el ojo tiene tantos cambios estructurales que exceden el nivel de corte especificado, y el defecto del campo visual correspondiente (Tabla 1).

Tabla 1 *Niveles de evidencia de glaucoma*

NIVEL	EVIDENCIA
1	El más alto nivel de evidencia requiere anomalías del RCD* o asimetría en RCD mayor del percentil 97.5 de la población normal, más un defecto del campo visual compatible con glaucoma
2	Un disco severamente dañado [RCD mayor al percentil 99.5 de la población normal] puede ser suficiente si el campo visual no puede ser realizado
3	Si el disco óptico no puede ser visualizado, una PIO que exceda el percentil 99.5 de lo normal, o evidencia de cirugía filtrante previa

\*RCD: radio copa disco; PIO: presión intraocular.

Fuente: Rueda J C, Urrea Gomez R , Arias J D, Glaucoma. Medlife, 2014: 19-22. (1)

Sin embargo en estudios poblacionales en aquellos pacientes en quienes no puede realizarse el campo visual, y en otros en quienes no puede ser visualizado el nervio óptico, el glaucoma puede definirse de acuerdo a tres niveles de evidencia. (1)

## 2.2. Pruebas para evaluar el ángulo camerular



La evaluación del ángulo camerular es muy importante y de gran utilidad en el diagnóstico etiológico del glaucoma ya que permite a través de la valoración conocer el tipo de ángulo que posee cada paciente para actuar preventivamente y diferenciar entre un glaucoma de ángulo abierto y uno de ángulo cerrado. Actualmente existen varias técnicas de medición del ángulo camerular. A continuación se describen únicamente las utilizadas para este estudio.

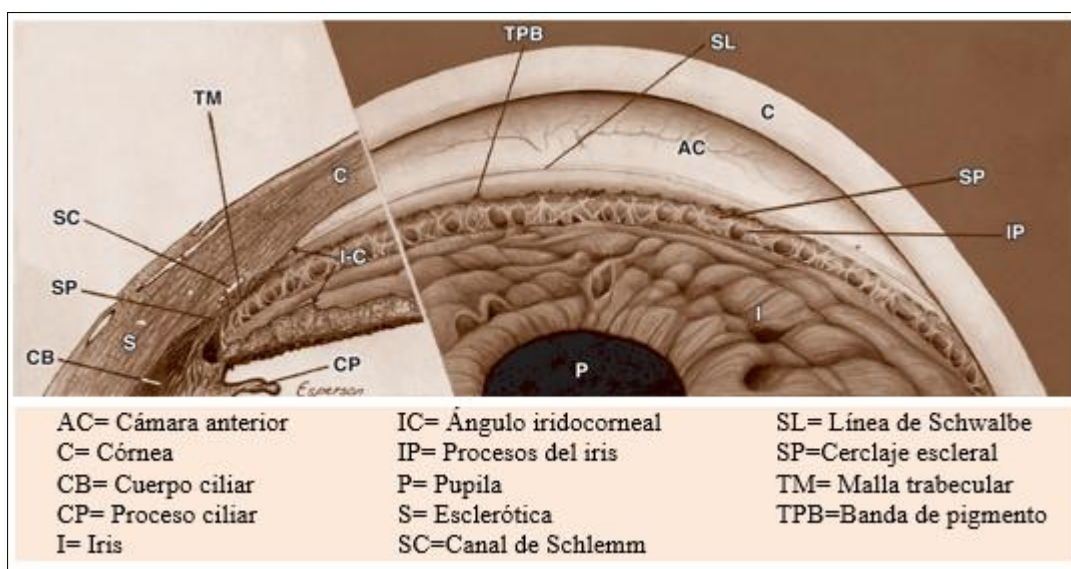


Figura 3 Anatomía del ángulo came

Fuente: Paul Riordan Eva, Emmett T. Cunningham Jr. Vaughan y Asbury Oftalmología general. Mc Graw Hill, 18 ed. Capítulo 11: Glaucoma.

**2.2.1 Gonioscopía.** Consiste en la evaluación del ángulo camerular por medio de lentes o espejos que presentan en su interior espejos con diferentes angulaciones, que permiten observar una imagen indirecta del seno camerular por los cuales se puede clasificar el tipo de glaucoma [glaucoma de ángulo abierto o de ángulo cerrado], conocer el estado del ángulo, identificar la población en riesgo y controlar los cambios en la estructura del ángulo iridocorneal en el tiempo. Es la técnica de referencia para la evaluación del ángulo iridocorneal (18).

En el transcurso de la historia y para el surgimiento de nuevas técnicas; se empleó la gonioscopía directa, basándose en la utilización de prismas que proporcionaban una visión directa del ángulo, siendo necesario que el paciente estuviese acostado [Friedman D.S et al., 2008; Campa C, 2011] (55,18). En 1898 el griego Trantas, fue el primero en observar las estructuras del ángulo de la cámara anterior, tras una presión digital sobre el limbo, mediante oftalmoscopia directa [Dellaporta A, 1975]. Luego en 1914, Salzmann, de nacionalidad austríaca, a través del denominado oftalmoscopio del ángulo de la cámara anterior introduce la idea del uso de una lente en contacto con la córnea, [Friedman D.S et al., 2008] (55), posteriormente, Koeppe en 1919 alcanzó a visualizar directamente el ángulo iridocorneal mediante una lente de contacto de un poder de +50.00 dioptrías vinculada a un sistema de iluminación (11).

Siguiendo la técnica, Otto - Barkan en 1936, emplea mayores aumentos [40X] y sistemas de iluminación separados, dilucidando las diferencias encontradas entre los glaucomas de ángulos abiertos y los glaucomas de ángulos cerrados, en la actualidad se utiliza la gonioscopía indirecta mediante lámpara de hendidura, introducida por Goldmann en 1938. [Carratalá Ferre S, 2011] (28). La gonioscopía tiene muchas utilidades, principalmente en el glaucoma, con la realización de la técnica se busca: 1- Establecer el tipo de glaucoma que padece el paciente. 2- Identificar las personas de riesgo de padecer un glaucoma de ángulo cerrado. 3- Realizar monitoreo de los cambios estructurales del ángulo iridocorneal en el transcurso del tiempo. La implementación del examen cada vez se realiza con menos frecuencia debido a que se ha generalizado la opinión de que la gonioscopía es incómoda para el paciente, técnicamente difícil para el profesional y que brinda información subjetiva. La utilidad de la técnica de gonioscopía es imprescindible en la valoración del ángulo, ya que el ángulo no es visible sin la ayuda de lentes, esto se debe a la

reflexión interna de la córnea; las lentes que se utilizan en esta técnica tienen espejos. La gonioscopía se debe realizar una vez al año, conforme el paciente envejece, la pupila se bloquea y el ángulo se estrecha (28).

**2.2.1.1. Tipos de gonioscopía.** El ángulo camerular no puede visualizarse directamente a través de la córnea intacta, dado que la luz emitida por las estructuras experimenta una refracción interna total. Para eliminar esa refracción se necesita una goniolente, que puede ser directa o indirecta. Las goniolentes reemplazan la interfaz entre el aire y la córnea por una interfaz que tiene un índice de refracción mayor que el de la córnea (11).

El ángulo entre la superficie corneal posterior y la superficie anterior del iris constituye el ángulo de la cámara anterior cuya configuración es importante para la patogenia del glaucoma. El contacto entre el iris periférico y la córnea significa que hay un ángulo cerrado lo que impide el acceso del humor acuoso a la malla del trabéculo; mientras una separación amplia entre ambos, significa que hay un ángulo abierto lo que indica que la obstrucción del humor acuoso se encuentra en la malla trabecular o más allá. La gonioscopía supone el examen y el análisis del ángulo.

- **Gonioscopía Directa:** Este tipo de Gonioscopía proporciona una visión directa del ángulo. Las lentes directas están representadas por la lente de Koeppel [Poder: +50.00 dioptrías y radio: 7 mm] goniolente de prototipo diagnóstico, que se utiliza de forma directa y se encuentra en diferentes tamaños y modelos modificados.

Las goniolentes son fáciles de usar y proporcionan una visión panorámica del ángulo. Por lo tanto, son especialmente útiles en la comparación simultánea de una parte del ángulo con otra.

Al realizar la técnica estando el paciente en posición decúbito supino la cámara anterior puede ser un poco más profunda y el ángulo más fácil de visualizar. Cuando se emplea conjuntamente con un microscopio manual, ofrece una gran flexibilidad, permitiendo una inspección detallada de diversas sutilezas de las estructuras del ángulo mediante iluminación directa y retroiluminación.

Los goniolentes directos, no se pueden utilizar junto con una lámpara de hendidura y por lo tanto no proporcionan la misma claridad, iluminación y diversas potencias en comparación con las goniolentes con lámpara de hendidura (11).

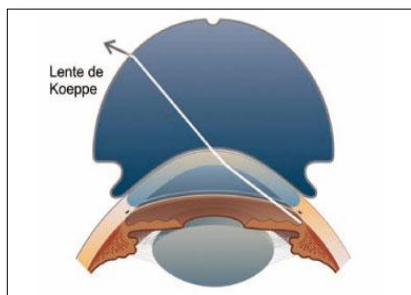


Figura 4 *Gonioscopia Directa.*

Fuente: Gusmão de Almeida et al., 2010. Gonioscopia: una propuesta de clasificación (APIC). Revista Bras Oftalmol. 2010; 69 (5): 332-41

Se debe utilizar solución salina para rellenar el espacio entre la córnea y la lente y se observa el ángulo a través de la microscopía binocular. La iluminación la proporciona una luz puntual que se sujeta con la otra mano. La lente de Koeppel tiene una magnificación de 1.5X que, junto con el aumento de los oculares, proporciona una magnificación total de 24X. Existen tres tamaños diferentes de lentes; el mayor de ellos se utiliza en casos de irregularidades de la córnea [Tabla 2].

Las lentes directas se utilizan en procedimientos quirúrgicos como la goniotomía y la goniosinequiosis.

Además de la citada lente de Koepper, existen otros modelos tales como: Richardson-Shaffer, Layden, Workshop, Barkan, Thorpe y Swan-Jacob (11). En la Tabla 2 se hace referencia a la descripción de los diferentes modelos de Goniolentes utilizados en la gonioscopia directa.

Tabla 2 Modelos y Descripción Goniolentes Directos

<b>GONIOSCOPIA DIRECTA</b>	<b>LENES</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>Goniolentes</b>	1.Koepe	1. Prototipo diagnóstico
	2. Richardson – Shaffer	2. Lente Koepe pequeño para niños
	3. Layden	3. Gonioscopio para prematuros
	4. Barkan	4. Goniolente prototipo quirúrgico
	5. Thorpe	5. Lente diagnóstico y quirúrgico
	6. Swan – Jacob	6. Goniolentes quirúrgicos para niños

Fuente: Gonioscopia: Examen Diagnóstico para glaucoma. García Alcolea EE, Ortiz González E, Sánchez Miranda M, Rojas Alvarez E, González Sotero J. 1, Cuba : S.N., 2009, Misión Milagro , Vol. 2.

- Gonioscopia indirecta: Este tipo de Gonioscopia utiliza lentes con espejos incorporados para superar la reflexión interna que consiste en lentes esclerales con un área grande de contacto; entre 15 a 18 mm y una superficie convexa pronunciada [7.4 mm o 46.00 dioptrías] y puede o no

necesitar de una sustancia viscosa en la interfase. Esta técnica se utiliza con lámpara de hendidura [Tabla 3].

La visión con éstas lentes proporcionan la imagen del ángulo opuesto no es una imagen invertida. Las lentes más utilizadas son la lente de Goldmann o lente de Zeiss (11). En la Tabla 3 se describen los modelos de Gonioprismas utilizados en la gonioscopía indirecta.

Tabla 3 *Modelos y Descripción Goniolentes Indirectos*

<b>GONIOSCOPIA INDIRECTA</b>	<b>LENTE</b>	<b>DESCRIPCION</b>
Gonioprismas	Goldmann de un espejo	Espejo con inclinación de 62° para gonioscopía
	Goldmann de tres espejos	Un espejo para gonioscopía, dos espejos para retina con superficie anterior que permite uso con láser a 59°
	Zeiss cuatro espejos	Los 4 espejos con inclinación de 64° para gonioscopía. No se rota, sostenedor Unger; no requiere uso de sustancias
	Posner cuatro espejos	Zeiss cuatro espejos modificado con un mango incorporado
	Sussman cuatro espejos	Gonioprisma tipo Zeiss manual
	Thorpe cuatro espejos	Cuatro espejos para gonioscopía, a 62°; requiere sustancias como puente
	Lente Trabeculoplastia Rich	Cuatro espejos para gonioscopía, 2 inclinados a 59° y 2 a 52°, con lentes convexos sobre un espejo de cada par

Fuente: Gonioscopía: Examen Diagnóstico para glaucoma. García Alcolea EE, Ortiz González E, Sánchez Miranda M, Rojas Alvarez E, González Sotero J. 1, Cuba : S.N., 2009, Misión Milagro , Vol. 2.

- Gonioscopía de Goldmann: Es una de las lentes más utilizadas en la gonioscopía indirecta. Tiene un diámetro mayor de la superficie de contacto de aproximadamente 12 mm y un radio de curvatura de 7.38 mm [+46.00 dioptrías]. Es relativamente fácil de dominar y proporciona una excelente visión del ángulo. La curvatura de la superficie de contacto de la lente es mayor que la de la córnea, por lo que se precisa de una sustancia de acoplamiento viscosa [Metilcelulosa] con el mismo índice de refracción de la córnea para ocupar el espacio entre la córnea y la goniolente; lo que le permite acoplarse mejor al ojo y proporcionar una mejor visión de las estructuras angulares [Campa C, 2011]. Después de la utilización de la sustancia de acoplamiento, la visión del paciente es borrosa y no se puede examinar el fondo de ojo (11).

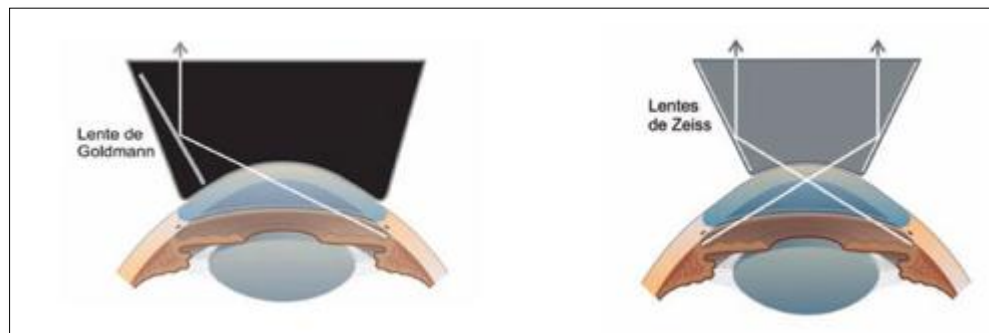


Figura 5 *Gonioscopía Indirecta.*

Fuente: Gusmão de Almeida et al., 2010. Gonioscopía: una propuesta de clasificación (APIC). Revista Bras Oftalmol. 2010; 69 (5): 332-41

- Gonioscopía de Zeiss: Está formada por 4 goniolentes especulares que se sostienen con un mango. La superficie de contacto de la lente tiene un diámetro de 9 mm y un radio de curvatura de 7.72 mm [curvatura más plana que la de la córnea], por lo que no necesita ningún agente de acoplamiento o sustancia [Metilcelulosa] ya que es una lente relativamente fácil de usar entre la

lente y la córnea. Las lágrimas proporcionan el material de contacto y lubricación adecuados para la lente. Esto permite un examen rápido y cómodo del ángulo, no proporciona visión borrosa y de forma importante no interfiere con los exámenes posteriores del fondo del ojo. Se puede utilizar para la gonioscopia de indentación, por la cual se obliga al humor acuoso a penetrar en la parte periférica de la cámara anterior, forzando la apertura del ángulo estrecho. Si el ángulo está cerrado por adherencias entre el iris periférico y la córnea [cierre sinequial], las estructuras en el ángulo permanecerán escondidas. La gonioscopia de indentación permite una mejor visualización de los ángulos normales (11). El problema más importante viene por la posible distorsión corneal y del ángulo. Para ello se ha buscado soluciones como la lente de Ridley [lente de contacto escleral utilizada junto con gonioprismo modificado de Goldmann], el método gonioscópico queratométrico de Becker, o el método de no contacto “fluido – puente”, en el cual se utiliza una cánula que infunde suero fisiológico o solución salina.

Las ventajas de la gonioscopia indirecta son una mayor rapidez, el hecho de que puede hacer gonioscopia de indentación y que la lámpara de hendidura posibilita variación en luz y óptica.

En cuanto a los inconvenientes, se puede señalar la dificultad en ángulos estrechos, en la retroiluminación y que la orientación al principio resulta confusa.

En cuanto a la gonioscopia directa, las ventajas son la comparación binocular, su carácter orientativo y que se puede observar a través de iris convexo o abombado. Entre los inconvenientes, cabe destacar su aparatosidad, la necesidad de un equipo especial [microscopio binocular e iluminador de Barkan], requiere mayor tiempo y se trata de una técnica costosa (11).

**2.2.1.2 Técnica de gonioscopia.** Material a emplear: Anestésico tópico [Proparacaína al 0.5%. Xilocaína al 4% o Tetracaína al 0.2%], goniolentes, solución acopladora [Metilcelulosa o



viscoelástico] y lámpara de hendidura. Es preferible utilizar un haz de luz estrecho [2-3 mm] para evitar la contracción pupilar, lo cual provocará un aumento artificial del ángulo (11).

Procedimiento Gonioscopía directa: Se explica al paciente el procedimiento a realizar y previo a su consentimiento, se coloca al paciente cómodamente en posición decúbito supino [Posición corporal acostado boca arriba, generalmente en un plano paralelo al suelo, cuello en posición neutra, con mirada al infinito, miembros superiores pegados al tronco y palmas de las manos hacia abajo, extremidades inferiores extendidas con pies en flexión neutra y punta de los dedos pulgares hacia arriba]. Se instila anestésico tópico en el ojo a examinar [Proparacaína al 0,5%, Xilocaína al 4% o Tetracaína al 0,2%] en el fondo de saco inferior, previo consentimiento informado. Se coloca solución de acople [Metilcelulosa preferentemente o viscoelástico] por detrás de la lente, en la zona inferior o cóncava, llenándola solo hasta la mitad y evitando que quede una burbuja de aire, la cual puede dificultar la visualización.

Con apoyo de la mano libre, se abren los párpados del paciente mientras se sostiene el goniolente con la otra. Se le indica al paciente mirar hacia arriba y se coloca el goniolente en la córnea. El examinador sostiene con una mano el goniolente y con la otra la fuente de luz [ocasionalmente se puede requerir de un asistente] (23).

Procedimiento Gonioscopía indirecta: Se explica al paciente el procedimiento a realizar y previo a su consentimiento se instila anestésico tópico en el ojo a examinar [Proparacaína al 0,5%, Xilocaína al 4% o Tetracaína al 0,2%] en el fondo de saco inferior. Se coloca solución acopladora dependiendo del radio de curvatura del gonioprismo [Metilcelulosa preferentemente o viscoelástico] por detrás de la lente, en la zona inferior o cóncava, llenándola solo hasta la mitad y evitando que quede una burbuja de aire, la cual puede dificultar la visualización. Se sienta cómodamente al paciente en la lámpara de hendidura apoyando bien el mentón y la frente. Con

apoyo de la mano libre, se abren los párpados del paciente mientras se sostiene el gonioleste con la otra. Se le indica al paciente mirar hacia arriba, posteriormente se inserta el borde inferior de la lente en el interior del fondo de saco inferior, luego se presiona rápidamente contra la córnea de forma que la sustancia de acoplamiento no se desplace. Se pide al paciente que mire hacia al frente con el otro ojo.

Se inicia con el espejo en la posición de las 12 horas, se visualiza el ángulo con el espejo gonioscópico pequeño en forma de cúpula para visualizar el ángulo inferior y luego se hace rotar en sentido de las agujas del reloj, hasta llegar a examinar el seno camerular en sus 360 grados. El haz de la lámpara de hendidura debe tener 2 mm de ancho, y cuando se mira en diferentes posiciones suele ser mejor rotar el haz de forma que su eje esté en ángulo recto con el espejo (23).

Se cuenta con diferentes maniobras que facilitan la identificación de las estructuras, como son:

- Paralelepípedo corneal: Puede ser interesante, ya que una acumulación de pigmento por encima de la línea de Schwalbe puede dificultar la correcta localización de las estructuras.

- Retroiluminación: En ángulos poco pigmentados se suelen localizar con mayor facilidad.

- Observación por encima del iris: Se utiliza si el iris es convexo, ya que, en caso contrario, el ángulo puede parecer más pequeño.

- Gonioscopía de indentación: esta indentación provoca una modificación del aspecto del ángulo [Figura 6]. Aclaración de la córnea si existe edema: si hay edema, la glicerina puede aclararla. Es rápida y los efectos son de corta duración (11).

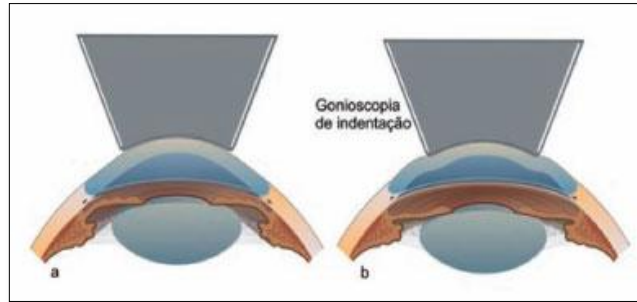


Figura 6 *Gonioscopia de Identación.*

Fuente: Gusmão de Almeida et al., 2010. Gonioscopia: una propuesta de clasificación (APIC). Revista Bras Oftalmol. 2010; 69 (5): 332-41

**2.2.1.3 Identificación de las estructuras.** Según Gusmão de Almeida et al, (24); para ser identificadas y estudiadas las estructuras por gonioscopia se debe realizar una inspección en el siguiente orden [Figura7]:

- Reborde pupilar: El examen comienza por el borde pupilar en busca de vasos, quistes, ectropión y depósitos, se evalúa la superficie del iris y su configuración bien sea plana, convexa, cóncava o en meseta, a continuación se observa si el iris presenta pliegues o contracciones; en algunos ojos los últimos pliegues de contracción pueden oscurecer la observación de la malla trabecular. Una última forma anormal que sobresale la contracción del pliegue es una característica del síndrome de iris plateau (24).

- Base del iris: Se mezcla con la superficie anterior del cuerpo ciliar y depende del color del iris. La región puede ser pálida con textura trabecular irregular. Se observan vasos que pertenecen al círculo arterial mayor del iris. Si se observan pequeños movimientos es debido a la actividad pupilar.

- Banda del cuerpo ciliar: La estructura más posterior, es la porción del músculo ciliar antes de la inserción. Presenta un color que oscila entre rosado y/o marrón apagado a gris pizarra debido a la extremidad anterior del músculo ciliar. Su amplitud depende de la posición de la

inserción del iris, tendiendo a ser más estrecha en ojos hipermétropes y más ancha en los miopes. El hueco angular representa la profundidad del iris en su inserción en el cuerpo ciliar.

- Espolón escleral: Es la proyección más anterior de la esclerótica y la zona de unión del músculo del cuerpo ciliar. Está situado por detrás de la malla trabecular y aparece como una banda densa estrecha blanquecina, que suele ser brillante. Es una estructura básica, ya que tiene un aspecto relativamente constante en diferentes ojos.

- Malla trabecular: Es un tejido multicapa de láminas fenestradas y células endoteliales que drenan humor acuoso hacia el canal de Schlemm. Se extiende desde el espolón escleral hasta la línea de Schwalbe. La parte pigmentada posterior es contigua al espolón escleral y tiene un aspecto traslúcido gris – azulado. La parte anterior es continua a la línea de Schwalbe y tiene un color blanquecino.

- Canal de Schlemm: Se puede identificar en ojos sin pigmentación trabecular como una línea profunda más oscura en el trabéculo posterior. A veces se puede observar sangre, si la goniolente comprime las venas epiesclerales. En este caso se observa una fina línea roja anterior al espolón escleral.

- Línea de Schwalbe: Es la estructura más anterior y suele aparecer como una línea opaca o puede asumir la forma de un pequeño anillo proyectado en la cámara anterior. Anatómicamente representa el extremo periférico de la membrana de Descemet y el límite anterior de la malla trabecular. La línea de Sampaolesi es la pigmentación de esta línea.

- Procesos del iris: Son pequeñas extensiones de la superficie anterior del iris que se insertan en el área del espolón escleral y que cubren el cuerpo ciliar en varios grados. No constituyen una patología y son realmente restos mesodérmicos que aparecen en un tercio de la población normal (7).

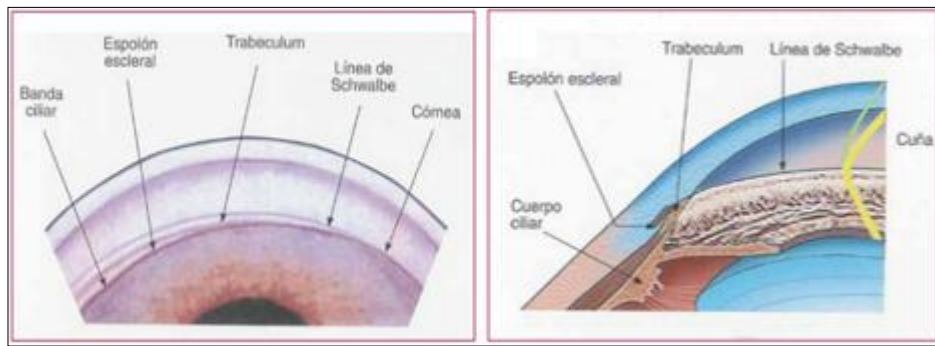


Figura 7 Apariencia gonioscópica e identificación de estructuras del ángulo camerular

Fuente: Carratalá S. Gonioscopía: Examen diagnóstico para glaucoma. Septiembre de 2011. file:///C:/Users/Gissela/Downloads/cientifico1%20(3).pdf

**2.2.1.4 Graduación de ángulo camerular.** Existen varios métodos en la graduación del ángulo camerular en un esfuerzo para correlacionar el grado y el riesgo de cierre angular; esto es particularmente importante debido al hecho de dejar consignado en la historia clínica los registros y hallazgos que pueden cambiar con el tiempo como son la magnitud de ángulo, el grado de pigmentación, localización y extensión de sinequias anteriores periféricas, neovascularización, tumores, etc. Después de consolidarse la técnica de observación del ángulo iridocorneal mediante lentes gonioscópicas, se han propuesto varios sistemas, entre ellos:

Test de la luz lateral: Se ilumina lateralmente la zona temporal de la cámara anterior y se puede hacer a una idea de su amplitud mirando su profundidad. Si todo el iris está iluminado, la cámara es amplia, pero, si la cámara es estrecha, el iris de la parte temporal está en sombra a la iluminación del iris nasal.

Clasificación de Scheie: Este sistema de clasificación tenía como objetivo principal categorizar el riesgo de cierre del ángulo iridocorneal, el cual se clasificaba en grados numéricos y en función de las estructuras del ángulo visible mediante la gonioscopía. Fue propuesto y publicado en 1957 por Harold G. Scheie (25); en donde determinó el grado 0 al ángulo más

abierto o cuando todas las estructuras eran visibles [base, procesos del iris, cuerpo ciliar, malla trabecular, línea Schwalbe], grado 1 a un cierre leve o ligero del ángulo en donde la raíz del iris no es visible, grado 2 cuando no es visible la raíz del cuerpo ciliar, grado 3 cuando no es visible la malla trabecular posterior y grado 4 indica el cierre del ángulo en donde no son visibles las estructuras [Ver Tabla 4]. Según Scheie, de acuerdo a su clasificación; un paciente con grado 3 o grado 4 tenía riesgo de glaucoma por cierre del ángulo (26).

Tabla 4 Clasificación del ángulo iridocorneal según Scheie.

<b>GRADO NUMÉRICO</b>	<b>HALLAZGOS</b>
0	Son visibles todas las estructuras
1	No es visible la raíz del iris
2	No es visible la raíz del cuerpo ciliar
3	No es visible la malla trabecular posterior
4	Ninguna estructura es visible

Fuente: Scheie HG. Anchura y pigmentación del ángulo de la cámara anterior; el sistema de categorización por gonioscopía.

Clasificación de Shaffer: Es la técnica gonioscópica más utilizada en la actualidad. Este sistema de clasificación establecido en 1960 por Robert Shaffer utiliza la amplitud angular en grados de arco y las estructuras visibles para clasificar en grados numéricos el ángulo iridocorneal observado [Ver Tabla 5].

El ángulo se registra en grados de arco delimitados por la superficie interior de la malla trabecular y la superficie anterior del iris, alrededor de un tercio de distancia desde su periferia (27).

El cálculo se logra observando el grado de separación entre dos líneas tangentes imaginarias trazadas hacia la superficie interior del trabéculo y la superficie anterior del iris (28).

Es así como de acuerdo a la visibilidad de las diferentes estructuras es asignado un grado numérico para la clasificación del ángulo con una descripción anatómica relacionada (29).

Tabla 5 Clasificación e interpretación Sistema Shaffer.

<b>GRADO NUMÉRICO</b>	<b>ESTADO Y AMPLITUD DEL ÁNGULO</b>	<b>ESTRUCTURAS VISIBLES</b>	<b>INTERPRETACIÓN CLÍNICA</b>
4	Ángulo abierto y máximo. Entre 35 y 45 grados	Pueden observarse todas las estructuras	El cierre del ángulo no es posible
3	Ángulo moderadamente abierto. Entre 20 y 35 grados	Línea de Schwalbe, Malla trabecular y espolón escleral	El cierre del ángulo no es posible
2	Ángulo moderadamente estrecho. Entre 10 y 20 grados	Línea de Schwalbe y Malla trabecular	El cierre angular es posible pero poco probable
1	Ángulo extremadamente estrecho. Valores $\leq 10$ grados	Línea de Schwalbe	Es probable un cierre angular
0	Ángulo cerrado total o parcialmente	No se observa ninguna estructura	El mayor peligro de cierre angular

Fuente: Shaffer RN. El glaucoma primario. Gonioscopía, oftalmoscopia y perimetría.

Clasificación de Spaeth: George Spaeth en 1971 propuso el sistema de clasificación del ángulo iridocorneal basado en tres componentes de la anatomía del ángulo; estos tres componentes son la posición de inserción de la raíz del iris, su configuración periférica y la amplitud angular (30). Según Marsh B.C. y Cantor L.B. (30), el cálculo de la amplitud angular se realiza como en el sistema de Shaffer, mediante la separación de dos líneas tangentes imaginarias entre la superficie interior de la malla trabecular y la superficie anterior del iris.

Tabla 6 Clasificación del ángulo según Sistema Spaeth.

<b>INSERCIÓN IRIS</b>	<b>CONFIGURACIÓN IRIS</b>	<b>AMPLITUD ANGULAR</b>	<b>PIGMENTACIÓN MALLA TRABECULAR</b>
A- Anterior de Schwalbe	Línea r - recto f-plano	0 a 50 grados	0 Nula 1+ Visible

B-	Entre Línea de Schwalbe y Espolón corneal	s - convexo			2+	Medio
			b- arqueado		3+	Moderado
C-	Posterior espolón escleral		p- iris en meseta		4+	Denso
D-	Cuerpo ciliar visible	q - cóncavo	c- cóncavo			
E-	Más profundo cuerpo ciliar					

Fuente: Spaeth GL. El desarrollo normal del ángulo de la cámara anterior humana: un nuevo sistema de clasificación descriptiva. Trans. Ophthalmol Soc. U K. 1971; 91: 709-39.

El sistema de Spaeth requiere no sólo de la amplitud de la angulación, también la altura de la inserción de la pared exterior del iris y adicionalmente, la periferia de la configuración de iris, teniendo en cuenta su argumento de la complejidad del ángulo para ser descrito a través de una sola variable. La inserción del iris está representado por las letras: A: antes de la línea de Schwalbe; B: en el trabéculo; C: posterior al espolón escleral; D: banda ciliar; y E: en la mayor parte de la banda ciliar posterior [Ver Tabla 6]. La amplitud del ángulo en grados se estima por una línea tangencial a la malla trabecular y otra tangencial a la superficie del iris como un tercio periférico; como en el sistema Shaffer. Y hace la configuración del iris clasificándolos como planos a través de la letra f, convexos por medio de la letra b, cóncavos mediante la letra c y en meseta denominados por la letra p (31).

**2.2.2. Tomografía de Coherencia Óptica [OCT].** En la actualidad existe un nuevo estándar de medición desarrollado por Heidelberg Engineering, HE, en Heidelberg, Alemania; y consiste en un tomógrafo de segmento anterior basado en el principio de tomografía de luz coherente. El OCT denominado por su abreviatura de Optic Coherence Tomography es un tomógrafo que permite el estudio y medición del segmento anterior a través de la adaptación a una lámpara de hendidura que muestra en tiempo real un corte transversal de la parte anterior del ojo



coincidiendo con la hendidura observada en la biomicroscopía en tiempo simultáneo. La tomografía de coherencia óptica es una prueba de imagen no invasiva que utiliza ondas de luz para tomar fotos de la retina de la sección transversal que es el tejido sensible a la luz que recubre la parte posterior del ojo (32).

La tomografía de coherencia óptica [OCT] es una herramienta fundamental en la práctica clínica. Su introducción ha revolucionado las pruebas de imagen en el campo de la oftalmología y el glaucoma ya que siempre ha sido muy importante la valoración del segmento anterior y lo ha hecho indispensable no solo para el estudio y diagnóstico de determinadas enfermedades sino para la toma de decisiones terapéuticas, valoración funcional y postquirúrgica.

El principio de acción del OCT está basado en la tomografía óptica de luz coherente que es aplicada a la visualización de la cámara anterior. Similar a una ecografía, el OCT reconstruye las estructuras, pero lo hace a través de múltiples scans paralelos que deben confrontar las superficies en forma perpendicular, consiguiendo cortes bidimensionales o tridimensionales, midiendo el retardo en la transmisión de la luz reflejada sobre un espejo de referencia y la cantidad de luz absorbida o reflejada por las capas de la retina basándose en el principio de la interferometría.

Existen tomógrafos que proporcionan imágenes de mayor resolución y más reproducibles, llamados de dominancia espectral o Fourier, y esto es consecuencia del aumento en la velocidad de adquisición, ya que reducen los mínimos detalles producidos por movimientos oculares y mejoran la delimitación de las distintas capas de la retina.

El OCT o Tomografía de Coherencia Óptica al permitir la obtención de imágenes de gran resolución, tanto de la superficie de la retina como de sus diferentes capas se convierte en una técnica útil en la exploración y estudio de la retina y del nervio óptico.

La interferometría es el principio óptico en el cual está basado esta tecnología y utiliza una fuente de luz infrarroja la cual se divide en varios haces de luz al atravesar los tejidos oculares. Un haz es captado por un espejo de referencia y el otro haz penetra en la retina. En su retorno, ambos haces colisionan entre sí generando “interferencias” las cuales a través de un detector son captadas y traducidas en una imagen en color que muestra finalmente el grosor de las de los tejidos estudiados. Es así como los colores cálidos, como el rojo o blanco, están relacionados con tejidos más gruesos y los colores fríos como el azul o el negro, se correlacionan con tejidos de menor grosor (Ver figura 8).

Uno de los aspectos más interesantes según Sampaolesi en su Introducción a la tomografía de coherencia óptica del segmento anterior “el OCT tiene la capacidad de distinguir ángulos abiertos de ángulos estrechos y distinguir lo que es difícil para los oftalmólogos, observar si el ángulo es ocluíble ante la midriasis fisiológica” en este marco es atrayente la posibilidad de estudiar los cierres angulares difíciles de diagnosticar a través de diferentes técnicas como la gonioscopía convencional y el Oculus Pentacam (32).

En la superficie de la retina se pueden observar diversas áreas:

- Papila o disco óptico: Es un disco rosado ubicado en la parte posterior del globo ocular. Como en la papila no existen fotorreceptores, lo convierte en un punto que no proporciona visión por lo tanto es conocido como punto ciego; es el punto en donde el nervio óptico, las arterias y las venas entran en el globo ocular.

- Mácula: Su función principal es servir de filtro para las radiaciones luminosas, consiste en una mancha amarilla y ovalada en el centro de la retina y responsable de la visión central, detallada y aguda denominada agudeza visual.

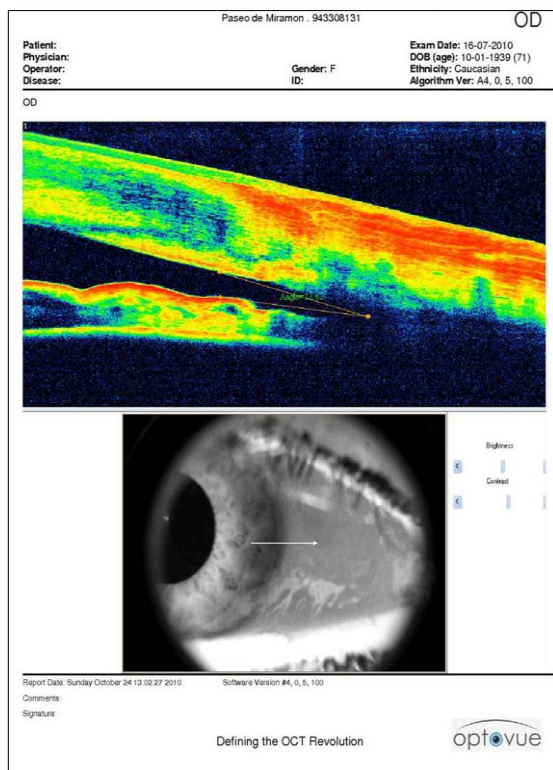


Figura 8 Ejemplo de medición del ángulo iridocorneal, en OCT.

Fuente: <http://www.oftalmologiagipuzkoa.com/explaseroct.php>

- Fóvea: Forma parte de la mácula, es llamada mácula lútea y es la encargada de asegurar la visión central, distinguir con precisión los detalles y ver los colores está formada por células fotosensibles llamados conos. Es una zona avascular por lo que los vasos sanguíneos sólo la rodean. Existe una zona llamada foveóla en el mismo centro de la fóvea que corresponde a unos 0,5 mm de diámetro sin capilares para favorecer la visión (33).

Para la aplicación clínica Kohnen T. et al, (36) describe los siguientes sistemas de OCT con los que se cuenta en la actualidad 1) SL-OCT; 2) Visante OCT; 3) RTVue-100 SOCT; 4) Anterius SOCT; y 5) Copernicus SOCT con módulo para segmento anterior.

- SL-OCT [Heidelberg Eng. GmbH, Alemania]: El primer OCT de segmento anterior disponible, su principal ventaja consiste en el acople para la lámpara de hendidura. Al comparar la resolución que posee con los otros sistemas de OCT lo hacen estar entre los menos llamativos

además no ser favorecido por la necesidad de manipulación del observador para poder evaluar los diferentes meridianos. Cuenta con un software extraordinariamente útil destacando la evaluación automática del ángulo camerular mediante la denominada Digital Gonioscopy™ (36).

- Visante OCT [Carl Zeiss Meditec Inc, EEUU]: En la actualidad es el OCT que mayor resolución proporciona lo que lo posiciona comercialmente ante los demás. Con base en la observación y cuantificación de los diferentes parámetros del segmento anterior se han realizado estudios evaluando la capacidad del Visante, llegando a demostrar que valores del espesor corneal central y periférico son válidos y repetibles [aunque suelen ser inferiores a los obtenidos mediante ultrasonografía] (34, 35) y de la profundidad de cámara anterior (36).

- RTVue-100 SOCT [Optovue, EEUU] Es un sistema de segmento posterior, lo que permite presumir del progreso y versatilidad de estos sistemas; ya que permite obtener tomografías en cualquier estructura anterior del ojo o módulo para segmento anterior opcional (36).

- Anterius SOCT [Optopol Tech. SA, Polonia]: Es un SOCT para segmento anterior que generó expectativa tanto en la clínica como en la investigación ya que suministra imágenes con niveles de resolución no alcanzados por otros sistemas. Al utilizar una longitud de onda menor, la penetración en tejidos densos [esclera, piel] es también menor lo cual sería su mayor inconveniente (36).

- Copernicus SOCT [Optopol Tech. SA, Polonia] Es un sistema SOCT de segmento posterior que incluye un módulo de segmento anterior, el cual proporciona imágenes de retina con gran resolución (36).

**2.2.3. Oculus Pentacam.** Es un analizador de segmento anterior que proporciona topografía de la córnea e imágenes en tiempo real de otras estructuras del segmento anterior; además de

obtener valores de paquimetría, topografía corneal, curvatura corneal anterior y posterior, y valores de la cámara anterior entre otras medidas (37).

Su principio está basado en la captación de imágenes a través de dos cámaras rotatorias que cumplen el principio de Scheimpflug, lo que permite la obtención de imágenes con mayor profundidad de enfoque y más precisión a la hora de realizar las medidas (38).

El principio de Scheimpflug permite la intersección en el punto objetivo dado por la prolongación de una tangente desde el plano de la película y otra, desde el plano de la lente; la cual determina cómo debe inclinarse el plano del objetivo de una cámara fotográfica para obtener el enfoque del plano que no es paralelo a la película. El modelo empleado en este estudio es la Pentacam HR.

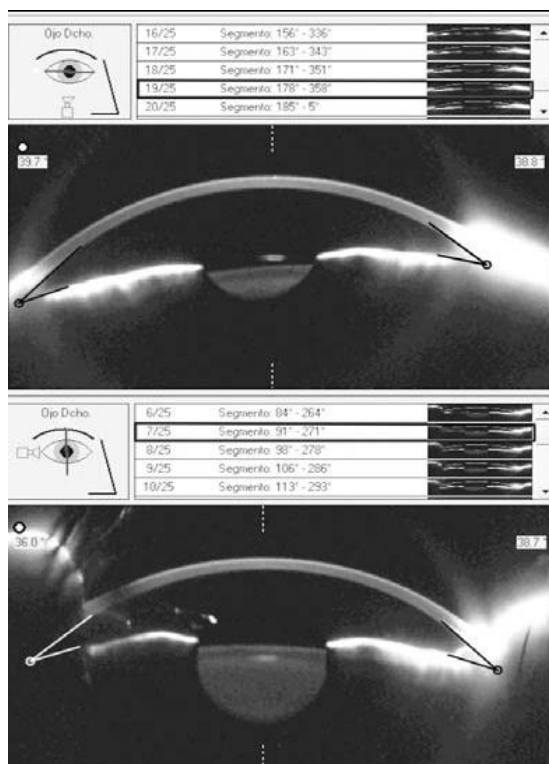


Figura 9 Ejemplo de medición del ángulo iridocorneal, en cámara Pentacam.

Fuente: Arredondo S, Castellanos M, Ruiz N, Naranjo R, Reproducibilidad de la medida del ángulo iridocorneal con el uso de Pentacam o cámara rotatoria tipo Scheimpflug.

La Pentacam HR genera una imagen de tiempo real a través de una cámara rotatoria tipo Scheimpflug que logra un panorama preciso y tridimensional del segmento anterior desde la superficie anterior de la córnea que incluye el ápice, hasta la parte posterior del cristalino.

Es un sistema de medición no invasivo y captura alrededor de 50 imágenes individuales de hendidura, girando alrededor del ojo desde 0° hasta 360°, en tan sólo tres segundos (38).

Esta técnica evalúa 500 puntos de medida para cada imagen de hendidura, sumando 50.000 puntos verdaderos de elevación que crean una imagen tridimensional exacta del segmento anterior.

Las cámaras con las que cuenta el dispositivo se localizan de la siguiente manera: la primera en el centro para controlar la fijación y la segunda acoplada a una rueda giratoria que permite capturar las imágenes de hendidura.

La Pentacam dentro de los patrones de evaluación, realiza medición manual de cualquier estructura de la cámara anterior, tomografía tipo Scheimpflug, análisis de la cámara anterior en tercera dimensión [profundidad, ángulo y volumen], paquimetría, densitometría del cristalino, queratometría, topografía corneal anterior y posterior (38,72).

Para la medida del ángulo iridocorneal según Rabsilber T.M. et al, (61); se utilizan variados métodos; entre ellos:

- Método Fotográfico [Basado en el principio de Scheimpflug]
- Método Ultrasónico [Basado en la reflexión de las ondas sonoras]
- Método Óptico [Basado en la gonioscopía]

El método Fotográfico está basado en la ley de Scheimpflug, y establece que una cámara de gran formato consigue la máxima profundidad de campo en el plano del motivo, cuando las prolongaciones imaginarias de éste, el del objetivo y el de la imagen coinciden en un punto común (73).

La biomicroscopía ultrasónica suministra una vista de la superficie de la relación normal de las estructuras oculares sin distorsión de imágenes dando una mejor resolución propia de la transmisión de ondas como son las sombras y los patrones de dispersión (74).

Es así como se han encontrado varios parámetros de medición que pueden ser usados como comparativos entre un ojo normal y uno patológico. Sin embargo, la posición de algunas estructuras puede cambiar por los cambios dinámicos internos como en la acomodación y en la exposición a la luz.

Este método tiene buena reproducibilidad si la exploración se hace bajo las mismas condiciones y orientación. En la medición del ángulo iridocorneal se debe considerar la unión corneo escleral y del espolón escleral, estructuras importantes para mantener una orientación en la región angular. El espolón escleral es considerado y representa un punto de referencia constante en la medición de la región angular: la medición en grados del ángulo es estimada cualitativamente (38).

El modelo empleado en este estudio es la Pentacam HR, equipo capaz de capturar 100 imágenes en menos de 2 segundos con una cámara de resolución de 1.45 Mega Pixeles. Para evitar las sombras producidas por la nariz del paciente, el dispositivo siempre captura las imágenes desde el lado temporal en 180° [para un examen del ojo derecho, correspondería a un margen de 130° a 310°, Burkhard D, 2005] (39). Tras capturar las imágenes de Scheimpflug, éstas son digitalizadas y transmitidas al ordenador. Al realizar la medida con la Pentacam, la

pantalla general recopila toda la evaluación y proporciona una vista rápida del segmento anterior. Esta pantalla contiene múltiples datos, siendo para el estudio los más relevantes: posición de la cámara, hendidura, imágenes individuales de Scheimpflug, queratometría, valores de espesor corneal, profundidad y volumen de la cámara anterior, diámetro pupilar y valor del ángulo iridocorneal (39,72).

### **2.3 Marco Legal**

República de Colombia. Ministerio de la Protección Social. Decreto número 3039 de 10 de Agosto de 2007, por el cual se adopta el Plan Nacional de Salud Pública de Colombia 2007-2010, capítulo II, Conceptos: “El Plan Nacional de Salud Pública integra el mandato constitucional sobre el derecho a la salud bajo diversos enfoques conceptuales, enmarcados en el Artículo 33 de la Ley 1122 de 2007 con el objetivo de mejorar las condiciones de salud, bienestar y calidad de vida de la población residente en el territorio Colombiano. En este sentido, el Plan Nacional de Salud Pública debe entenderse como el producto de la movilización social de actores y la concertación y articulación de las acciones sectoriales e intersectoriales.

Para ello se articulan los siguientes enfoques, con el propósito de reducir la carga de la enfermedad y crear las condiciones para modificar la carga futura en la población.

1. Enfoque poblacional: Se entiende por enfoque poblacional, las intervenciones en salud simples o combinadas dirigidas a la población en general que buscan modificar los riesgos acumulados en cada uno de los momentos del ciclo vital, que incrementan la carga de morbilidad, mortalidad y discapacidad.



2. Enfoque de determinantes: Los determinantes son un conjunto de factores que inciden de forma directa en el estado de salud de los individuos y de las poblaciones. El enfoque de Determinantes plantea que los resultados en salud de los individuos, grupos y colectividades, dependen de la interacción de cuatro grupos de factores: ambientales, del comportamiento humano, de la herencia y de las respuestas de los servicios de salud. Este abordaje pretende intervenir aquellos factores de riesgo que sean modificables.

3. Enfoque de gestión social del riesgo: El enfoque de gestión social del riesgo se plantea como un proceso dinámico, creativo en el cual se construyen soluciones a partir de un abordaje causal de los riesgos de salud en poblaciones específicas, buscando la identificación y modificación de estos, para evitar desenlaces adversos, teniendo en cuenta que muchos de los eventos de salud no ocurren al azar sino que son predecibles y modificables con el concurso de los actores de salud, otros sectores comprometidos y la comunidad” (40).

De la Constitución Política de Colombia (41) se tomaron los siguientes artículos que hacen referencia tanto a la promoción de los servicios a la comunidad, la seguridad social y las entidades prestadoras de salud de un municipio ya que la constitución de 1991, garantiza a todas las personas el acceso a los servicios de promoción, protección y recuperación de la salud, correspondiendo al Estado organizar, dirigir y reglamentar la prestación de los servicios de salud de los habitantes y del saneamiento ambiental con eficiencia, universalidad y solidaridad aplicando los principios de coordinación concurrencia y subsidiaridad en cada uno de los distintos niveles territoriales.

**Artículo 2.** Son fines esenciales del Estado: servir a la comunidad, promover la prosperidad general y garantizar la efectividad de los principios, derechos y deberes

consagrados en la Constitución; facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan y en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación(41).

**Artículo 48.** La Seguridad Social es un servicio público de carácter obligatorio que se prestará bajo la dirección, coordinación y control del Estado, en sujeción a los principios de eficiencia, universalidad y solidaridad, en los términos que establezca la Ley. Se garantiza a todos los habitantes el derecho irrenunciable a la Seguridad Social. El Estado, con la participación de los particulares, ampliará progresivamente la cobertura de la Seguridad Social que comprenderá la prestación de los servicios en la forma que determine la Ley. La Seguridad Social podrá ser prestada por entidades públicas o privadas, de conformidad con la ley. No se podrán destinar ni utilizar los recursos de las instituciones de la Seguridad Social para fines diferentes a ella. La ley definirá los medios para que los recursos destinados a pensiones mantengan su poder adquisitivo constante (42).

**Artículo 311.** Al municipio como entidad fundamental de la división político administrativa del Estado le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y cumplir las demás funciones que le asignen la Constitución y las leyes (43).

**Ley 100 de 23 de diciembre de 1993:** Por la cual se crea el Sistema de Seguridad Social integral y se dictan otras disposiciones, el Congreso de la República de Colombia. Título IV: De la Vigilancia y control del Sistema, Artículo 227 y Artículo 247; hacen referencia a la calidad de la atención de salud por medio de entidades promotoras ofreciendo a las personas programas académicos que permitan la formación en el campo asistencial.

**Artículo 227.** Control y Evaluación de la Calidad del Servicio de Salud. Es facultad del Gobierno Nacional expedir las normas relativas a la organización de un sistema obligatorio de garantía de calidad de la atención de salud, incluyendo la auditoría médica de obligatorio desarrollo en las Entidades Promotoras de Salud, con el objeto de garantizar la adecuada calidad en la prestación de los servicios. La información producida será de conocimiento público (44).

**Artículo 247.** Del ofrecimiento de programas académicos en el Área de Salud por parte de las instituciones de Educación Superior. Para desarrollar programas de pregrado o postgrado en el área de salud que impliquen formación en el campo asistencial, las instituciones de educación superior deberán contar con un Centro de Salud propio o formalizar convenios docente-asistenciales con instituciones de salud que cumplan con los tres niveles de atención médica, según la complejidad del programa, para poder realizar las prácticas de formación. En tales convenios se establecerán claramente las responsabilidades entre las partes (45).

**Ley 372 de 28 de mayo de 1997:** Por la cual se reglamenta la profesión en Colombia y se dictan otras disposiciones. Esta ley es una iniciativa gubernamental y legislativa para reconocer el espacio natural de la optometría, con el fin de modernizarse y responder a las nuevas disposiciones legales, por lo que le otorga facultades al profesional optómetra para intervenir en el cuidado primario de la salud visual incluyendo acciones de promoción, prevención y corrección de las alteraciones visuales del sistema visual por medio de un examen, diagnóstico tratamiento y manejo que conduzcan a lograr la eficiencia visual y la salud ocular, así como el reconocimiento y diagnóstico de las manifestaciones sistémicas que tienen relación con el ojo que permiten preservar y mejorar la calidad de vida del individuo y la comunidad (46).

**Resolución 1995 de 8 de Julio de 1999:** Por la cual se establecen normas para el manejo de la Historia Clínica. Del Capítulo I, acerca “Definiciones y disposiciones generales”:

**Artículo 1.-** Definiciones. a) La Historia Clínica es un documento privado, obligatorio y sometido a reserva, en el cual se registran cronológicamente las condiciones de salud del paciente, los actos médicos y los demás procedimientos ejecutados por el equipo de salud que interviene en su atención. Dicho documento únicamente puede ser conocido por terceros previa autorización del paciente o en los casos previstos por la ley. b) Estado de salud: El estado de salud del paciente se registra en los datos e informes acerca de la condición somática, psíquica, social, cultural, económica y medioambiental que pueden incidir en la salud del usuario. c) Equipo de Salud. Son los Profesionales, Técnicos y Auxiliares del área de la salud que realizan la atención clínico asistencial directa del Usuario y los Auditores Médicos de Aseguradoras y Prestadores responsables de la evaluación de la calidad del servicio brindado. d) Historia Clínica para efectos archivísticos: Se entiende como el expediente conformado por el conjunto de documentos en los que se efectúa el registro obligatorio del estado de salud, los actos médicos y demás procedimientos ejecutados por el equipo de salud que interviene en la atención de un paciente, el cual también tiene el carácter de reservado (47).

Del Capítulo II. “Diligenciamiento”; se realizó la historia clínica con base en:

**Artículo 5.** Generalidades. La Historia Clínica debe diligenciarse en forma clara, legible, sin tachones, enmendaduras, intercalaciones, sin dejar espacios en blanco y sin utilizar siglas. Cada anotación debe llevar la fecha y hora en la que se realiza, con el nombre completo y firma del autor de la misma” (47).

**Artículo 8.-** Componentes. Son componentes de la historia clínica, la identificación del usuario, los registros específicos y los anexos” (47).

### 3. Métodos

Este trabajo se encuentra enmarcado en el área del cuidado primario de la salud visual y ocular desde el desarrollo de la optometría basada en la evidencia y en la línea 1: evaluación de pruebas diagnósticas y de ayudas pedagógicas; ya que el trabajo dio respuesta al objetivo número uno de la línea que pretende evaluar las pruebas diagnósticas utilizadas en el examen de optometría.

El desarrollo del trabajo permitió evaluar la especificidad y sensibilidad de los test para examinar el ángulo camerular, y así poder determinar cuál es el test más apropiado para implementar en la práctica clínica del ejercicio de la optometría.

Se aplicó un diseño de Evaluación de pruebas diagnósticas, que consistió en un estudio observacional descriptivo, en el cual se realizó una medición; en este caso del ángulo camerular con diversas técnicas como gonioscopía, OCT y Pentacam.

En estudios previos donde se compara la observación del ángulo camerular con Visante y OCT se definió que había una limitación en la observación del ángulo debido a la identificación de las estructuras (10); según el estudio realizado en el Departamento de oftalmología del Colegio de Medicina de la Universidad de Ulsan, Seoul Corea, concluyeron que el ángulo de la cámara anterior [ACA] debe ser incorporado por un Software ya que puede ir variando la apertura del ángulo dependido de la edad del paciente (11).

Por consiguiente, se pretendió concebir una técnica de medición del ángulo iridocorneal que fuera objetiva, fácil de usar, rápida, eficaz y económica superando las limitaciones de otras

técnicas estudiadas, pudiendo ser utilizada por cualquier especialista de la visión en la exploración rutinaria de los pacientes.

### **3.1 Selección y descripción de participantes**

La población objeto de este proyecto de investigación fueron personas mayores de 40 años que asistieron a consulta de optometría.

La muestra seleccionada estuvo conformada por 122 ojos de las personas que cumplieron los criterios de selección definidos para la investigación.

La muestra fue calculada teniendo en cuenta un Kappa de 0.71 y una precisión del 8%; cálculo realizado mediante el programa Medcalc, con base en el estudio realizado por LM Sakata et al denominado “Comparación de Visante y tomografía de coherencia óptica del segmento anterior en la obtención de imágenes en lámpara de hendidura del ángulo de cámara anterior”.

Para la selección de los participantes se tuvo en cuenta como criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión:

- Población mayor de 40 años cumplidos
- Personas de cualquier género previa aprobación y firma del consentimiento informado
- Individuos con todas las clasificaciones del ángulo camerular dado por gonioscopía
- Pacientes de primera vez
- Pacientes con Diagnóstico de glaucoma
- Personas residentes en el Municipio de Bucaramanga

Criterios de Exclusión:

- Pacientes con patologías en córnea o en alguna estructura que impedía la realización del examen

- Pacientes postquirúrgicos de glaucoma [Trabeculectomía]

- Personas que físicamente no respondieron o colaboraron en el examen

El muestreo fue realizado por conveniencia entre los pacientes que aceptaron participar en el estudio objeto, previa firma del consentimiento informado.

### **3.2 Estadística y tratamiento de los datos**

El estudio permitió la evaluación de variables sociodemográficas entre ellas edad, género y variables clínicas de la población como grado de apertura del ángulo camerular con tres pruebas diagnósticas. La gonioscopía permitió la medición en los cuatro cuadrantes a través del tipo de lente Posner, valores nasales y temporales con el OCT y Pentacam HR. En la Tabla 7, se hizo la descripción de las definiciones conceptuales y operacionales de las variables utilizadas en el estudio.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Género	Es el conjunto de características físicas, biológicas, anatómicas y fisiológicas de los seres humanos, que los definen como hombre o mujer.	Hombre – Mujer
Edad	Equivale al número de aniversarios cumplidos	Mayores de 40 años cumplidos
Antecedentes familiares	Relaciones entre los miembros de una familia junto con sus antecedentes médicos los antecedentes familiares, pueden mostrar las características de ciertas enfermedades en la familia.	Patologías heredadas Presente o ausente
Antecedentes personales	Se refiere a los hechos importantes en la salud de pacientes	Positivo – Negativo
Estructura visible del ángulo camerular	La estructura del ángulo camerular que en el momento de hacer la gonioscopia es visible con el lente de Posner.	Banda del cuerpo ciliar [BCC] Espolón escleral [EE] Malla trabecular [MT] Línea de Schwalbe [LS]
Grado de apertura Gonioscopia	De acuerdo a las estructuras que se puedan percibir durante el examen se catalogarán de 0 a 4 según la cantidad de estructuras que se observen.	Grado 0: Se observan todas las estructuras que conforman el ángulo camerular. Grado I: No es visible la raíz del iris. Grado II: No es visible la raíz del cuerpo ciliar. Grado III: No es visible la malla trabecular posterior. Grado IV: No se observa ninguna estructura.
Alteración de la Estructura	Disfunción de las estructuras que conforman el ángulo camerular	Presencia o no de Sinequias, vascularizaciones, acúmulo de pigmento



Tabla 7.a Definición de variables

Tomografía de coherencia Óptica [OCT]	Técnica de imagen tomográfica óptica, interferométrica y no invasiva, que ofrece una penetración de milímetros con resolución axial y lateral de escala micrométrica.	<p>OCT Visante Valor cualitativo del ángulo.</p> <p>Grado 0: No se pueden identificar estructuras angulares. Este ángulo presenta el mayor peligro de cierre.</p> <p>Grado 1: Extremadamente estrecho (10 grados). Solo se identifica la línea de Schwalbe y quizás la parte anterior de la trabécula. Es probable un cierre angular.</p> <p>Grado 2: Moderadamente estrecho (20 grados). Puede observarse hasta la trabécula. El cierre angular es posible pero poco probable.</p> <p>Grado 3: Moderadamente abierto (20-35 grados). Puede observarse hasta el espolón escleral. El cierre no es posible.</p> <p>Grado 4: Angulo abierto, ángulo máximo (35-45 grados). Puede observarse hasta el cuerpo ciliar. El cierre no es posible.</p>
Pentacam HR	Examen que usa una cámara rotacional que genera imágenes en 3D. Muestra un completo análisis de la cámara anterior.	Sin riesgo y con riesgo. Valor del ángulo en grados menor o igual a 29.5° (49).

Fuente: *Autores de la investigación*

De las variables descritas para el estudio se realizó un análisis descriptivo teniendo en cuenta el nivel de medición tal como se presenta en la Tabla 8, en donde se establecieron las características de validez de las técnicas.

Tabla 8 Plan de análisis univariado de los datos

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE / NIVEL ESCALA DE MEDICIÓN	PLAN DE ANÁLISIS UNIVARIADO
Género	Cualitativa, dicotómica	nominal Distribución de frecuencias con su respectivo intervalo de confianza. Se graficará con diagrama sectorial.
Edad	Cuantitativa, discreta	razón, Medidas de tendencia central y dispersión dependiendo de la distribución de la variable. Se graficará con histograma.
Antecedentes familiares	Cualitativa politómica	nominal Distribución de frecuencias con su respectivo intervalo de confianza. Se graficará con diagrama de barras.
Antecedentes personales	Cualitativa politómica	nominal Distribución de frecuencias con su respectivo intervalo de confianza. Se graficará con diagrama de barras.
Estructura visible del ángulo camerular	Cualitativa politómica	Distribución de frecuencias con su respectivo intervalo de confianza. Se graficará con diagrama de barras
Grado de apertura Gonioscopía	Cualitativa ordinal	Medidas de tendencia central y dispersión dependiendo de la distribución de la variable. Se graficará con histograma.
Alteración de la Estructura	Cualitativa politómica	Distribución de frecuencias con su respectivo intervalo de confianza. Se graficará con diagrama de barras.
Tomografía de coherencia Óptica [OCT]	Cualitativa politómica	Distribución de frecuencias con su respectivo intervalo de confianza. Se graficará con diagrama de barras.
Pentacam HR	Cuantitativa razón continua	Medidas de tendencia central y dispersión dependiendo de la distribución de la variable. Se graficará con histograma.

Fuente: Autores de la investigación

Tabla 9 Plan de análisis de variables

<b>VARIABLE</b>	<b>SEGÚN LA NATURALEZA</b>	<b>SEGÚN LA ESCALA DE MEDICIÓN</b>	<b>ESTADÍSTICA</b>	<b>GRÁFICO PLAN DE ANÁLISIS</b>
Posición de la estructura	Cualitativa	Nominal Dicotómica	Moda	Tabla de distribución de frecuencia
Alteración de la estructura	Cualitativa	Nominal Dicotómica	Moda	Tabla de distribución de frecuencia
Gonioscopía	Cualitativa ordinal	Nominal politómica	Moda	Diagrama de barras
	Cualitativa	Nominal	Moda Media Mediana	Distribución
OCT	Cualitativa ordinal	Ordinal		[Normal o No normal], Medidas de tendencia central [Media, Mediana] y medidas de dispersión [Desviación estándar, Rango]  Distribución de la frecuencia de cada categoría

Pentacam HR	Cuantitativa de Razón razón		Distribución
			[Normal o No normal], Medidas de
		Moda	tendencia central
		Media	[Media, Mediana] y
		Mediana	medidas de
	Cualitativa ordinal	Ordinal	dispersión
			[Desviación estándar, Rango]
			Distribución de la frecuencia de cada categoría

Fuente: Autores de la investigación

En el análisis bivariado (Tabla 10) se calcularon sensibilidad, especificidad, valores predictivos, exactitud de las pruebas OCT, Pentacam HR y gonioscopía.

Para evaluar la validez del OCT y de la Pentacam se tuvo en cuenta que la gonioscopía es considerada la prueba de oro [*gold estándar*] (48, 51,54) en la medición del ángulo camerular. Se dicotomizaron estos valores para la medida del OCT con un valor menor o igual a 20° determinado como riesgo de cierre angular mientras que para la Pentacam se consideró como riesgo un valor menor o igual a 29.5° (49), con estos valores se calcularon la sensibilidad, especificidad, valores predictivos con su respectivo intervalo de confianza [IC] del 95%.

Tabla 10 Plan de análisis bivariado

VARIABLE	TÉCNICA EMPLEADA	PLAN DE ANÁLISIS BIVARIADO			
		IC 95%			
Sensibilidad (%)	Gonioscopía OCT Pentacam HR	Valores del ángulo en grados	del	Valores Inferiores del ángulo en grados	Valores Superiores del ángulo en grados
Especificidad (%)	Gonioscopía OCT Pentacam HR	Valores del ángulo en grados	del	Valores Inferiores del ángulo en grados	Valores Superiores del ángulo en grados
Valor Predictivo + (%)	Gonioscopía OCT Pentacam HR	Valores del ángulo en grados	del	Valores Inferiores del ángulo en grados	Valores Superiores del ángulo en grados
Valor Predictivo - (%)	Gonioscopía OCT Pentacam HR	Valores del ángulo en grados	del	Valores Inferiores del ángulo en grados	Valores Superiores del ángulo en grados
Validez gonioscopía	OCT	Riesgo ángulo camerular valor menor o igual a 20°			
	Pentacam HR	Riesgo ángulo camerular valor menor o igual a 29.5°			

Fuente: Autores de la investigación

Los estudios de evaluación de pruebas diagnósticas son estudios susceptibles de presentar variaciones dependiendo de la experiencia y experticia del observador.

En esta investigación se controlaron los sesgos, mediante la aplicación de un protocolo que incluía las técnicas, procedimientos a realizar y equipos a utilizar.

En el proceso de toma de muestras, las pruebas diagnósticas fueron realizadas a través de profesionales optómetras con amplia trayectoria en toma de medidas en los cuatro cuadrantes de la gonioscopía y uso de la Pentacam HR [Alrededor de diez años en la práctica clínica] así como personal entrenado para la toma de valores de la Tomografía de Coherencia óptica [OCT].

Se tuvo en cuenta el sesgo de inclusión, al ser seleccionada la muestra por conveniencia y el sesgo del instrumento, equipos debidamente calibrados.

### **3.3 Información técnica**

Para la recolección de datos se diseñó un instrumento [Apéndice 1] para el registro de los datos clínicos, de acuerdo a normatividad Nacional vigente (47) y se adaptó el formato de consentimiento informado de la Clínica de Optometría de la Universidad Santo Tomás al estudio de investigación [Apéndice 2].

No se realizó prueba piloto teniendo en cuenta la experticia de los examinadores y la necesidad del desplazamiento del equipo OCT debido al riesgo de descalibración.

#### **Recolección y registros de información:**

La historia clínica de recolección de datos, contenía en su orden:

- Datos personales: La identificación de la historia clínica se hizo con el número de la cédula de ciudadanía, seguido de un número consecutivo de acuerdo al número de orden de la participación en la investigación, denominado “Código personal de identificación”, con el objetivo de facilitar la tabulación de los datos, posteriormente se encuentra en el siguiente orden: Apellidos, Nombres, Género: [Masculino, Femenino], Fecha de nacimiento, Lugar de nacimiento y Años cumplidos.

- Antecedentes personales y Familiares: Mediante indagación se verificaron los criterios de inclusión y exclusión.

- Examen con lámpara de hendidura: Inicialmente se realizó valoración del segmento anterior para determinar la integridad de las estructuras permitiendo la ejecución de las pruebas diagnósticas de forma monocular. Las estructuras examinadas de acuerdo a su estado [Normal, No normal] fueron en su orden: párpados, pestañas, conjuntiva, pupila, iris, también se evaluó la presencia o ausencia de pigmento retroquerático.

- Gonioscopía: Se realizó gonioscopía indirecta a través de lente Posner de cuatro espejos, utilizando un haz estrecho de luz e iluminación tenue del consultorio y se registró con base en las estructuras observadas de acuerdo a clasificación según Scheie, categorizando monocularmente el riesgo de cierre del ángulo iridocorneal.

- Tomografía de coherencia óptica [OCT]: Se realizó la toma de imágenes a través del equipo OCT Visante, bajo controladas condiciones de luz ambiente. Se registró mediante valores en grados determinando el riesgo de cierre angular.

- Pentacam: Se tomó la topografía a través de la Pentacam HR en condiciones específicas de iluminación del equipo y se registra el valor del ángulo en grados determinando el riesgo o no del cierre del ángulo camerular.

**Procedimiento:**

El procedimiento para la realización del siguiente proyecto de investigación se hizo de acuerdo a la evolución, descripción y hallazgos encontrados en el proceso de desarrollo del trabajo.

- Se observaron los pacientes que asistieron a consulta de optometría en la Clínica de Optometría de la Universidad Santo Tomás, el Centro Oftalmológico Previsión y en el Centro de prevención y consultoría de glaucoma FOSCAL internacional.

- Se seleccionaron los pacientes que cumplían con los requisitos establecidos como criterios de inclusión, mediante verificación en la anamnesis.

- A los pacientes seleccionados; se les explicó el objetivo de la investigación y los procedimientos clínicos a realizar, y de acuerdo a previa aprobación se procedió a la firma del consentimiento informado.

- Se preguntó al paciente acerca de la disponibilidad de tiempo para la realización del examen; si el paciente aceptaba se procedía a hacer los exámenes. Si no, se agendó nueva cita para la prestación del servicio y atención.

- Antes de cada valoración optométrica fue necesario realizar una breve explicación de los procedimientos que se efectuaron con el fin de obtener tranquilidad y confiabilidad en los resultados, eliminando márgenes de error.

- Se inició con el estudio valorando y determinando el estado del segmento anterior de cada ojo. Cada valoración optométrica incluía: una [1] valoración del segmento anterior con lámpara de hendidura, una [1] evaluación de gonioscopía, una [1] realización de tomografía ocular OCT y una [1] toma en la Pentacam. Es necesario aclarar que las pruebas diagnósticas fueron realizadas a través de profesionales y personal experto.

- Una vez finalizado el procedimiento de recolección de datos, se procedió al respectivo análisis y presentación de los resultados.

### **3.4 Criterios bioéticos**

De acuerdo a los principios establecidos de la bioética según Beauchamp y Childress y en la Resolución 8430 del 4 de Octubre de 1993, del Ministerio de Salud de la República de Colombia: Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud (50).

En el Artículo 10 y 11 que teniendo en cuenta las características de esta investigación la clasifica dentro de la categoría de Investigación con riesgo mínimo; ya que es un estudio prospectivo que empleó el registro de datos a través de procedimientos comunes consistentes en:



exámenes de diagnóstico o tratamientos rutinarios para la valoración del ángulo camerular, entre los que se consideran: biomicroscopía, gonioscopía, OCT [Tomografía de coherencia óptica] y Oculus Pentacam a grupos o individuos en los que no se manipuló la conducta del sujeto, con medicamentos de uso común de amplio margen terapéutico y registrados en el Ministerio de Salud y Protección Social o su autoridad delegada, empleando las indicaciones, dosis y vías de administración establecidas y que no fueron los medicamentos que se definían en el artículo 55 de esta misma resolución y en cumplimiento de los aspectos mencionados en el Artículo 6 de acuerdo a criterios para desarrollar investigaciones en seres humanos; en su literal a en donde se ajustó a los principios científicos y éticos que la justifiquen. En el literal c acerca de su realización solo cuando el conocimiento que se pretende producir no pueda obtenerse por otro medio idóneo. En su literal d en donde debe prevalecer la seguridad de los beneficiarios y expresar claramente los riesgos [mínimos], los cuales no deben, en ningún momento, contradecir el artículo 11 de esta resolución. El literal e en cuanto se define el Consentimiento Informado y por escrito del sujeto de investigación o su representante legal con las excepciones dispuestas en la presente resolución. El literal f en la cual la investigación debe ser realizada por profesionales con conocimiento y experiencia para cuidar la integridad del ser humano bajo la responsabilidad de una entidad de salud, supervisada por las autoridades de salud, siempre y cuando cuenten con los recursos humanos y materiales necesarios que garanticen el bienestar del sujeto de investigación. El literal g de llevarse a cabo cuando se obtenga la autorización del representante legal de la institución investigadora y de la institución donde se realice la investigación, Consentimiento Informado de los participantes y la aprobación del proyecto por parte del Comité de trabajos de grado de la Facultad de Optometría de la Universidad Santo Tomás y del Comité de Ética en Investigación de la Institución.

Con base en los principios según Beauchamp y Childress acerca de beneficencia, no-maleficencia, autonomía y justicia, el trabajo de investigación propuso los elementos para resolver situaciones dilemáticas en la práctica optométrica, permitiendo un enfoque orientado a la seguridad del paciente que sustente los argumentos y den solución a problemas de su quehacer clínico y profesional con sentido ético.

Tabla 11 Principio de ética según T. Beauchamp y J. Childress

<b>Principios de ética según T. Beauchamp y J. Childress</b>	
<b>Principio de justicia</b>	<b>de</b> Se mantuvo un trato adecuado a los pacientes sin ningún tipo de discriminación bien sea raza, nivel socio económico, género, etc.
<b>Principio de beneficencia</b>	Los pacientes de la comunidad tuvieron acceso al conocimiento de sus condiciones de salud ocular para que en caso de presentar alguna alteración éstos fueran remitidos a tiempo.
<b>Principio no de maleficencia</b>	En este proyecto no se causó ningún tipo de daño a la población objeto de estudio debido a que los procedimientos a emplear son habituales en la práctica clínica optométrica.
<b>Principio de autonomía</b>	Se dio a respetar la decisión del paciente y si decidía o no participar en la investigación.

Fuente: Autores de la Investigación

#### **4. Resultados**

En este apartado se muestran los resultados obtenidos en el estudio. En primer lugar, se describe la muestra de estudio así como los valores obtenidos con cada una de las técnicas utilizadas. Posteriormente, la evaluación realizada de las posibles correlaciones existentes entre los diferentes datos obtenidos.

Los datos se recogieron de forma prospectiva de pacientes voluntarios mayores de cuarenta años que se sometieron a examen en la clínica de Optometría de la Universidad Santo Tomás, del Centro Oftalmológico Previsión y del Centro de prevención y consultoría de glaucoma FOSCAL internacional.

Para la realización del estudio se tuvo la aprobación del Comité de Bioética y Calidad adscrito a la Dirección Administrativa General de Servicios de salud de la USTA, ceñido a los principios y criterios bioéticos establecidos. Se inscribieron 61 pacientes que cumplían los criterios de inclusión.

Inicialmente se efectuó registro de recolección de datos en Historia clínica, inmediatamente se realizó valoración de segmento anterior mediante lámpara de hendidura y se tomó la gonioscopia a través de profesional especialista mediante un lente Posner de 4 espejos, manejando un haz estrecho de luz y ténue iluminación del consultorio.

Posteriormente se realizó la toma con OCT por personal entrenado, bajo controladas condiciones de luz ambiente y por último se tomó la topografía a través de la Pentacam HR en condiciones específicas de iluminación del equipo y por optómetra especialista en exámenes especializados.

Se realizó un análisis estadístico entre las distintas técnicas empleadas, para finalizar exponiendo la especificidad y sensibilidad de los test en la detección temprana de glaucoma de ángulos cerrados para así poder determinar cuál era el test más apropiado a implementar en la práctica clínica del ejercicio de la optometría.

#### 4.1 Resultados de la Muestra

Un total de 122 ojos de 61 personas fueron examinados cumpliendo con los criterios de inclusión. No se descartó ningún sujeto del estudio, debido a que no hubo pacientes que presentaran patologías corneales, alteraciones, opacidades o cirugías que impidieran la realización del examen y toma de medidas.

De las 61 personas evaluadas; el 70% correspondió al género femenino. La mediana de la edad fue 49 años con un mínimo de 40 y un máximo de 70 años [en la gráfica 1 se puede observar la distribución de la edad].

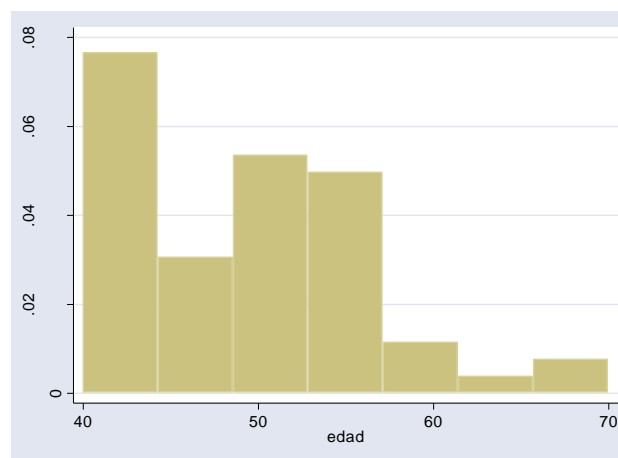


Figura 10 Distribución de la edad

El 62% eran originarios del departamento de Santander, el 11% de Norte de Santander, el 10% de Cundinamarca, el 7% de Cesar, el 3% de Huila y el 2% de Caldas, Guajira, Magdalena y Arauca.

El 100% de los participantes tenían antecedentes familiares farmacológicos, mientras que el 18.03% presentaban antecedentes familiares oculares.

32.79% presentaban antecedentes personales quirúrgicos y el 47.54% tenían antecedentes personales oculares. En la tabla 11 se encuentran los antecedentes tanto personales como familiares de los participantes.

Tabla 12 Distribución de los antecedentes de los participantes

<b>Antecedentes</b>	<b>Frec. absoluta</b>	<b>Frec. Relativa</b>
Antecedentes personales patológicos	17	27,87 %
Antecedentes personales farmacológicos	11	18,03 %
Antecedentes personales alérgicos	5	8,20%
Antecedentes personales quirúrgicos	20	32,79 %
Antecedentes personales oculares	29	47,54 %
Antecedentes familiares patológicos	20	32,79 %
Antecedentes familiares farmacológicos	61	100%
Antecedentes familiares alérgicos	0	0%
Antecedentes familiares quirúrgicos	3	4,92%
Antecedentes familiares oculares	11	18,03 %

Tabla 13 Distribución de los hallazgos en la lámpara de hendidura

<b>Hallazgos</b>	<b>Frec. absoluta</b>	<b>Frec. Relativa</b>
Lámpara de Hendidura párpados OD	6	9.84%
Lámpara de Hendidura párpados OI	7	11.48 %
Lámpara de Hendidura pestañas OD	8	13.11 %
Lámpara de Hendidura pestañas OI	8	13.11 %
Lámpara de Hendidura conjuntiva OD	10	16.39 %
Lámpara de Hendidura conjuntiva OI	8	13.11 %

Lámpara de Hendidura pupila OD	0	0%
Lámpara de Hendidura pupila OI	0	0%
Lámpara de Hendidura iris OD	2	3.28%
Lámpara de Hendidura iris OI	2	3.28%
Lámpara de Hendidura pigmento retroquerático OD	1	1.64%
Lámpara de Hendidura pigmento retroquerático OI	1	1.64%

En cuanto a los hallazgos encontrados en lámpara de hendidura se observó que las manifestaciones más frecuentes se presentaron en la estructura conjuntival del ojo derecho con un 16.39% y 13.11% para el ojo izquierdo, seguido de las pestañas [Ver tabla 12] mientras que no se encontró ningún hallazgo en las pupilas.

#### 4.2 Resultados de las características clínicas de la población de estudio

En este apartado se presenta la distribución de los valores del grado de apertura del ángulo camerular obtenidos mediante la gonioscopia, la tomografía de coherencia óptica [OCT] y el Oculus Pentacam.

En lo que hace referencia a la gonioscopia se encontraron ángulos de los cuatro niveles siendo más frecuente el Grado II con un 32.79% en ojo derecho [OD] y 36.07% en ojo izquierdo [OI]. La menor frecuencia se presentó para el grado IV con un 18.03% en OD y 13.11 en OI [Ver tabla 13].

Tabla 14 Resultados del examen de Gonioscopia

GONIOSCOPIA	OJO DERECHO		OJO IZQUIERDO	
	Freq.	Percent	Freq.	Percent
I	15	24.59%	14	22.95%

II	20	32.79%	22	36.07%
III	15	24.59%	17	27.87%
IV	11	18.03%	8	13.11%
Total	61	100.00	61	100.00

En el examen con OCT en OD la media del valor del ángulo camerular fue de  $26.74^{\circ}$  [DS 12.76] mientras que para el OI la media fue de  $25.77^{\circ}$  [DS 11.02].

La mediana del OCT para ODI fue de  $26.71^{\circ}$  [DS 12.08]. El menor valor para el ángulo camerular con el OCT fue de  $1.45^{\circ}$  y se encontró en un OD mientras que el máximo fue de  $67.62^{\circ}$  y se encontró en OI.

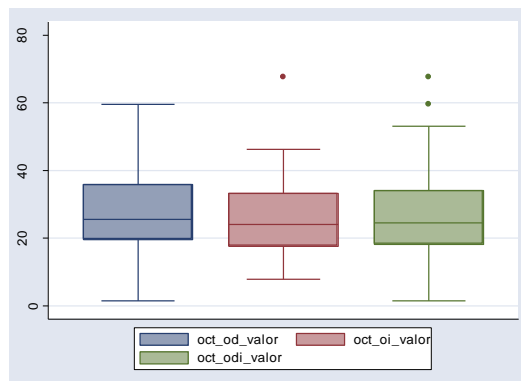


Figura 11 . Resultados del OCT

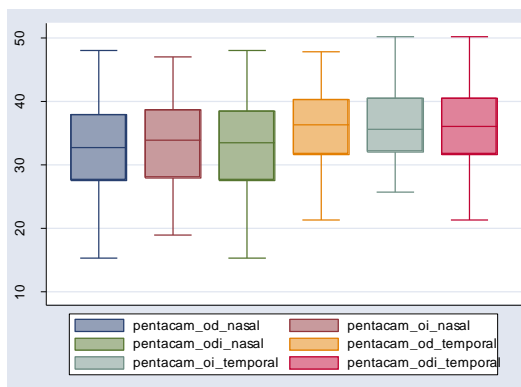


Figura 12 Resultados de la Pentacam

En el examen del ángulo camerular con la Pentacam se encontró una media en el lado nasal de OD de 32.74° [DS 7.17] mientras que para el OI la media fue de 33.68° [DS 7.01] y la media para ODI fue de 33.21° [DS 7.08].

El menor valor para el ángulo camerular con Pentacam fue de 15.3° y se encontró en un OD mientras que el máximo fue de 48° también encontrado en OD.

La tabla 14 muestra los resultados categorizados del OCT y la Pentacam en relación con la Gonioscopía. Los tres exámenes presentan los valores del ángulo camerular nasal.

Para categorizarlos se tomó como Grado I los ángulos de 0 a 10°, Grado II de 11 a 20°, Grado III de 21 a 30° y Grado IV de 31° en adelante.

Se evidenció que la Pentacam no presentó ángulos menores a 10° y que en OCT la frecuencia de estos ángulos fue poco menos de la mitad de los encontrados con la gonioscopía. Como no se encontraron documentos que soportaran esta clasificación y si se encontró un documento en el que se clasificaba el ángulo con y sin riesgo; se construyó la tabla 15, que muestra que la mayor frecuencia de riesgo de ángulo estrecho es para la Gonioscopía seguida de la Pentacam.

Tabla 15 Resultados de Gonioscopía, Pentacam y OCT categórico

Grado	Gonioscopía Nasal		OCT		PENTACAM NASAL	
	Frec. Absoluta	Frec. Relativa	Frec. Absoluta	Frec. Relativa	Frec. Absoluta	Frec. Relativa
<b>I</b>	30	24,59%	11	9,02%		
<b>II</b>	41	33.61%	25	20,49%	4	3,28%
<b>III</b>	32	26,23%	42	34,43%	34	27,87%
<b>IV</b>	19	15,57%	44	36,07%	84	68,85%
<b>Total</b>	122	100.00	122	100.00	122	100.00



La tabla 16 permite establecer la comparación de los valores diagnósticos del OCT nasal y la Pentacam HR Nasal en comparación con la Gonioscopía Nasal.

El OCT y la Pentacam tienen una baja sensibilidad [47.1, 40.85 y 20.0] respectivamente. El OCT tiene 6.13 veces la probabilidad de encontrar un resultado positivo en un paciente que es clasificado como con riesgo de cierre angular [valor del ángulo camerular  $\leq 20^\circ$ ] que en uno que no lo tiene, este resultado indica que altera la probabilidad en un grado moderado desde una probabilidad pre examen hasta una probabilidad post-examen.

Tabla 16 Comparación resultados en función de riesgo de Gonioscopía, Pentacam y OCT categórico

GRADO	Gonioscopía Nasal		OCT Nasal*		Pentacam Nasal**	
	Frec. Absoluta	Frec. Relativa	Frec. Absoluta	Frec. Relativa	Frec. Absoluta	Frec. Relativa
<b>Riesgo Si</b>	71	58,20%	36	29,51%	38	31,15%
<b>Riesgo No</b>	51	41,80%	86	70,49%	84	68,85%
<b>Total</b>	122	100.00	122	100.00	122	100.00

\* Para el OCT riesgo ángulo camerular  $\leq 20^\circ$

\*\*Para la Pentacam HR riesgo si el ángulo camerular  $\leq 29.5^\circ$

De igual manera para este mismo test el LR- indica que hay 0,57 veces la probabilidad de encontrar un resultado negativo en un paciente que es clasificado como con riesgo de cierre angular [valor del ángulo camerular  $\leq 20^\circ$ ] en comparación con uno que no lo tiene; este resultado muestra que se trata de un test rara vez relevante. Estos resultados nos sugieren el no tomar decisiones definitivas basándonos únicamente en la información resultante de esta prueba.

Por otro lado los resultados del ángulo camerular nasal con Pentacam mostraron que este examen tiene 2,31 veces la probabilidad de encontrar un resultado positivo en un paciente que es clasificado como con riesgo de glaucoma [valor del ángulo camerular  $\leq 29.5^\circ$ ] que en uno que

no la tiene. Confirma la característica, sin embargo, alteran la probabilidad en un grado insignificante y rara vez importante.

El LR – indica que hay 0,72 veces la probabilidad de encontrar un resultado negativo en un paciente que es clasificado como con riesgo de cierre angular [valor del ángulo camerular  $\leq 29.5^\circ$ ] en comparación con uno que no lo tiene, este valor indica que hay muy poco cambio en la probabilidad y rara vez relevante el resultado. Estos resultados nos sugieren que no debemos tener este test como único criterio para realizar un diagnóstico y por ende una conducta final.

Tabla 17 Valores diagnósticos del OCT Nasal y la Pentacam HR Nasal

	<b>OCT Nasal (Valor IC 95%)</b>	<b>Pentacam Nasal (Valor IC 95%)</b>
Sensibilidad	45.1% (34.0 - 56,6)	40,8% (30,2 - 52,5)
Especificidad	92.2% (81.5 – 96.9)	82,4% (69,7 - 90,4)
Valor predictivo positivo	88.9% (74.7 – 95.6)	76,3% (60,8 - 87,0)
Valor predictivo negativo	54.7% (42.2 – 64.7)	50.00% (39,5 - 60,5)
Exactitud	64.8% (55.9 – 72.7)	58,20% (49,3 - 66,6)
CPP o LR (+)	5.75 (2.17 – 15.24)	2,31 (1,20 - 4,46)
CPN o LR (-)	0,60 (0,47 - 0,75)	0,72 (0,56 - 0,92)
Probabilidad pre prueba	58.2	58.2

## 5. Discusión

Se realizó un estudio de corte transversal en el cual se evaluaron tres clases de pruebas diagnósticas con el fin de hallar la detección temprana de glaucoma por cierre angular o ángulos cerrados. Las pruebas utilizadas en la estimación del ángulo camerular fueron Tomografía Óptica de Coherencia [OCT], Pentacam HR y la prueba gold estándar gonioscopía.

Se examinaron pacientes que residían en el área metropolitana de Bucaramanga y sus municipios aledaños, los cuales se escogieron por conveniencia; donde el porcentaje mayoritario

encontrado fueron mujeres [70%], lo cual no afecta los resultados ya que no se pretendía hacer distinción de género, sin embargo; según el Dr. George A. Cioffi, científico y clínico reconocido en glaucoma considera que el glaucoma primario de ángulo cerrado a diferencia del glaucoma primario de ángulo abierto, es de 2 a 4 veces más frecuente en mujeres que en hombres (51).

Así mismo, los pacientes con historia familiar de glaucoma de ángulo cerrado tienen un mayor riesgo de padecerlo. La edad también juega un papel importante ya que con el envejecimiento, el cristalino se vuelve más grueso, produciendo una mayor aposición con el borde pupilar (52). Cheon et al., también en 2010 estudió los efectos de la edad en la configuración del ángulo de la cámara anterior en pacientes asiáticos y concluyen que los parámetros del ángulo camerular evaluados fueron menores en sujetos de mayor edad, lo que sugiere un estrechamiento del ángulo relacionado con la edad, por esta razón se decidió realizar este trabajo en personas mayores de cuarenta años.

Las personas predispuestas a sufrir glaucoma de ángulo cerrado no suelen presentar síntomas ni signos evidentes salvo el ángulo iridocorneal estrecho. Sin embargo, aún exceptuando el mencionado ángulo iridocorneal estrecho, algunos pacientes pueden presentar signos tales como enrojecimiento en la estructura conjuntival, dolor ocular, visión borrosa y cefalea. Los hallazgos encontrados en el estudio en lámpara de hendidura permitieron encontrar que la manifestación más frecuente se presentó en la estructura conjuntival asociada a enrojecimiento. Estas molestias oculares pueden mejorar al dormir, tal vez debido a la miosis ocular durante el sueño, según investigación realizada en 2005 por Piñero R.T et al (53).

El examen con gonioscopía es uno de los exámenes más prácticos para realizar en consulta, según diferentes estudios es la prueba de referencia en la evaluación del ángulo camerular (48,51,54), sin embargo, estudios realizados previamente expresan que la gonioscopía tiende a

detectar menos ángulos cerrados en contraste con el OCT. A diferencia de este estudio, en donde la gonioscopía clasificó como riesgo de cierre angular a 58.2% de los ojos; en comparación con el 29.5% del OCT y el 31.15% de la pentacam.

El OCT tiene una sensibilidad entre el 84 y 98% y una especificidad variable entre el 55,4 y 95%, (48). En los resultados del presente estudio en función del dispositivo OCT se observó que la sensibilidad para este examen fue de 47.1% [IC 95% de 35.9 – 58.7], especificidad de 92.3% [IC 95% de 81.8-97.0] con una exactitud de 66.4% [IC 95% de 57.6 – 74.2]; los resultados entre la gonioscopía y el OCT son variables y no del todo exactos; esto puede deberse a que en ambas técnicas no se toman como referencia los mismos puntos de evaluación, sin embargo el OCT proporciona una evaluación cuantitativa y reproducible del ángulo de la cámara anterior.

Como desventajas que influyen en los resultados de la gonioscopía, se encuentran las siguientes condiciones: la experticia del profesional, la colaboración del paciente, la intensidad luminosa de la lámpara de hendidura [puede modificar la amplitud del ángulo al inducir la miosis], la clasificación de la respuesta [enfoque cualitativo] y la presión al ejercer contacto en la córnea que también puede modificar la amplitud del ángulo camerular, y la ausencia de criterios gonioscópicos aceptados a nivel mundial que determinen el umbral anatómico que justifica el tratamiento para prevenir el glaucoma de ángulo cerrado (9,54,55,56).

En la técnica de la gonioscopía un cuadrante puede ser considerado ocluíble de no ser posible la observación de la parte posterior del trabéculo, mientras que en el OCT de no ser posible la identificación de la estructura y de tener algún contacto iridocorneal anterior al espolón escleral, el equipo lo considera como cierre angular (48,54).

De acuerdo a estudios de reproducibilidad con base en el OCT (57) la capacidad del equipo es menor en el ángulo inferior en comparación con el ángulo nasal y temporales, debido a la

colocación del espolón escleral. La gonioscopía identifica la mayoría de los ángulos camerulares estrechos en los cuatro cuadrantes, en comparación con el OCT; una posible razón por la que gonioscopía identificó ángulos más cerrados en comparación con OCT es debido a que es el único test que permite ver las estructuras del ángulo de una manera real y directa, permitiendo ver en detalle la coloración de los tejidos, posibles lesiones y alteraciones [presencia de pigmento, depósitos, material pseudoexfoliativo, etc.] así como distinguir el cierre aposicional del ángulo y el sinequial (54,58). Este estudio demostró que OCT presenta aun dificultad en la visualización directa de estructuras para un gran porcentaje de las imágenes. OCT tiende a detectar menos ángulos cerrados particularmente en los cuadrantes superior e inferior, una de las razones que puede dar explicación son las variaciones en el perfil del iris y el nivel de contacto con el ángulo iridocorneal y puede no ser fiable la medición para estructuras de la imagen posterior del iris, incluyendo el cuerpo ciliar, el cristalino y las zónulas; hallazgo que coincide con otros estudios (54,55,59,60), por ello las diferencias observadas entre gonioscopía y tomografía de coherencia óptica, sin embargo, en el estudio no se realizó este análisis, dado que la medición a través del OCT empleado dificulta la toma de los cuadrantes mencionados. Adicionalmente, esta medida no se realiza en la práctica habitual del OCT, razón por la que la experticia en la toma de del examen no permitía la confiabilidad de los datos de la prueba diagnóstica.

El Oculus Pentacam es uno de los instrumentos más completos en cuanto al análisis de segmento anterior no invasivo que existen en el mercado para la visualización del segmento anterior (37,38). La Pentacam HR mediante la técnica Scheimpflug permite obtener una fotografía de corte transversal del segmento anterior y realiza una medición con una rotación en los 360° sobre el eje central, la cual construye una imagen tridimensional comparada con OCT.

Esta prueba al igual que OCT no requiere contacto directo con el globo ocular, su realización es sencilla, rápida y requiere mínima colaboración del paciente.

En cuanto a los valores obtenidos del ángulo iridocorneal, medición que interesa en este trabajo, cabe mencionar que no siempre corresponden al lado nasal o al lado temporal, ya que el Oculus Pentacam muestra el valor más pequeño medido en todos los meridianos del ojo. Sin embargo, datos como medida y posición de los ángulos nasal, temporal, superior e inferior, así como el valor absoluto del ángulo mínimo son proporcionados a través de la base de datos del instrumento (60).

En los estudios en que se compara la medición del ángulo camerular entre OCT y Oculus Pentacam no se encuentran diferencias significativas, sin embargo coinciden en la utilización de la luz visible como causa de la miosis; desventaja en los resultados, esto es debido a que el ángulo no es visualizado directamente y su apertura se estima por extrapolación de las tangentes de la superficie del iris y porción interna de la córnea (48). La Pentacam HR al no ser capaz de visualizar directamente el receso angular del ojo y espolón escleral, muestra dos valores de ángulo iridocorneal para cada meridiano. Es así como la Pentacam HR obtiene el valor del ángulo iridocorneal a través del cálculo mencionado, alargando la superficie posterior de la córnea y superficie anterior del iris (61).

En este estudio se observó una sensibilidad de 40.85% [IC 95% de 30.2 – 52.5], especificidad de 82.35% [IC 95% de 69.7- 90.4] y una exactitud de 58.20% [IC 95% de 49.3 - 66.6]. En contraste con OCT los valores de sensibilidad, especificidad y exactitud de la Pentacam HR fueron inferiores, esto puede deberse a la dificultad que presenta esta prueba para la observación directa del receso angular y el espolón escleral. Una de las debilidades del examen con la Pentacam HR es que no todos los ángulos son como una figura geométrica, los cuales tienen una

proyección estable, sino que se presentan en dos o hasta más proyecciones; lo que puede dar lugar a errores en la medición. En estudio realizado en 2008, Lavanya et al., compararon la eficacia de la detección de ángulos estrechos con base en la evaluación de nuevos métodos sin contacto como fueron Pentacam, IOL Master y OCT con la gonioscopía; encontrándose para la Pentacam una sensibilidad de 90.0% [IC 95% de 86.8 – 92.7] y una especificidad de 76.6% [IC 95% de 74.4 – 78.6], para el IOL Máster una sensibilidad de 87.7% [IC 95% de 84.2 – 90.7] y una especificidad de 77.7% [IC 95% de 75.6 – 79.7] y finalmente para el OCT una sensibilidad de 88.4% [IC 95% de 84.9 – 91.3] y una especificidad de 62.9% [IC 95% de 60.5 – 65.2], la prevalencia en al menos un ojo diagnosticado por gonioscopía fue del 20.4%, por lo tanto la baja especificidad de estos dispositivos puede limitar la detección de ángulos cerrados en contraste con la gonioscopía (56).

Con base en la repetitividad y el valor de las medidas entre Pentacam HR y OCT, se han realizado estudios ofreciendo diversificación en los resultados. Algunos estudios muestran una buena reproducibilidad. En 2006, Rabsilber T. et al., halló resultados repetitivos en la medida del ángulo y buena fiabilidad del Oculus Pentacam (62). Yi et al., en 2008 encontró una reproducibilidad superior al 90% del ángulo (63), mientras que Hong S et al., en 2009 encontró una buena correlación entre los resultados de ambas pruebas, y concluye que Pentacam HR y OCT permiten una discriminación precisa entre ángulos normales y ángulos abiertos y cerrados (64), de modo que pueden ayudar en la detección de ángulos ocluíbles. En 2008 en el estudio realizado por Shankar et al., se lograron valores negativos al evaluar la repetitividad del ángulo de la cámara anterior en el Oculus Pentacam; sin embargo, en este estudio no se evaluó este componente. Así mismo en nuestro estudio al comparar OCT y Pentacam HR con gonioscopía, el Pentacam HR mostró una sensibilidad similar a OCT [40.8% frente a 45.1%] y una

especificidad mayor [82.4% frente a 92.2%], datos que se correlacionan con estudios realizados previamente. Pentacam HR presenta importantes desventajas en relación a OCT: 1. Al utilizar el haz luminoso puede inducir miosis, alterando la anatomía y posibles resultados del ángulo camerular. 2. Su medición es realizada sólo sobre el cuadrante temporal y adicionalmente no permite el estudio del eje vertical. 3. No toma imágenes directas del ángulo, por lo que no da una información tan detallada como OCT (48). Este inconveniente no existe con el OCT, dado que utiliza una luz de fijación infrarroja [1,310nm], la cual le permite una alta resolución óptica basada en el sistema de imagen que utiliza la interferometría de baja coherencia, la imagen resultante no sólo puede mostrar un cuadrante, también puede escanear una sección completa del segmento anterior, proporcionando imágenes de los tejidos oculares mediante cortes transversales. Esta longitud de onda hace que la imagen directa del ángulo camerular sea posible y en tiempo real debido a la buena penetración de los tejidos (54,55,65).

En relación específicamente al ángulo camerular en algunos estudios afirman que es más fácil la identificación del espolón escleral con OCT (57,66,67,68), ya que éste puede ser posicionado manualmente o de forma semiautomática haciendo que las medidas sean más representativas y exactas. Pentacam HR captura información sobre la periferia de la profundidad de la cámara anterior, este sistema al utilizar la luz del espectro visible no puede penetrar tejidos ópticamente opacos, por lo cual no permite la visualización directa de las estructuras del ángulo camerular (69). Gonioscopía sigue siendo la prueba de referencia en la medición del ángulo camerular y es la única técnica que permite distinguir el cierre aposicional del ángulo y el sinequial, además que permite ver completamente sus estructuras y detalles biomicroscópicos (48,51,54,55).

Pentacam HR es un equipo de menor costo que OCT y los lentes para realización de gonioscopía se encuentran muy por debajo del costo de ellos.



En este trabajo los resultados obtenidos en la Pentacam HR con un punto de corte de 29,5 dan una sensibilidad 40,85% y 20%, y especificidad de 82,35% y 96,2%, a diferencia del estudio de Hong S et al, quienes encontraron sensibilidad de 87,5% y especificidad de 90,2%. La baja sensibilidad puede ser debida a la incapacidad de la Pentacam para visualizar la parte más periférica del iris [Lian J. et al, Kurita N. et al, Mou D. et al] o a la diferencia en la raíz del iris debida a la raza, las diferencias entre los exámenes pueden ser debido a cambios en la intensidad luminosa del sitio de examen, por los cambios en el diámetro pupilar que a su vez genera cambios en el ángulo camerular, así como al efecto de la acomodación. La información de Pentacam es más limitada ya que sólo describe la profundidad de la cámara periférica en lugar de proporcionar información anatómica más detallada, sin embargo, parece correlacionar significativamente en la identificación de personas con ángulos normales y abiertos obtenidos por gonioscopía y OCT (55,58,70,71,72).

## **6. Conclusiones**

El estudio se logró culminar con la totalidad de los participantes [61 pacientes, para un total de 122 ojos], predominando el género femenino sobre el masculino, el rango de edad fue de 40 a 70 años, con una media de 49 años. Los participantes fueron atendidos en el municipio de Floridablanca Santander en la clínica del servicio de salud de optometría de la Universidad Santo Tomás. Los pacientes residentes de la ciudad de Bucaramanga, nacidos en diferentes departamentos y municipios del país.

El desarrollo del estudio permitió evaluar la especificidad y sensibilidad de los test para examinar el ángulo camerular, y así se pudo determinar cuál es el test más apropiado para implementar en la práctica clínica del ejercicio de la optometría.

En cuanto a los valores obtenidos del ángulo iridocorneal, que es una de las mediciones de interés en este trabajo, según reporta el estudio el grado de apertura más frecuente para la técnica de gonioscopía fue el Grado II, para OCT el Grado IV y para la Pentacam HR el Grado II.

Teniendo en cuenta la técnica para la medición del ángulo camerular en el OCT se realizó de manera manual, la cual permite un reporte más exacto y representativo de la medida del grado de apertura de acuerdo a la destreza y entrenamiento del examinador. La Pentacam HR tiene la opción manual como automática para la realización de la medición; en este caso se usó la opción automática para el reporte de hallazgos. La gonioscopía permitió el reconocimiento y valoración de los cuatro cuadrantes de un modo rápido, logrando la observación más objetiva del grado de apertura del ángulo camerular así como también la exploración de detalles de manera real y directa como color, forma y presencia o no de hallazgos relevantes de las diferentes estructuras, reconocidas únicamente mediante este test.

A pesar de que existe gran evidencia que sugiere que la formación de imágenes del segmento anterior proporciona información útil en la valoración del ángulo camerular; ninguno de estos métodos de formación de imágenes proporciona suficiente información acerca de la anatomía del ángulo, para ser considerado sustituto de la gonioscopía.

Los parámetros cuantitativos y cualitativos definidos por OCT y Pentacam HR demuestran una fuerte asociación con los resultados de la gonioscopía. Hay variabilidad en el tipo de información obtenida de cada método y técnica de imágenes. OCT adquiere imágenes con mayor sensibilidad en la detección de cierre angular en ambientes completamente oscuros. Pentacam HR mediante exploración del analizador de profundidad de la cámara anterior periférica, no proporciona información detallada anatómica pero otorga exactitud diagnóstica en individuos con ángulos normales y abiertos.

Aunque la gonioscopía es la prueba de referencia en la determinación de la apertura del ángulo camerular, es necesario el entrenamiento del personal para la realización de la misma.

En la realización de los 3 exámenes se pudo determinar que son técnicas de fácil aplicación, que requieren de una mínima colaboración por parte del paciente. Sólo respecto a la gonioscopía es el único que requiere la aplicación de anestésico local para poder colocar el lente sobre la superficie corneal y en algunos pacientes puede resultar incómoda y causar algún tipo de reacción la aplicación de medicamento por unos segundos. Teniendo en cuenta el campo de acción del optómetra a nivel nacional, en cuanto al uso de medicamentos, y el cuidado primario de la visión, es importante lograr la implementación de la técnica gonioscópica ya que en muchos países es realizada sólo por parte de médicos especialistas en oftalmología.

En la actualidad con los avances efectuados en el campo de la tecnología se abren nuevas rutas para el estudio y evaluación del ángulo camerular, la Pentacam HR como el OCT son equipos que presentan todavía limitaciones en la visualización y medición del ángulo iridocorneal especialmente en la zona del vértice o periferia del iris. Hoy en día los nuevos aparatos de generación de imágenes proveen valiosos datos para el profesional de la visión. Sin embargo esta tecnología es de alto costo, no está al alcance de todos los profesionales, los convierten en instrumentos que pocos pueden adquirir fácilmente y menos aún ser empleados en zonas vulnerables, distantes y desfavorecidas donde la prevención en este campo es casi nula y si muy necesaria.

Por consiguiente, la gonioscopía indirecta sigue siendo la técnica más económica, objetiva, rápida, eficaz y fácil de usar en la medición del ángulo camerular, pudiendo ser implementada en la enseñanza y utilizada por cualquier optómetra del país y especialista de la visión en la exploración rutinaria de los pacientes y el diagnóstico acertado para la valoración del ángulo

camerular en pacientes mayores de 40 años. Así mismo al ser una técnica invasiva puede llevar tiempo el aprendizaje, su aplicación, su experticia ya que exige una considerable habilidad, experiencia práctica y conocimientos por parte del profesional para lograr una imagen estable y centrada en el ángulo correcto.

## **7. Recomendaciones**

Para las clínicas del servicio de salud de optometría de la Universidad Santo Tomás, se recomienda la inclusión de equipos y tecnología que faciliten el complemento de la atención integral y la definición y conducta acertada de los diagnósticos durante el ejercicio de la práctica clínica.

Se hace necesario conocer las características de reproducibilidad y validez de las pruebas diagnósticas para así definir la técnica más apropiada con el objetivo de diagnosticar oportunamente el riesgo de glaucoma agudo por cierre angular.

Para la academia es importante implementar la realización de la gonioscopía dentro de las prácticas clínicas como examen rutinario en todo paciente que se atienda por primera vez con el objetivo de hacer un diagnóstico temprano y descartar la posibilidad de riesgo de glaucoma por cierre angular.

Así mismo, que la realización de la práctica del test sea constante; de modo que los estudiantes se vuelvan hábiles y a futuro logren la experticia en la medida del ángulo camerular, fundamental para la detección temprana de este tipo de glaucoma.

La detección y el tratamiento precoz del glaucoma de ángulo cerrado, antes de la aparición de la neuropatía óptica glaucomatosa, debe conducir a un menor impacto en la salud visual y un pronóstico más alentador para el paciente.

La utilización de estos test en nuestra práctica clínica como especialistas del segmento anterior complementan y elevan nuestro posicionamiento como profesionales de alta calidad en nuestro gremio.

Los optómetras como profesionales de la salud visual deben conocer y dominar técnicas que permitan la detección de ángulos sospechosos de cierre angular, y así educar y orientar al respecto acerca de la patología encontrada.

**Apéndices:**

**Apéndice A.** Historia de recolección de datos

**Historia Clínica de recolección de datos  
VALIDEZ DE LAS PRUEBAS DIAGNÓSTICAS PARA LA VALORACIÓN DEL  
ÁNGULO CAMERULAR EN PACIENTES MAYORES DE 40 AÑOS, APLICABLE A  
LA PRÁCTICA CLÍNICA OPTOMÉTRICA**

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Nº Documento de identificación: \_\_\_\_\_ Código \_\_\_\_\_

Apellidos: \_\_\_\_\_ Nombres: \_\_\_\_\_

Género: Masculino \_\_\_\_\_ Femenino: \_\_\_\_\_ Fecha de nacimiento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Lugar de Nacimiento: \_\_\_\_\_ Años cumplidos: \_\_\_\_\_

Antecedentes personales:

---



---

Antecedentes familiares:

---

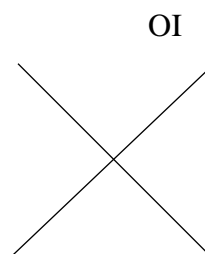
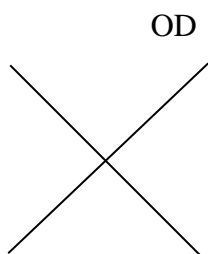


---

Examen con Lámpara de Hendidura					
OD		Estructura	OI		
Estado	Observaciones		Estado	Observaciones	
Normal		Párpados	Normal		
No normal			No normal		
Normal		Pestañas	Normal		
No normal			No normal		
Normal		Conjuntiva	Normal		
No normal			No normal		
Normal		Pupila	Normal		
No normal			No normal		
Normal		Iris	Normal		

No normal			No normal		
Prese nte		Pigmento retroquerático	Prese nte		
Ause nte			Ause nte		
<b>Gonioscopía</b>					
<b>OD</b>			<b>OI</b>		
Inserción del iris		Enfoque angular	Inserción del iris		Enfoque angular
A. Anterior a la línea de Schwalbe.		Grado IV (45° a 35°)	A. Anterior a la línea de Schwalbe		Grado IV (45° a 35°)
B. Entre la línea de Schwalbe y el espolón escleral.		Grado III (35° a 20°)	B. Entre la línea de Schwalbe y el espolón escleral.		Grado III (35° a 20°)
C. Espolón escleral visible		Grado II (10° a 20°)	C. Espolón escleral visible		Grado II (10° a 20°)
D. Profunda con el cuerpo ciliar visible		Grado I (<10°)	D. Profunda con el cuerpo ciliar visible		Grado I (<10°)
E. Extremadamente visible con > 1mm de visibilidad del cuerpo ciliar.		E.O	E. Extremadamente visible con > 1mm de visibilidad del cuerpo ciliar.		E.O

Goniosco pía OD	Abier to	Cerra do	Aposic ión	Goniosco pía OI	Abier to	Cerra do	Aposic ión



<b>Tomografía de Coherencia Óptica OCT</b>				
Grado 0	Grado I	Grado II	Grado III	Grado IV

<b>Pentacam</b>	
Valor de resultados en grados	

**FIRMA DE EXAMINADOR:** \_\_\_\_\_

**Examinadores:** Erika Johanna Mantilla Aceros, Gissela Mogollón Villamizar, Floricelda Rivera Güiza y Rafael Arturo Urrea Gómez

**Apéndice B.** Consentimiento informado.

**CONSENTIMIENTO INFORMADO  
VALIDEZ DE LA PRUEBAS DIAGNÓSTICAS PARA LA VALORACIÓN DEL  
ÁNGULO CAMERULAR EN PACIENTES MAYORES DE 40 AÑOS, APLICABLE A  
LA PRÁCTICA CLÍNICA OPTOMÉTRICA**

Los Investigadores de la Especialización Segmento Anterior y Lentes de Contacto de la Universidad Santo Tomás, realizan un estudio sobre algunos exámenes que permiten la observación del ángulo camerular en los pacientes mayores de 40 años que asisten a consulta de optometría en el primer semestre del 2017. Usted fue seleccionado por cumplir los requisitos de inclusión del estudio.

Si usted decide participar se le realizará una valoración de exámenes optométricos pertinentes, después de firmar el consentimiento informado. Luego se procederá a realizar la valoración que consta de unas preguntas personales acerca de datos y antecedentes tanto personales como familiares. De ahí se procederá a realizar una serie de exámenes para observar su ojo. Se efectuará la valoración del segmento Anterior y del segmento externo en el cual se examinará la parte más externa del ojo por medio de una lámpara de hendidura que permite magnificar la imagen de su ojo y se observará mejor sus estructuras oculares. Posteriormente, se realizará el examen de gonioscopia que consiste en observar el ángulo camerular que se encuentra entre el iris y la córnea. Para la ejecución del examen se aplicará una gota de anestésico oftálmico en cada ojo, se colocará suavemente en el ojo una lente de contacto portátil (Lente de Posner), la cual tiene un espejo que indica al examinador el estado del ángulo camerular. Se procede a observar y describir si es abierto y amplio o estrecho y cerrado. Se continúa con la realización del examen a través del equipo OCT RTVue-100 SOCT (Optovue) que permite obtener tomografías de las estructuras anteriores del ojo, valorando la apertura del ángulo camerular en grados, se hace el respectivo registro. Por último, se toma la topografía corneal a través del equipo Pentacam HR, analizador de segmento anterior e imágenes en tiempo real de otras estructuras del segmento anterior y valores de la cámara anterior en grados; se registra y posteriormente se hace el respectivo análisis de datos e información.

Los exámenes en ningún momento harán que usted corra riesgos a nivel ocular, de lo contrario le ayudarán a observar el estado de su salud visual y su ángulo camerular. Nosotros haremos todos los esfuerzos razonables para proteger su privacidad. Los datos recolectados en el estudio serán usados solo para fines de estudio, los resultados del estudio se presentarán en forma de promedios y porcentajes usted no será identificado de forma individual en ningún caso. Si participa en este estudio los resultados de sus pruebas le serán entregados a fin de que puedan ser útiles en el control y cuidado regular de su salud ocular. Si alguno de los exámenes realizados sale alterado o No normal; usted recibirá consejería sobre el cómo, el dónde y el cuándo buscar asistencia. Usted no recibirá ningún pago por la participación en el estudio y todas las pruebas de



optometría requeridas para el proyecto de investigación serán realizadas sin ningún costo. Usted debe estar consciente de que su participación en el estudio es completamente voluntaria, si usted tiene alguna pregunta adicional sobre este estudio por favor comunicarse con: Erika Mantilla, Celular: 3192912648, Correo: [erikajmantilla21@gmail.com](mailto:erikajmantilla21@gmail.com) Gissela Mogollón Villamizar, Celular: 3138858916. Correo: [gisemv8@hotmail.com](mailto:gisemv8@hotmail.com), Floricelda Rivera Güiza, Celular: 3176404860 Correo: [Shellarivera1@gmail.com](mailto:Shellarivera1@gmail.com), Rafael Urrea Gómez, Celular: 3153725228 Correo: [Rafaelurrea13@hotmail.com](mailto:Rafaelurrea13@hotmail.com),

Al firmar usted está aceptando que entiende la información que se le ha dado y que está de acuerdo en participar como un sujeto de la investigación de este estudio. Si usted ha decidido participar debe escribir su nombre y firmar:

Nombre del paciente:

\_\_\_\_\_.

Firma del paciente:

\_\_\_\_\_.

N° Documento de identificación: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### Referencias Bibliográficas

1. Rueda Juan Carlos, Urrea G. Rafael, Arias Juan D. Glaucoma. 2014, Medlife, págs. 19-22.
2. Organización mundial de la salud. [En línea] octubre de 2013. [Citado el: 13 de junio de 2014.] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>
3. Agreement of glaucoma specialists and experienced optometrists in gonioscopy and optic disc evaluation. *Journal Of Optometry*. Kumar A, Jonnadula G, Garudadri C, Senthil S, Papas E, Khanna R. 212-218, s.l. : 4, 2013, Vol. 6. Available from: Scopus®..
4. World Health Organization. Global Initiative for the elimination of Avoidable blindness, 2004; Fact Sheet 282. En: [www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/index.html](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/index.html)
5. Ministerio de la Protección Social. Resolución número 2012 del 2004. Bogotá, Colombia. En: <http://www.minproteccionsocial.gov.co>
6. Thylefors B, Négrel A. D, Pararajasegara R, Dadzie K.Y. Global data on blindness. *Bull World Health Organization* 1995. 73 (1): 115-21.
7. DANE. Estadísticas: Colombia, población y tasas de crecimiento media anual, según departamentos. 1999 y 1995-2015, tomada el 18 de agosto de 2005 en: [www.dane.gov.co/infest/población/proyecciones/proyec5.xl](http://www.dane.gov.co/infest/población/proyecciones/proyec5.xl)
8. World Health Organization Visión 2020 el derecho a ver Programa nacional de salud ocular para la prevención de la ceguera evitable. 2003.
9. Quigley HA et al., 2006. The definition and classification of glaucoma in prevalence surveys. *The British Journal of Ophthalmology*. 2002 Feb; 86(2):238-42.
10. Jordi, Loscos. Cirugía de glaucoma mediante esclerectomía profunda no perforante con implante supraciliar. Barcelona: s.n., 2013.
11. Garcia Alcolea EE, Ortiz Gonzalez E, Sanchez Miranda M, Rojas Alvares E, Gonzalez Sotero J. Gonioscopia: Examen Diagnostico para glaucoma. 1, Cuba : s.n., 2009, Mision Milagro , Vol. 2.
12. Nacional, Ministerio de Educacion. ley 372 de 1997. [En línea] [Citado el: 22 de Julio de 2014.] [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-105003\\_archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-105003_archivo_pdf.pdf)
13. Kwon, Y.H., Caprioli J. Primary Open-Angle Glaucoma. Chapter 52 Clinical Volume 3, en Tasman W, Jaeger EA Duane's Ophthalmology 2000. Phyladelphia. Lippincott Williams & Wilkins 2000 CD-ROM Edition.
14. Leske M.C., Heijl A., Hussein M., Bengtsson B., Hyman L., Komaroff E.; Early Manifest Glaucoma Trial Group. Factors for glaucoma progression and the effect of treatment: the early manifest glaucoma trial. *Arch Ophthalmol*. 2003. Jan. 121: 48-56.
15. American Academy of Ophthalmology. Comprehensive Adult Medical Eye Evaluation, Preferred Practice Pattern. San Francisco: American Academy of Ophthalmology, 2000. <http://www.aao.org/aao/education/library/ppp/index.cfm>

16. Klein R., Klein B.E., Moss S.E., et al. The Wisconsin epidemiologic study of diabetic retinopathy. III. Prevalence and risk of diabetic retinopathy when age at diagnosis 30 or more years. *Arch Ophthalmol* 1984; 102: 527-32.
17. Lens A., Nemeth S.C., Ledford J.K. *Ocular Anatomy and Physiology*, Second Edition, Slack Incorporated, 2008, ISBN 978-1-55642-792-3.
18. Campa C., Pierro L., Bettin P. and Bandello F. Anterior Chamber Angle Assessment Rumelt S, *Glaucoma - Basic and Clinical Concepts*, InTech, Capítulo 17, November 2011, ISBN 978-953-307-591-4.
19. Kanski J.J. *Clinical ophthalmology: a systematic approach*, 6th Edition, Butterworth Heinemann, 2007, Chap. 13 Glaucoma, ISBN-10: 0080449697.
20. Ferreiro López S., Alañón Fernández F.J, Fernández Pérez J., *Oftalmología en Atención Primaria*. 2a edición, Jaén (España), Esteve 2003, capítulo X Glaucoma, p 199-225. ISBN: 84-95658-67-4.
21. Brechtel-Bindel M y cols. Glaucoma primario de ángulo abierto. *Rev. Hospital Gral. Dr. M. Gea González*, 2001, vol. 4, núm. 3, p. 61-68.
22. Young H.K. Fingert J. et al. Primary Open-Angle Glaucoma. *New England, J Med*, 2009, vol. 360, num. 11, p. 1113-24.
23. Sampaolesi, R. *Glaucoma*. 2ª ed. Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, 1991.
24. Gusmão de Almeida et al. Gonioscopía: una propuesta de clasificación (APIC). *Rev. Bras Oftalmol*. 2010; 69 (5): 332-41
25. Scheie HG. Anchura y la pigmentación del ángulo de la cámara anterior; El sistema de categorización por gonioscopía. *AMA Arco Ophthalmol*. 1957; 58: 510-2.
26. Chul Hong, Tetsuya Yamamoto *Angle Closure Glaucoma*, Amsterdam (Netherland), Kugler Publications, 2007, Chap 7, p. 63-73.
27. Shaffer RN. El glaucoma primario. Gonioscopía, oftalmoscopía y la perimetría. *Trans Am Acad. Ophthalmol Otolaryngol*. 1960; 64: 112-27.
28. Carratalá Ferre S. Gonioscopía: examen diagnóstico para glaucoma. *Gaceta de optometría y óptica oftálmica*, septiembre 2011, núm. 436.
29. Castañeda-Díez R. Mayorquín-Ruiz M, Jiménez-Román J, Glaucoma de ángulo cerrado perspectiva actual. *Rev. Mex. Oftalmol*, Septiembre-Octubre 2007, vol. 81, núm. 5, p. 272-282.
30. Marsh B.C., Cantor L.B. The Spaeth gonioscopic grading system. *Glaucoma Today, Clinical Strategies*, may-june 2005, p. 22-26.
31. Spaeth G.L. El desarrollo normal del ángulo de la cámara anterior humana: Un nuevo sistema de clasificación descriptiva. *Trans Ophthalmol Soc U K*. 1971; 91: 709-39.
32. Sampaolesi, J. Tomografía Óptica de Coherencia del Segmento Anterior – Introducción al SL-OCT.
33. Sampaolesi, J. Introducción a Tomografía de Coherencia Óptica del Segmento Anterior: Slit Lamp-OCT (SL-OCT). *GlaucomaNews5\_Nota2\_190607*
34. Ho T., Cheng A.C., Rao S.K., Lau S., Leung C.K., Lam D.S. Central corneal thickness measurements using Orbscan II, Visante, ultrasound, and Pentacam pachymetry after laser in situ keratomileusis for myopia. *J Cataract Refract Surg* 2007; 33: 1177-1182.
35. Mohamed S., Lee G.K., Rao S.K., Wong A.L., Cheng A.C., Li E.Y., Chi S.C., Lam D.S. Repeatability and reproducibility of pachymetric mapping with Visante anterior segment-optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007; 48: 5499-5504. 15.

36. Kohnen T., Thomala M.C., Cichocki M., Strenger A. Internal anterior chamber diameter using optical coherence tomography compared with white-to-white distances using automated measurements. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32: 1809-1813.
37. Wegener A., Laser-Junga H. Photography of the anterior eye segment according to Scheimpflug's principle: options and limitations-a review. *Clinical and Experimental Ophthalmology*, 2009, vol. 37, p. 144-154.
38. Arredondo Flores S., Castellanos M.A., Ruiz Quintero N., Naranko Tackman R. Reproducibilidad de la medida del ángulo iridocorneal con el uso de Pentacam, cámara rotatoria tipo Scheimpflug. *Revista Mex. Oftalmol.*, 2009, vol. 83, núm. 2, p.106-109.
39. Burkhard D. Interpretation of Scheimpflug based anterior segment imaging and mapping. *Eurotimes, Eye to eye*. Feb 2005.
40. Decreto 3039 de 2007 [Base de datos en internet] Disponible en: <http://www.minproteccionsocial.gov.co/VBeContent/newsdetail.asp?id=16573&idcompany=3>
41. Constitución política de Colombia. Artículo 2. [Base de datos en internet][Lexbas: normativa (c.1991)] [Citado el 9 May.2009] Disponible en:
42. Constitución política de Colombia. Artículo 48. [Base de datos en internet][Lexbas: normativa (c.1991)] [Citado el 9 May.2009] Disponible en:
43. Constitución política de Colombia. Artículo 311. [Base de datos en internet][Lexbas: normativa (c.1991)] [Citado el 9 May.2009] Disponible en:
44. Ley 100 de 1993. TÍTULO IV. De la vigilancia y control del sistema. Artículo 227. Control y evaluación de la calidad del servicio de salud.
45. Ley 100 de 1993. TÍTULO VI. Disposiciones Complementarias. Artículo 247. Del ofrecimiento de programas académicos en el área de salud por parte de las instituciones de educación superior.
46. Ley 372 de 1997. Diario Oficial 43.053, de 3 de junio de 1997. Por la cual se reglamenta la profesión de optometría en Colombia y se dictan otras disposiciones.
47. Resolución 1995 de 8 de Julio de 1999. Manejo de Historias clínicas.
48. Nadal E., Bhartiya S., Shaarawy T. Tomografía de coherencia óptica en enfermedades del segmento anterior, sección II, capítulo 9 OCT-SA en la evaluación del ángulo camerular, lesiones quísticas y tumorales de iris y cuerpo ciliar. P.189.
49. Desmond T., Monisha E., Shamira A. Angle imaging: Advances and challenges. *Indian J Ophthalmol*. 2011; 59:69-75
50. Resolución 8430 del 4 de octubre de 1993 [Base de datos en internet] Disponible en: [http://www.dib.unal.edu.co/promocion/etica\\_res\\_8430\\_1993.pdf](http://www.dib.unal.edu.co/promocion/etica_res_8430_1993.pdf)
51. Fortes Ruiz, Miguel Ángel. Estudio comparativo de diferentes técnicas de medida del ángulo iridocorneal. Propuesta de una nueva técnica de medida. 2012. P. 11, 67- 68.
52. Cioffi G.A. Glaucoma. Curso de ciencias básicas y clínicas, sección 10, Elsevier, 2008. ISBN: 978-8480863612.
53. Piñero R.T, Lora M. y Andrés M.A. Glaucoma Patogenia, diagnóstico y tratamiento. *Revista Offarm, Ámbito Farmacéutico Oftalmología*, Febrero 2005, vol. 24, núm. 2, p. 88 - 96.
54. Cindy X. Hu, Anand Mantravadi, Camila Zangalli, Mohsin Ali, Bruno M. Faria, Jesse Richman, Sheryl S. Wizov, M. Reza Razeghinejad, Marlene R. Moster, L. Jay Katz. Comparing Gonioscopy with Visante and Cirrus Optical Coherence Tomography for

- Anterior Chamber Angle Assessment in Glaucoma Patients. Glaucoma Research Center, wills eye Hospital, Philadelphia, PA., 2014, vol. 00, number 00.
55. Smith Scott D., Singh Kuldev, Lin Shan C., Chen Philip P., Chen Teresa C., Francis Brian A., Jampel Henry D. Evaluation of the Anterior Chamber Angle in Glaucoma. *Ophthalmology* Oct 2013; vol. 120, núm.10, p. 1985–1997.
  56. Friedman D.S. Who needs an iridotomy?. *British Journal of Ophthalmology* 2001; 86:1019-21
  57. Dong Y. K., Kyung R.S., Sung Y.K., Jung W.C, Kyoung S.L., Seong B.P., Soon T.K., Michael S. Characteristics and reproducibility of anterior chamber angle assessment by anterior-segment optical coherence tomography. *Act. Ophthalmological*, 2011: 89: p. 435 – 441.
  58. Lavanya R., Foster P.J., Sakata L.M., Friedman D.S., Kashiwagi K., Wong T.Y., Aung H.T., Alfred T., Gao H., Ee A.G., Seah S.K., Aung T. Screening for narrow angles in the Singapore population: evaluation of new noncontact screening methods. *Ophthalmology*. Oct 2008; 115:1720-7, 1727.e1-2. doi: 10.1016/j.opthta.2008.03.015. Epub 2008 May 16
  59. Quek D. T., Narayanaswamy A. K., Tun T.A., Htoon H.M. , Baskaran M., Perera S.A., Aung T. “Comparison of two spectral domain optical coherence tomography devices for angle-closure assessment”. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2012 Aug 3; 53(9): 5131-6.
  60. Sakata L.M., Lavanya R., Friedman D.S., Aung H.T., Gao H., Kumar R.S., Foster P.J., Aung T. Comparison of gonioscopy and anterior segment ocular coherence tomography in detecting angle closure in different quadrants of the anterior chamber angle. *Ophthalmology*. Mayo 2008, 115: 769 - 74. Epub 2007 Oct 4.
  61. Jovina L.S. Imaging of the anterior segment in glaucoma. *Clinical and Experimental Ophthalmology*, 2009, vol. 37, p. 506-513.
  62. Rabsilber T.M., Khoramnia R., Auffarth G.U. Anterior chamber measurements using Pentacam rotating Scheimpflug camera. *J Cataract Refract Surg*, 2006, vol. 32, p. 456-459
  63. Yi J.H., Lee H., Hong S., Seong G.J., et al. Anterior Chamber Measurements by Pentacam and AS-OCT in Eyes With Normal Open Angles. *Korean J Ophthalmol*, Dec 2008, vol. 22, num. 4, p. 242-5.
  64. Hong S., Yi J.H., Kang S.Y., Seong G.J., Kim C.Y. Detection of occludable angles with the Pentacam and the anterior segment optical coherence tomography. *Yonsei Med. J.*, Aug 31 2009, vol. 50, num. 4, p. 525-8.
  65. Radhakrishnan S. Goldsmith J., Huang D., Westphal V., Dueker D.K., Rollins A.M., Izatt J.A., Smith S.D. Comparison of optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy for detection of narrow anterior chamber angles. *Arch Ophthalmol*. Aug 2005; 123:1053-9.
  66. Radhakrishnan S., Rollins A.M., Roth J.E., Yazdanfar S., Westphal V., Bardenstein D.S., Izatt J.A. Real-time optical coherence tomography of the anterior segment at 1310 nm. *Arch Ophthalmol*. Aug 2001; 119: 1179-85.
  67. Nongpiur M.E., He M., Amerasinghe N., Friedman D.S., Tay W.T., Baskaran M., Smith S.D., Wong T.Y., Aung T. Lens vault, thickness, and position in Chinese subjects with angle closure. Mar 2011; 118:474-9.

68. Kashiwagi K., Kashiwagi F., Toda Y., Tsumura T., Osada K., Tsukahara S. A newly developed peripheral anterior chamber depth analysis system— principle, accuracy and Reproducibility. *British Journal of Ophthalmology* 2004; 88: 1030-5.
69. Radhakrishnan S., Rollins A.M., Roth J.E., Yazdanfar S., Westphal V., Bardenstein D.S., Izatt J.A. Reproducibility of anterior chamber angle measurements obtained with anterior segment optical coherence tomography. *Invest. Ophthalmol Vis Sci* 2007; 48:3683-8.
70. Liang J., Liu W., Xing X., Liu H., Zhao S., Ji J. Evaluation of the agreement between Pentacam and ultrasound biomicroscopy measurements of anterior chamber depth in Chinese patients with primary angle-closure glaucoma. *Jpn J Ophthalmol.* Jul 2010; 54:361-2.
71. Kurita N., Mayama C., Tomidokoro A., Aihara M., Araie M.. Potential of the pentacam in screening for primary angle closure and primary angle closure suspect. *J Glaucoma.* Sep 2009; 18:506-12.
72. Mou D., Fu J., Li S., Wang L., Wang X., Wu G., Qing G., Peng Y., Wang N. Narrow and open angle measurements with anterior segment optical coherence tomography and Pentacam™. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging.* Nov-Dic 2010; 41:622-8.
73. Pentacam, Instruction Manual Measurement and Evaluation System for the anterior segment of eye. pp. 22-24.
74. Neuhan H.T. Perspectiva del Sistema Pentacam: Entendiendo sus Beneficios. *The Highlights of Ophthalmology.* 2007; 35(3):13.
75. Pavlin C. *Ultrasound Biomicroscopy of the eye. Ultrasound Biomicroscopy anatomy of the normal eye and adnexa.* Spring Verlag 1995. pp. 47-50.