



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

TRABAJO FINAL DE GRADO

USO DE LA OCT EN CASOS DE GLAUCOMAS SECUNDARIOS

MIREIA MARISCAL BELTRÁN

ROSA BORRÀS GARCIA
MARIA ELVIRA PERIS MARCH
OPTOMETRIA

10 ENERO 2019



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

La Sra. Rosa Borràs García y la Sra. Maria Elvira Peris March,
como tutoras y directoras del trabajo.

CERTIFICAN

Que la Sra. Mireia Mariscal Beltrán ha realizado bajo su supervisión
el trabajo 'Uso de la OCT en casos de Glaucomas Secundarios'
recogido en esta memoria para optar al título de grado en Óptica y
Optometría.

Y para que conste, firmo/firmamos este certificado.

Sr/Sra.....
Directora del trabajo

Sr/Sra.....
Directora del trabajo

Terrassa, de de 20.....



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

USO DE LA OCT EN CASOS DE GLAUCOMAS SECUNDARIOS

RESUMEN

La tomografía de coherencia óptica (OCT), es una prueba de diagnóstico por imagen, no invasiva que no requiere contacto ocular, y permite observar imágenes transversales por secciones de tejidos vivos del ojo en tiempo real.

Gracias a esta nueva técnica, podemos obtener información muy detallada tanto del segmento posterior como del segmento anterior.

En este trabajo explicaré las características diferenciales de dos tipos de OCT, el Stratus OCT y el Cirrus OCT, ya que son los dispositivos comercializados más habituales utilizados en la práctica clínica.

Para valorar una posible correlación entre ellos, analizaré tanto las diferencias como similitudes en la adquisición de las medidas de estudio del glaucoma.

El glaucoma presenta una amenaza seria para la visión y las personas afectadas son pacientes crónicos. Actualmente es la principal causa de ceguera irreversible en el mundo.

Se explicaran los diferentes tipos de glaucoma, las características diferenciales, los signos y el tratamiento de cada uno de ellos.

Es importante conocer las pruebas que se deben de realizar para poder diagnosticar esta enfermedad como tal, porque una PIO (Presión intraocular) elevada es signo de sospecha, pero no es suficiente para realizar el diagnóstico.

En este trabajo, me centrare en cómo diagnosticar el glaucoma a partir de una OCT.



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

ÚS DE L' OCT EN CASOS DE GLAUCOMAS SECUNDARIS

RESUM

La tomografia de coherència òptica (OCT), és una prova de diagnòstic per imatge, no invasiva que no requereix contacte ocular, i permet observar imatges transversals per seccions de teixits vius de l'ull en temps real.

Gràcies a aquesta nova tècnica, podem obtenir informació molt detallada tant del segment posterior com del segment anterior.

En aquest treball explicaré les característiques diferencials de dos tipus de OCT, el Stratus OCT i el Cirrus OCT, ja que són els dispositius comercialitzats més habituals utilitzats en la pràctica clínica.

Per a valorar una possible correlació entre ells, analitzaré tant les diferències com similituds en l'adquisició de les mesures d'estudi del glaucoma.

El glaucoma presenta una amenaça seriosa per a la visió i les persones afectades són pacients crònics. Actualment és la principal causa de ceguesa irreversible en el món.

S'expliquen els diferents tipus de glaucoma, les característiques diferencials, els signes i el tractament de cadascun d'ells.

És important conèixer les proves que s'han de realitzar per a poder diagnosticar aquesta malaltia com a tal, perquè una PIO (Pressió intraocular) elevada és signe de sospita, però no és suficient per realitzar el diagnòstic.

En aquest treball, m'he centrat en com diagnosticar el glaucoma a partir d'una OCT.



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

THE USE OF OCT IN CASES OF SECONDARY GLAUCOMA

ABSTRACT

The optical coherence tomography (OCT) is a non-invasive image diagnosis test which doesn't need eye contact and allows to watch cross-sectional images by sections of the eye living tissues in real time.

Thanks to this we can have very detailed information about the anterior segment and the posterior segment.

On this thesis I'm going to explain the characteristics of two different types of OCT: Stratus OCT and Cirrus OCT. These two devices are the most commercialized and the most commonly used on clinical practice.

To evaluate a possible correlation between these two types of OCT I'm going to analyse differences and similarities on the obtainment of glaucoma measurements.

Glaucoma is a serious threat to vision loss and the people affected are chronic patients. Nowadays is the main cause of irreversible blindness around the world.

The different types of glaucoma, their distinguishing characteristics, their signs and the treatment for each of them will be explained.

It is important to know the tests that must be done in order to diagnose this disease, because a high IOP is a sign of disease suspicion, but it is not enough to detect it.

This thesis focuses on how to diagnose a glaucoma from an OCT.



EXTENSIVE ABSTRACT

INTRODUCTION

There are many different eye diseases, but I think one of the most important is Glaucoma since it is a pathology without symptoms unless this is very advanced and the patient has been lost a much of its vision.

This thesis has two parts, the theoretical framework and clinical cases.

On the theoretical part the Optical Coherence Tomography (OCT) is explained. This is an essential test for the diagnosis of glaucoma, as well as the different types of OCT on sale and the differences between some of them. There is going to be another section for glaucoma, where the disease and the different types of it will be explained. The diagnosis of glaucoma from an OCT will also be explained.

On the other hand, there will be developed three real clinical cases of patients with secondary glaucoma.

OBJETIVES

The objective of this thesis is to establish a comparison of the more commercialized types of optical coherence tomography (OCT) nowadays.

On the other hand I'm interested in the different types of glaucoma, knowing better this disease and how to diagnose it from the results of an OCT.

Last, the most important objective is to see real cases of this disease, specifically the secondary glaucoma.

THEORETICAL FRAMEWORK

OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY

The optical coherence tomography (OCT) is a non-invasive image diagnosis test which doesn't need eye contact and allows to watch cross-sectional images by sections of the eye living tissues in real time.



Thanks to this, which requires collaboration from the patients, we can have a very detailed information about the anterior segment and the posterior segment.

We can see the behaviour of the tissues in front of the light and this is represented on the reflectivity of every structure and every retina layer, and this allows to differentiate them.

The high reflectivity means the tissues lets in very little light or nothing, and low reflectivity does let in the light.

All of this is represented in a false scale of colours. For example, the retinal pigment epithelium (RPE) and the choriocapillaris, which let in little light, are a high reflectivity tissues, these are red and white, the tissues which let in the light have dark colours and the tissues with medium reflectivity like the nuclear layers are yellow and green.

Nowadays, there are a great variety of Optical Coherence Tomography (OCT), whose evolution has been aimed at providing a quicker image with better resolution.

The increase of the resolution has allowed to identify new structures and improving the images.

The first tomographs are based on time domain technology (TD-OCT), the standard device is the **Stratus OCT** from Carl Zeiss Meditec. Over the years, the new technologies allowed to make new devices of spectral domain or Fourier (SD-OCT) like **Cirrus OCT** also from Carls Zeiss.

To evaluate a possible correlation between this two types of OCT I'm going to analyse differences and similarities on the obtainment of the measurements from these two devices.

The analysis will be related to:

- The thickness of the nerve fibre layer, where the papillary region is measured through circular scans.



- The thickness of the macula. If this area turns thinner means that it is possible a glaucomatous damage.
- The optic disc. It gives us details about the excavation and the neuroretinal rim.

This measurements of the OCT are very important and very useful to early prevention and analysis of glaucoma.

The types of OCT have a high speed to obtain the tomography images, this fact decrease the movement errors. Even so, OCT Cirrus gives images of the retina 50 times quicker because of its spectral domain technology that makes the images have a better resolution and a three-dimensional mode.

GLAUCOMA

Glaucoma is a progressive atrophic neuropathy of the retinal ganglion cell axons that has an increase of the excavation of the optic disc and makes thinner the neuroretinal rim.

Glaucoma is a serious threat to vision loss and the people affected are chronic patients. Nowadays is the main cause of irreversible blindness around the world.

This neuropathy can be developed more easily in people who have risk factors such as:

- An intraocular pressure (IOP) that is higher than 21 mmHg.
- Age > 40-60 years.
- Positive family history of glaucoma. This increase a 10% the risk.
- African race prevails a 5,6% in comparison with the Caucasian race with a 1,7%.
- High myopia.
- Drugs as corticoids.
- Diabetes.
- Arterial hypertension.
- Disorders of the vascular regulation as vasculopathies and migraines.



General symptoms:

Glaucoma is a silent disease and it doesn't have symptoms unless it is in an advanced stage, so when the patients are aware of the disease they have already lost a big part of their vision.

Types of glaucoma:

- PRIMARY CONGENITAL GLAUCOMA: Congenital glaucoma occurs in babies when there is an abnormality in the development of the eye, specifically in the drainage canals of the AH (aqueous humour), during the prenatal period or in the first weeks of life.
- PRIMARY OPEN-ANGLE GLAUCOMA (POAG): It is called open angle since the angle of the anterior chamber is observed normal, wide and without being blocked by the iris.
- NORMAL TENSION GLAUCOMA (NTG): Is a common form of POAG because it also has an angle normal in appearance. The most important difference between POAG is the level of IOP, since it remains within the normal range, under 21 mmHg, and yet this disease appears.
- PRIMARY ANGLE-CLOSURE GLAUCOMA (PACG): It is called angle closure since the angle of the drainage canals is too narrow, blocking the exit of the AH and this causes a quick and intense raise of IOP.
- SECONDARY GLAUCOMA DUE TO PSEUDOEXFOLIATION: It is a type of glaucoma that appears in patients with exfoliative syndrome, which is characterized by the existence of a deposition of fibrillar material in the anterior segment of the eye. These deposits are found on all surfaces of the eye irrigated by the AH.
- SECONDARY PIGMENTARY GLAUCOMA: This type of glaucoma is produced from the pigmentary dispersion syndrome (PDS), where there is a release of pigment from the iris pigment epithelium scattered by the AH because of the mechanical rubbing with the zonules of Zinn from the crystalline lens.



- **SECONDARY GLAUCOMA DUE TO ANGLE RECESSION:** It develops from an ocular trauma in the anterior segment. Angle recession is due to a tear in the ciliary body and is frequently associated with a lesion in the trabecular meshwork.
- **SECONDARY GLAUCOMA DUE TO CORTICOSTEROIDS:** The extended use of corticosteroids (anti-inflammatory drug) may have as a side effect an increase of IOP that also act on the trabecular meshwork decreasing the AH flow.
- **NEOVASCULAR SECONDARY GLAUCOMA:** The NVG is caused by lack of oxygen of the retina, resulting in the creation of new blood vessels on the retina. If this occurs can cause a blockage in the drainage canals of the AH.
- **UVEITIC SECONDARY GLAUCOMA:** The patients with uveitis are at risk of developing glaucoma, because of the drainage system is clogged by the same inflammation, leading to the increase of IOP.

The early diagnosis of glaucoma is essential to avoid a great functional impairment of vision, since it doesn't show symptoms until the disease is very advanced, an early detection is required.

It is important to know the tests that must be done in order to diagnose this disease, because a high IOP is a sign of disease suspicion, but it is not enough to detect it.

Below we will focus on how diagnose glaucoma from an OCT.

- **Retinal nerve fibre layer (RNFL):**

When the retinal nerve fibre layer gets thinner indicates a glaucomatous damage, especially in the superotemporal and inferotemporal quadrants.

- **Optic Nerve**

An optic disc glaucomatous damage indicator would show an increase of the optic cup also with alterations in the shape, which we have to look to know if there is an asymmetry in both eyes. Vertical elongation of the optic cup is typical of glaucoma.



- **Macular thickness**

Glaucoma affects peripheral vision but if it progresses central vision can be lost as well. It is observed the anatomy of the macula, pathological changes in its thickness and its layers.

- **Iridocorneal angle**

It is important to know the type of glaucoma and to avoid cases of PACG if the angle is too closed.

CASES

In addition to the theoretical part, my thesis consists in the observation and explanation of glaucoma cases that I have seen during my stay in these practices on an ophthalmology clinic.

There is going to be three cases about secondary glaucoma, more specifically: uveitic secondary glaucoma, neovascular secondary glaucoma and normal tension glaucoma.

CONCLUSION

It is very important to compare the results with different instruments and not only rely on one to make a good diagnosis.

As optometrists, it is suitable to raise awareness among patients of the periodic inspections importance, especially if they have risk factors.

In my opinion thanks to the new technologies, such as OCT, and the knowledge of optometrists and ophthalmologists it can be performed a good early diagnosis, and also there is an improvement in the prevention of this disease.



AGRADECIMIENTOS

Desde hace mucho tiempo he estado deseando que llegara este momento, después de tres años y medio de carrera más los dos años de ciclo superior de técnica en óptica, puedo decir que ya soy optometrista.

Es algo que no he soñado desde pequeña, pero desde que empecé a estudiarlo me gustó desde el primer momento y sabía que este iba a ser mi futuro.

He hecho todo lo posible para poder llegar hasta aquí, como trabajar para poder pagarme los estudios hasta pasar por meses de estrés y ansiedad que me dificultaba el día a día, pero ha valido la pena para llegar hasta este momento y conseguir mi objetivo.

No hubiese llegado hasta aquí tampoco si una de mis grandes amigas y las profesoras del ciclo superior en óptica no me hubieran incitado a hacer la carrera ya que ellas confiaban más que yo en que pudiera hacerlo.

Agradezco a mis amigos/as, a mi familia y a mi pareja por ayudarme en todo lo que necesitaba y por aguantarme en mis peores momentos.

Estoy muy agradecida también por los profesores y doctores Almudi y Assad de los que he aprendido mucho en estos dos meses de prácticas en la clínica donde trabajan y me han ayudado en todo lo que han podido.

Finalmente, me gustaría agradecer a las directoras de este trabajo Rosa Borràs y M. Elvira Peris por los consejos y ayudas que me han ofrecido para poder realizar este trabajo.

Espero que lo disfrutéis tanto como yo, muchas gracias!



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	15
2. OBJETIVOS	16
3. MARCO TEÓRICO	17
3.1 TOMOGRAFÍA DE COHERENCIA ÓPTICA (OCT)	17
3.1.1. FUNCIONAMIENTO DE LA OCT	18
3.1.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA OCT.....	20
3.1.3 TIPOS DE OCT	21
3.1.3.1 STRATUS OCT (TD-OCT).....	22
3.1.3.2 CIRRUS OCT (SD-OCT).....	23
3.1.4 COMPARACIÓN OCT STRATUS VS OCT CIRRUS	24
3.1.4.1 ESPESOR DE LA CAPA DE FIBRAS NERVIOSAS DE LA RETINA (CFNR)	25
3.1.4.2 ESPESOR DE LA MÁCULA	27
3.1.4.3 ESPESOR Y CALIDAD DEL NERVIO ÓPTICO	29
3.1.5 TABLA RESUMEN Y CONCLUSIONES	31
3.1.5.1 TABLA RESUMEN.....	31
3.1.5.2 CONCLUSIONES	31
3.2 GLAUCOMA	33
3.2.1 FACTORES DE RIESGO	34
3.2.2 ETIOLOGIA	35
3.2.3 SINTOMAS GENERALES.....	37
3.2.4 CLASIFICACIÓN	38
3.2.4.1 GLAUCOMA PRIMARIO CONGÉNITO.....	39
3.2.4.2 GLAUCOMA PRIMARIO DE ÁNGULO ABIERTO (GPAA)	41



3.2.4.3 GLAUCOMA NORMOTENSIVO (GNT)	42
3.2.4.4 GLAUCOMA PRIMARIO DE ÀNGULO CERRADO (GPAC).....	44
3.2.4.5 GLAUCOMA SECUNDARIO POR PSEUDOEXFOLIACIÓ	46
3.2.4.6 GLAUCOMA SECUNDARIO PIGMENTARIO.....	48
3.2.4.7 GLAUCOMA SECUNDARIO POR RECESIÓ ANGULAR.....	49
3.2.4.8 GLAUCOMA SECUNDARIO POR CORTICOIDES	51
3.2.4.9 GLAUCOMA SECUNDARIO NEOVASCULAR (GNV)	52
3.2.4.10 GLAUCOMA SECUNDARIO UVEÍTICO	53
3.3 DIAGNÓSTICO	55
3.3.1 GLAUCOMA Y OCT	59
4. CASOS	64
4.1 CASO 1: GLAUCOMA UVEÍTICO.....	64
4.2 CASO 2: GLAUCOMA NEOVASCULAR.....	71
4.3 CASO 3: GLAUCOMA NORMOTENSIVO	74
5. METODOLOGÍA	79
6. CONCLUSIONES	80
7. BIBLIOGRAFIA.....	81



1. INTRODUCCIÓN

Desde que cursé la asignatura de 'Patologías oculares' me di cuenta que el temario que estudiaba me llamaba mucho la atención, sentía curiosidad por todas las enfermedades que podían existir a nivel ocular.

Por lo tanto, al poder darnos la opción de elegir nuestro trabajo de final de carrera, quería escoger e investigar algún tema que me gustara y me llamara la atención y vi la oportunidad en este trabajo.

Dentro de todas las enfermedades oculares que pueden llegar a haber, creo que el glaucoma es una de las más importantes ya que no se perciben los síntomas hasta que la enfermedad ya está muy avanzada y se ha perdido gran parte de la visión.

El trabajo está estructurado en dos apartados, el marco teórico y los casos clínicos.

Dentro del marco teórico se explica la Tomografía de Coherencia Óptica (OCT), que es una prueba esencial para el diagnóstico del glaucoma, así como los tipos de OCT más habituales que hay en el mercado y las diferencias entre ellos. Habrá otro apartado para el glaucoma, donde se explicara la enfermedad y los tipos que hay. También se explicará el diagnóstico del glaucoma a partir de una OCT.

Por otro lado, se desarrollan tres casos clínicos reales de pacientes con algún tipo de glaucoma secundario.

Como optometristas, creo que es importante conocer esta enfermedad, los tipos de diagnóstico que pueden haber para detectarla, así como saber cuándo remitir si existe una sospecha de que un paciente pueda padecer glaucoma.



2. OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es establecer una buena comparación entre los tipos de tomografía de coherencia óptica más comercializados hoy en día. Esta comparación ayudará a saber las características de cada tipo de instrumento, así como saber si puede haber intercambio de información entre ellos a la hora de seguir un diagnóstico en pacientes con glaucoma.

Por otro lado, me interesa conocer los diferentes tipos de glaucoma, conocer más esta enfermedad y saber diagnosticar-la a partir de la observación de los resultados de una OCT.

Por último, mi objetivo más importante es poder observar casos reales de esta enfermedad, si realmente existe concordancia en lo que sale en los libros y en lo que realmente pasa en la vida real. Me gustaría poder ver casos de diferentes tipos de glaucoma, ya que en este trabajo quiero recopilar sobretodo tipos de glaucomas secundarios, que son los que menos se observan y realmente existen. Muchas personas se olvidan de que el glaucoma no solo es tener una presión intraocular elevada, sino que influyen muchos más factores y es aquí donde lo quiero demostrar.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 TOMOGRAFÍA DE COHERENCIA ÓPTICA (OCT *optical coherence Tomography, siglas en ingles*)

La tomografía de coherencia óptica (OCT), es una prueba de diagnóstico por imagen, no invasiva que no requiere contacto ocular, y permite observar imágenes transversales por secciones de tejidos vivos del órgano visual en tiempo real.

Gracias a esta nueva técnica, que requiere poca colaboración por parte de los pacientes, podemos obtener información muy detallada tanto del segmento posterior como del segmento anterior.

Respecto al **segmento posterior**, se pueden analizar las estructuras de las distintas capas de la retina, de la macula y del nervio óptico, que permite poder realizar diagnósticos de ciertas patologías en estadios más incipientes, y llevar a cabo un mejor seguimiento de las enfermedades retinianas.

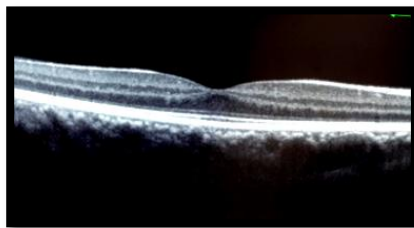


Ilustración 3.1: OCT de segmento posterior.

Por otro lado, respecto al **segmento anterior**, se nos permite diagnosticar y estudiar posibles alteraciones tanto corneales como alteraciones del ángulo iridocorneal, también puede ser utilizado como examen pre-quirúrgico antes de llevar a cabo una cirugía refractiva o una intervención de cataratas. [*Oftalvist (2017) ‘¿Qué es una OCT o Tomografía de Coherencia Óptica?’*.]



Ilustración 3.2: OCT de segmento anterior.

3.1.1. FUNCIONAMIENTO DE LA OCT

La OCT es una técnica semejante a la ecografía, pero como diferencia, utiliza la luz en vez de los ultrasonidos para obtener imágenes. Esto hace que se pueda medir de manera mucho más precisa, ya que la OCT puede medir estructuras en una escala inferior a 10 micras frente a una escala de 100 micras como es en el caso de la ecografía, ya que aprovecha las propiedades ópticas del tejido en vez de las acústicas. [Dr. Samuel Boyd, Dr. Rosario Brancato, Dr. Bradley Straatsma. (2008) *‘Tomografía de coherencia óptica’*.]

Como ya sabemos, la luz que llega a un tejido puede ser transmitida, absorbida o reflejada.

En la OCT, se mide la capacidad de reflexión, es decir, se analiza la radiación de baja coherencia reflejada por el tejido a examinar.

Se basa en el principio de interferometría, en el que se utiliza una luz próxima a la infrarroja, que pasa dividida por los diferentes tejidos oculares y a través de un espejo de referencia colocado a distancias conocidas. Un detector mide el retraso del eco de la luz reflejada por los distintos tejidos oculares y la combina con la luz reflejada por el espejo, generando interferencias que la OCT las traduce en mapas de espesores. [Oftalvist (2017) *‘¿Qué es una OCT o Tomografía de Coherencia Óptica?’*.]

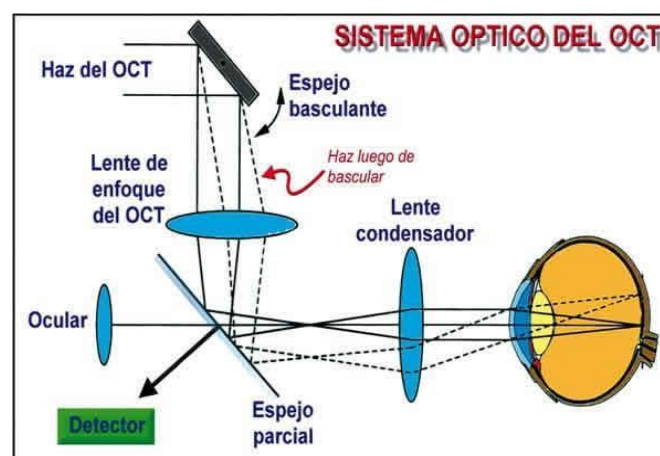


Ilustración 3.3: Sistema óptico del OCT.

Gracias a la existencia de una penetración milimétrica en las estructuras, se adquieren imágenes transversales de la retina de una elevada resolución, según el equipo utilizado. Las imágenes son realizadas a través de la pupila y se muestran en la pantalla de un ordenador a tiempo real.

En la imagen (Ilustración 4) se muestra el comportamiento del tejido a estudiar frente a la luz y se representa en función de la reflectividad de cada estructura y de cada capa de la retina, de esta manera podemos diferenciarlas.

Una reflectividad alta hace referencia a que el tejido deja pasar muy poca luz o nada, en cambio, una reflectividad baja hace referencia a que deja pasar la luz.

Todo esto se representa en una falsa escala de colores, en la que los colores rojos o blancos, como es el caso por ejemplo de la capa del epitelio pigmentario de la retina (EPR) y la capa coreocapilar, corresponden a tejidos con una alta reflectividad. Los colores oscuros muestran los tejidos que presentan baja reflectividad, es decir, corresponde a los tejidos oculares que permiten pasar la luz, como es el caso del humor vítreo o la capa de los fotorreceptores. En color amarillo o verde se representan los tejidos con una reflectividad intermedia como en el caso de las capas nucleares de la retina. [Bakroum, N. Tutorizado por: Almudi Cortés, L.(2015) ‘‘Correlació entre el camp visual i la tomografia de coherència òptica en pacients amb glaucoma crònic de angle obert’’. Trabajo final de grado].

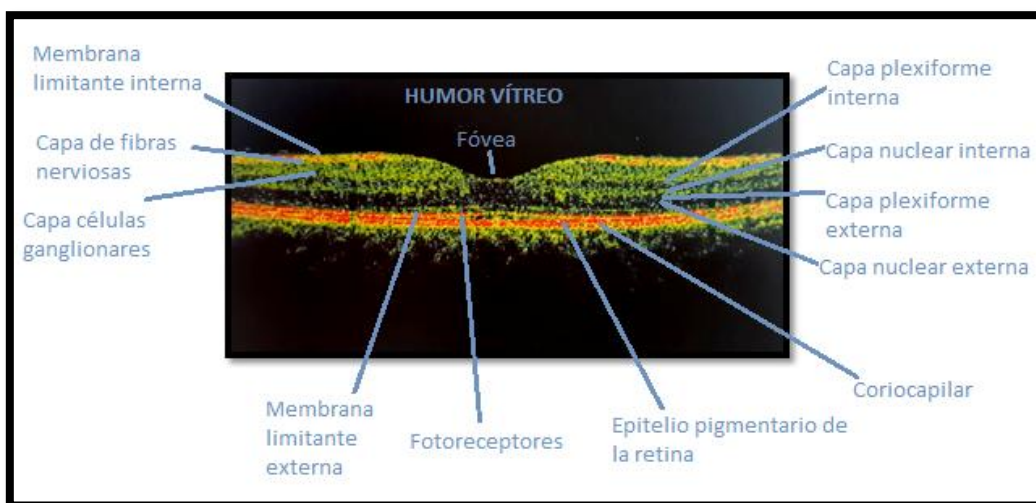


Ilustración 3.4: Escala de colores de la OCT respecto a la reflectividad producida en retina.

3.1.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA OCT

Toda técnica de medida presenta ventajas e inconvenientes y en el caso de la OCT lo podemos indicar como:

Ventajas:

- Es una prueba indolora y sin contacto ocular, por lo que no tiene ningún efecto secundario.



Ilustración 3.5: Paciente realizando una OCT en clínica Visión Láser Sabadell.

- El tiempo de respuesta es muy rápido y esto hace que no haya incomodidad por parte del paciente.
- Incluye una cámara de video que permite visualizar lo que estamos haciendo mientras trabajamos.

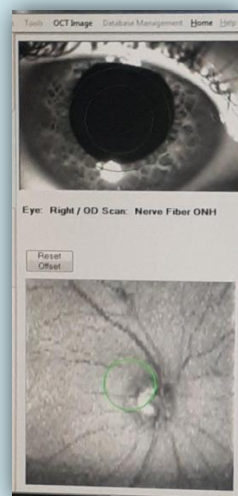


Ilustración 3.6: OCT Optovue donde se muestra la cámara de video del segmento anterior a tiempo real.

- Respecto a las imágenes obtenidas, tienen una gran resolución y es muy útil sobretodo porque detecta cambios muy pequeños que sirven para un importante diagnóstico preventivo.
- Se pueden almacenar las imágenes para observar posibles cambios en el tiempo.
- No le afectan las aberraciones oculares que puede haber.
- No necesita un diámetro pupilar muy grande para poder realizar la prueba, concretamente tiene que ser igual o superior a 3mm, que es fácil de tener, pero en ocasiones se puede necesitar la ayuda de un midriático.

Inconvenientes:

- Es necesario un medio óptico suficientemente transparente, ya que si existen opacidades como en el caso de cataratas muy avanzadas, opacidades corneales o turbidez en el humor vítreo, entre otros, en que no será posible obtener imágenes.

3.1.3 TIPOS DE OCT

En la actualidad existe una gran variedad de equipos de tomografía de coherencia óptica (OCT), los cuales su evolución siempre ha ido encaminada a proporcionar una velocidad de adquisición de la imagen más rápida y con una mejor resolución.



Il·lustració 3.7: OCT Optovue de la Clínica Visión Láser en Sabadell.

Este aumento de resolución de las imágenes adquiridas, ha permitido identificar nuevas estructuras y mejorar la imagen de las ya existentes.

Los primeros tomógrafos se basaban en la tecnología de dominio tiempo (TD-OCT), siendo el aparato estándar el llamado Stratus OCT de Carl Zeiss Meditec. Con el paso del tiempo y el gran avance que experimentan las nuevas tecnologías han ido apareciendo aparatos de dominio espectral o Fourier (SD-OCT) como el OCT Cirrus también de Carl Zeiss.

En este apartado explicaré las características diferenciales de estos dos tipos de OCT, el Stratus OCT, que todavía hoy en día es el más utilizado, y el Cirrus OCT, estos son los dispositivos comercializados más habituales utilizados en la práctica clínica.

3.1.3.1 STRATUS OCT (TD-OCT)

- El OCT Stratus para explorar el segmento posterior proyecta la energía de un láser de frecuencia cercana al infrarrojo, aproximadamente de 820 nm de longitud de onda, sobre la retina desde un diodo súper luminiscente (SLD). Para explorar el segmento anterior utiliza un láser de 1300nm de longitud de onda.
- Las imágenes obtenidas de forma secuencial tienen una resolución axial (anchura espectral de la fuente de luz) de 10 micras y una resolución transversal de 20 micras. Añadir que la resolución axial viene determinada por

las propiedades físicas de la fuente de luz, mientras que la resolución transversal viene determinada por el tamaño del rayo de luz que se encuentra limitado por las aberraciones ópticas de cada ojo.

- Con cada paso de escaneo captura a una velocidad de 400 escáneres axiales por segundo o A-scans, con una profundidad de escaneo de 2mm.
- Con este instrumento se observan imágenes bidimensionales, por el tiempo que se tarda en obtener la imagen seccional del tejido que atraviesa.



Ilustración 3.8: OCT Stratus de Carl Zeiss

3.1.3.2 CIRRUS OCT (SD-OCT)

- El OCT Cirrus utiliza una tecnología de dominio espectral (SD-OCT), en la que el eco de la luz que se refleja en las diferentes estructuras y las del espejo de referencia se combinan en el detector. A continuación, las interferencias que se producen de las diferentes profundidades son solucionadas de manera simultánea por un espectrómetro utilizando una transformación de Fourier.
- Con esta tecnología de imagen avanzada la luz que se proyecta desde un diodo súper luminiscente (SLD) de longitud de onda de 820nm para explorar la retina y de unos 1300nm para explorar el segmento anterior.
- Las imágenes obtenidas de forma simultánea tienen una resolución axial de 5 micras y una resolución transversal de 15 micras en el tejido.
- Contiene una velocidad de escaneo de 27.000 cortes axiales por segundo o A-scans, con 2mm de profundidad.

- Las imágenes obtenidas se pueden visualizar en tres dimensiones al tener una mayor velocidad. Esto permite obtener muchos datos en un solo escaneo.



Ilustración 3.9: OCT Cirrus de Carl Zeiss.

3.1.4 COMPARACIÓN OCT STRATUS VS OCT CIRRUS

Para valorar una posible correlación entre los dos tipos de OCT anteriormente mencionados, analizaré tanto las diferencias como similitudes en la adquisición de las medidas de estudio de estos dos artefactos.

Este análisis irá en relación a:

- El espesor de la capa de fibras nerviosas de la retina (CFNR), donde se mide la región peripapilar a través de exploraciones circulares.
- El grosor de la mácula, ya que un posible adelgazamiento puede reflejar un daño glaucomatoso.
- La cabeza del nervio óptico, dando detalles tanto de la excavación como del anillo neuroretiniano.

Estas medidas que nos proporciona la OCT son muy importantes y de gran utilidad para la prevención precoz y control del glaucoma, cuando este ha sido diagnosticado con anterioridad.

3.1.4.1 ESPESOR DE LA CAPA DE FIBRAS NERVIOSAS DE LA RETINA (CFNR)

Respecto al espesor de la CFNR, los dos aparatos realizan la medida, alrededor del disco óptico y con un diámetro de 3.4mm, un barrido que contiene tres sub-A-scans de 256 A-scans cada uno y el tiempo empleado para realizar la medida es 1.92 segundos. La zona elegida para llevar a cabo la medida es idónea ya que abarca todas las fibras nerviosas de la retina y es utilizado indistintamente del tamaño de la papila del paciente.

Por lo que hace al **TD-OCT (OCT Stratus)**, utiliza un protocolo de adquisición de la tomografía llamado <Fast RNFL Thickness 3.4> el cual, alineado de forma manual alrededor de la papila, proporciona una gran velocidad de adquisición de datos, por lo que se reducen los errores por movimientos oculares o parpadeo.

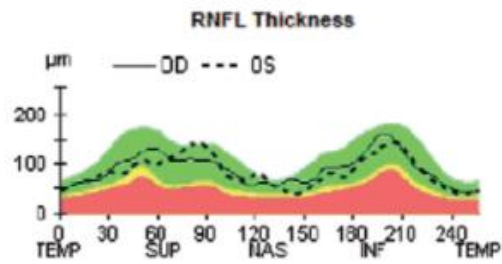
Se observa una banda de reflectancia que representa la CFNR, y gracias a un algoritmo computerizado que utiliza Stratus, identifica los márgenes, la distancia de los cuales representa el espesor de la capa.

Por el contrario, **SD-OCT (OCT Cirrus)**, utiliza el <Optic disc cube 200x200>. Este número hace referencia a que captura datos de 200x200 barridos.

Identifica automáticamente el centro de la papila evitando así, errores de centrado y con una mayor precisión. Respecto a los límites de la CFNR, el límite interno lo sitúa en la interfase vitreoretiniana y el límite externo en la capa de células ganglionares.

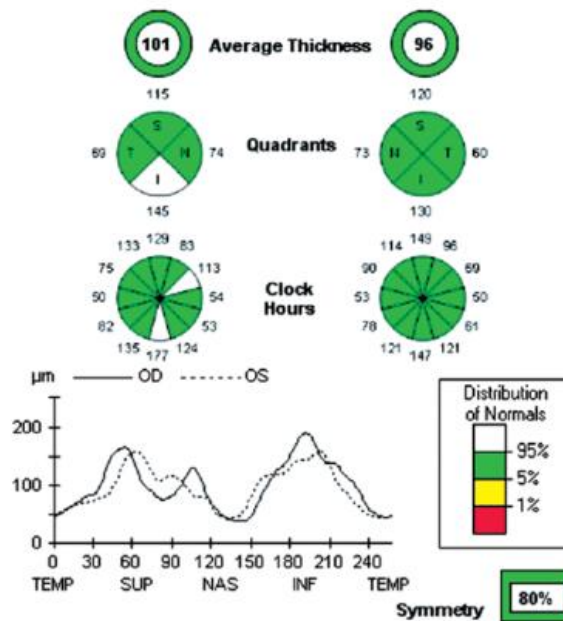
Este tipo de OCT crea un mapa tridimensional que es comparado con una base de datos normativa interna, facilitando un mapa de desviación del espesor de la CFNR.

Para analizar la tomografía (Ilustración 10), se utiliza un código cromático verde, amarillo y rojo para indicar la distribución de los valores, que va de 0 a 350 micras. El rojo representa las áreas de tejido más delgado, el amarillo representa los valores que se encuentran en el límite y el verde las áreas de tejido más grueso.



Il·lustració 3.10: Espesor de la CFNR de ambos ojos con el OCT Cirrus.

Los datos del análisis del espesor de la CFNR se contrastan con los de una base de datos en función de la edad y del tamaño de la papila. Nos proporcionan concretamente 17 parámetros de medida: la medida global del espesor medio alrededor de la papila óptica con 360º, por cuadrantes (Temporal, Superior, Nasal e Inferior) y en doce sectores horarios. El código de colores se basa en los datos normativos de distribución normal del grosor retiniano, de manera que el rojo se considera fuera de los límites normales, el amarillo se sospecha por encima de lo normal y el verde entra dentro de la normalidad. (Ilustración 11).



Il·lustració 3.11: Representación gráfica de la CFNR por cuadrantes y sectores horarios en el OCT Cirrus.

Estas representaciones son muy similares tanto en el OCT Stratus como en el OCT Cirrus y se ha demostrado mediante estudios, que los resultados comparativos para el grosor medio global es excelente, aun que es un poco mayor en Stratus, la concordancia es casi perfecta. Por otro lado, el grosor también es un poco mayor en Stratus en los cuadrantes Superior e Inferior y en los sectores horarios correspondientes, pero con una concordancia muy alta. [B. Sánchez-Dalmau, V. Llorenç, S. Ortiz y L. Martínez.(2010) "Comparación de tres instrumentos de tomografía de coherencia óptica, un time-domain y dos Fourier-domain, en la estimación del grosor de la capa de fibras nerviosas de la retina". Elsevier; 85(5): 165-173.]

No obstante, se cree que las diferencias obtenidas no son por el tipo de OCT, sino que es causa de que Stratus tiene en cuenta el grosor incluyendo los vasos sanguíneos en los cuadrantes Superior e Inferior, en cambio Cirrus no.

3.1.4.2 ESPESOR DE LA MÁCULA

Acerca de los protocolos de escaneo y análisis del grosor macular, los aparatos exploran un área macular de 6x6mm. Este estudio comienza por un escaneo rápido de la mácula, en el que se mide el grosor y se puede observar su estado general. A continuación, sobre las zonas de interés, se proporciona un mayor número de barridos para obtener imágenes de mejor resolución para un estudio más detallado, comparando cada punto con una base de datos de valores normales.

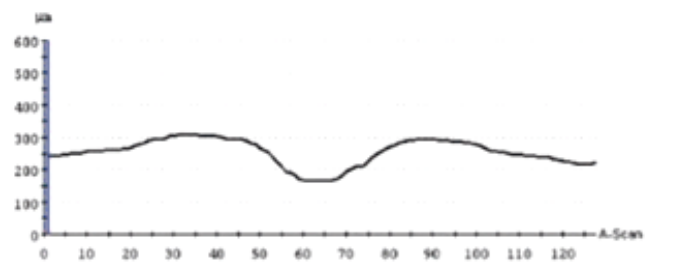


Ilustración 3.12: Gráfica que muestra el grosor macular para cada uno de los barridos A.

Los mapas también se muestran con un código de colores divididos por cuadrantes en nueve sectores con las cifras de grosor medio calculadas. El diámetro de los círculos puede variar entre 1, 3 y 6mm o bien 1, 2.22 y 3.45mm.

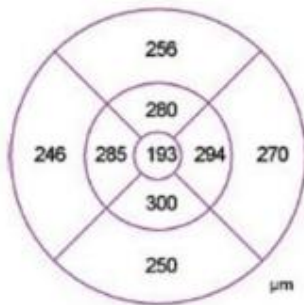
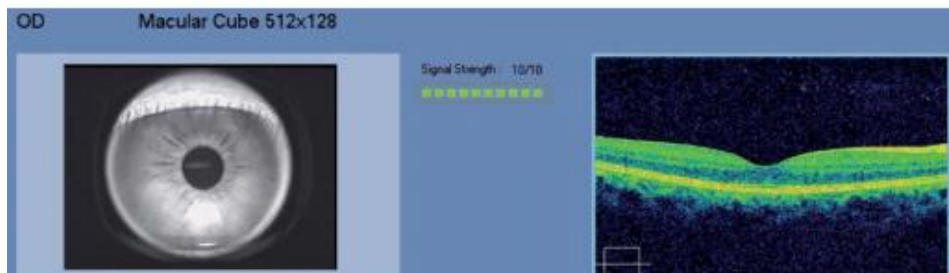


Ilustración 3.13: Grosor medio de los sectores maculares.

Añadir más concretamente para el OCT Cirrus que, contiene una cámara para monitorizar el iris y otra para visualizar el fondo de ojo durante la obtención de imágenes. También, contiene múltiples opciones como realizar medidas manuales, editar entre los límites, definir el centro de la mácula, medir manualmente distancias sobre las imágenes, entre otras opciones. Además, permite realizar imágenes y videos en tres dimensiones.

Las medidas del espesor de los dos tipos de OCT no son idénticas. Los dos tipos tienen como límite interno de la retina la membrana limitante interna, pero para el límite externo, Stratus utiliza la capa de fotorreceptores, en cambio Cirrus el epitelio pigmentario de la retina.

Por tanto, en el caso de Cirrus es mucho más profunda, concretamente mide un grosor retiniano 43-61 micras mayor que Stratus. En este caso, los resultados de los dos tipos de equipos no pueden ser intercambiados indistintamente para seguimiento ya que existen variaciones en las medidas, aunque se podrían correlacionar los resultados obtenidos. [Francisco J. Muñoz Negrete, Diego Ruiz Casas, Diego Losada, Alfonso Almandral Gómez, Gema Rebolleda. *Dispositivos comerciales. Protocolos de escaneado y análisis de resultados. Sección I. Principios de funcionamiento e interpretación de la tomografía de coherencia óptica. Capítulo 3. (61-81)*]



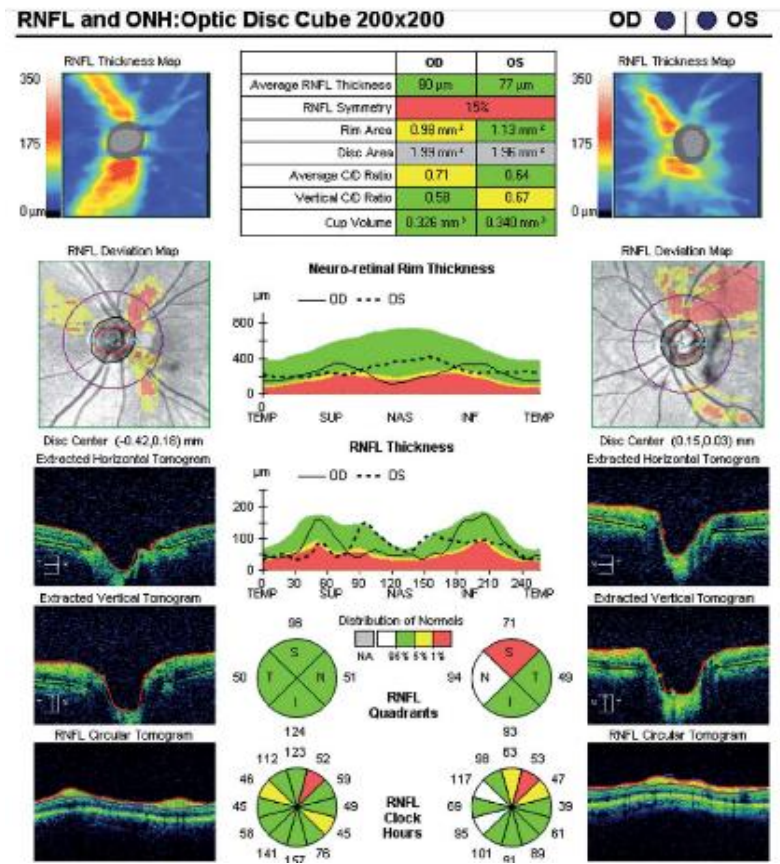
Il·lustració 3.14: A la esquerra se mostra el segment anterior per la càmera de vídeo i en la part dreta se mostra un corte horitzontal del àrea escaneada. En el centre se puede observar la calidad de la señal. Imagen del OCT Cirrus.

3.1.4.3 ESPESOR Y CALIDAD DEL NERVIÓ ÓPTICO

La OCT també permet una valoració qualitativa i quantitativa del **nervió òptic**.

El **OCT Stratus** necessita una mesura independent per al estudi del nervi òptic. Realitza dos mesures de la papila, una en l'anell neuroretiniano que se observa de color roig en la tomografia, i l'altra mesura és la distància entre la CFNR i l'EPR que se observa amb línies grogues que obté l'amplada mitjana del nervi òptic.

El **OCT Cirrus** en canvi, no necessita cap mesura independent per al estudi del nervi òptic, fa el estudi de manera simultània al de la CFNR. L'amplada de l'anell neuroretiniano se determina mesurant l'espessor del teixit neuroretiniano en el nervi òptic conforme les fibres nervioses se incurven per sortir a través de la membrana de Bruch. De esta manera se puede observar una imatge tridimensional. [Francisco J. Muñoz Negrete, Diego Ruiz Casas, Diego Losada, Alfonso Almandral Gómez, Gema Rebolleda. *Dispositivos comerciales. Protocolos de escaneado y análisis de resultados. Sección I. Principios de funcionamiento e interpretación de la tomografía de coherencia óptica. Capítulo 3. (61-81)*]



Il·lustració 3.15: Anàlisi conjunta de la CFNR i el N.O en el OCT Cirrus.

Además, los resultados son proporcionados con el código cromático habitual, pero con un nuevo color, el gris, que se utiliza cuando no se pueden aplicar criterios de normalidad.

Con OCT Cirrus se ha encontrado una reproducibilidad muy buena que lo hace útil para el diagnóstico y el seguimiento del glaucoma, en cambio el OCT Stratus, comparándolo tiene una reproducibilidad más baja en el estudio de la papila.

3.1.5 TABLA RESUMEN Y CONCLUSIONES

3.1.5.1 TABLA RESUMEN

Características:	STRATUS OCT	CIRRUS OCT
Fabricante	Carl Zeiss Meditec	Carl Zeiss Meditec
Tecnología	Dominio temporal	Dominio espectral
Frecuencia láser segmento posterior	820 nm	820 nm
Frecuencia láser segmento anterior	1300 nm	1300 nm
Resolución axial	10 micras	5 micras
Resolución transversal	20 micras	15 micras
Velocidad escaneo A-scan/seg	400	27.000
Tipo de imagen obtenida	Bidimensional	Tridimensional
Alineación	Manual	Automática
Diámetro del disco óptico	3.4mm	3.4mm
Protocolo de adquisición	Fast RNFL Thickness	Optic disc cube 200x200
Área macular a explorar	6x6mm	6x6mm
Límite interno de la retina	MLI	MLI
Límite externo de la retina	Fotorreceptores	EPR
Toma de medida del NO	Independiente a la CFNR	Junto con la CFNR
Resultados	Código cromático	Código cromático

Tabla 3.1: En esta tabla se resumen las características diferenciales de los dos tipos de OCT analizados.

3.1.5.2 CONCLUSIONES

Después de analizar y comparar el OCT Stratus y el OCT Cirrus de Carl Zeiss, he llegado a las siguientes conclusiones:

Los dos tipos de OCT tienen la ventaja de tener una gran velocidad para obtener las imágenes tomográficas, reduciendo de esta manera los errores de movimiento. Aun así, OCT Cirrus por usar una tecnología de dominio espectral, proporciona imágenes de la retina unas 50 veces más rápidas, de esta manera una mejor resolución y de modo tridimensional.



Analizando concretamente la medida del **espesor de la capa de fibras nerviosas de la retina (CFNR)**, el SD-OCT examina más puntos de esta capa en menos tiempo que el TD-OCT. También tiene una mejor precisión a la hora del diagnóstico por trabajar de forma automatizada.

Se observó que utilizando los dos equipos tanto en la misma visita, como en visitas sucesivas, entre diferentes profesionales y entre distintos centros tiene una reproducibilidad muy buena en pacientes con glaucoma, sobre todo para el valor global medio.

Por lo tanto, creo que si se pueden correlacionar los resultados entre los dos tipos de OCT en la medida del espesor de la CFNR.

Por otro lado, respecto a la **medida del grosor de la mácula**, se ha comprobado que existen variaciones en las medidas porque OCT Cirrus abarca un mayor grosor. Por lo tanto, en este caso los pacientes deberían ser seguidos con el mismo equipo, aunque se podrían correlacionar los resultados obtenidos si se toman las medidas con OCT diferentes.

Por último, añadir que para el **estudio del nervio óptico**, opino que los resultados si se podrían correlacionar, aun así sabiendo que Cirrus tiene una mejor reproducibilidad y realiza el análisis junto con la medida del espesor de la CFNR.

3.2 GLAUCOMA

El glaucoma es una neuropatía atrófica progresiva de los axones de las fibras ganglionares de la retina, con un aumento de la excavación de la papila óptica y un adelgazamiento del borde neuroretiniano.

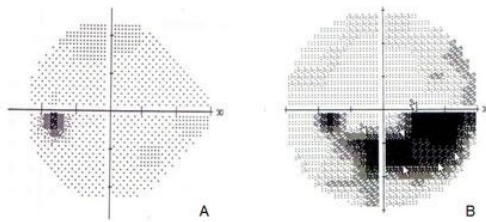
Los daños causados por el glaucoma se pueden dividir en dos variables.

Daños funcionales:

que afectan a nivel de pérdida de visión que se observan en el campo visual

Daños morfológicos:

que hacen referencia a la pérdida de fibras nerviosas con una excavación en el centro de la cabeza del nervio óptico.



*Ilustración 3.16: A-Campo visual normal
B- Escotoma en campo visual en paciente con glaucoma*



Ilustración 3.17: Excavación papilar en paciente con glaucoma

Durante el proceso de envejecimiento es normal perder algunas de estas fibras nerviosas, pero con esta enfermedad la pérdida ocurre a un ritmo más rápido.

El glaucoma presenta una amenaza seria para la visión y las personas afectadas son pacientes crónicos. Actualmente es la principal causa de ceguera irreversible en el mundo [Dra. Almudi y Dr. Assad. (2018) "Patologías oculares"] y según la Organización Mundial de la Salud (OMS) existen aproximadamente 60 millones de personas que la padecen.

3.2.1 FACTORES DE RIESGO

Esta neuropatía se puede desarrollar con mayor facilidad en personas que presentan factores de riesgo tales como:

- Una **presión intraocular** (PIO) mayor a 21mmHg o una fluctuación de esta.
- **Edad avanzada** >40-60 años.
- **Antecedentes familiares** positivos, los cuales incrementan en un 10% su riesgo.
- La **raza africana** prevalece un 5,6% respecto a la caucásica con un 1,7%.

[Dra.Almudi y Dr.Assad. (2018) "Patologías oculares" [American Academy of Ophthalmology.(2008-2009) "Glaucoma" Curso de ciencias básicas y clínicas; sección 10.]

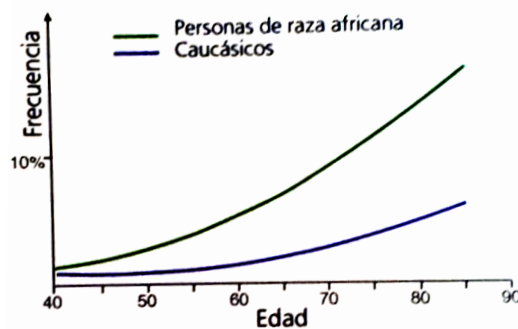


Ilustración 3.18: El daño glaucomatoso es más frecuente entre las personas de raza africana que entre los caucásicos.

Otros factores que afectan, en menor grado, son:

- Miopía alta
- Fármacos como corticoides.
- Diabetes
- Hipertensión arterial
- Trastornos de la regulación vascular como vasculopatías y migrañas.

3.2.2 ETIOLOGIA

La parte anterior del ojo está llena de un líquido transparente llamado humor acuoso (HA), que se produce en el cuerpo ciliar. Es importante conocer la dinámica de este líquido para el estudio del glaucoma.

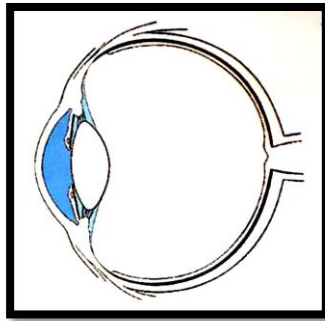


Ilustración 3.19: El color azul de la imagen hace referencia al humor acuoso.

La función del HA, entre otras cosas, es la de mantener la presión del ojo estable, la cual depende de la cantidad de fluido que se encuentre dentro, es decir, de la proporción entre la producción y la eliminación de este. Los valores de normalidad de esta presión intraocular son entre 10-21mmHg, puede variar a lo largo del día, pero por lo general se debe mantener dentro de este rango.

Para mantener-se en una presión estable, el HA pasa de la cámara posterior a la cámara anterior por la pupila y es drenado por dos vías diferentes. La **vía trabecular (convencional)** se encarga del 90% del drenaje, donde el HA pasa a través del trabéculum hasta el canal de Schlemm y drena en las venas episclerales. Esta vía es sensible a la PIO ya que cuando esta aumenta lo hace también el drenaje y a la inversa. Por otro lado, está la **vía uveoescleral (no convencional)** que se encarga del 10% restante, y en esta el HA pasa por el cuerpo ciliar hacia los espacios supraciliar y supracoroideo, y se drena por la circulación venosa de la coroides, el cuerpo ciliar y la esclerótica. Por el contrario, esta vía es independiente a la presión.

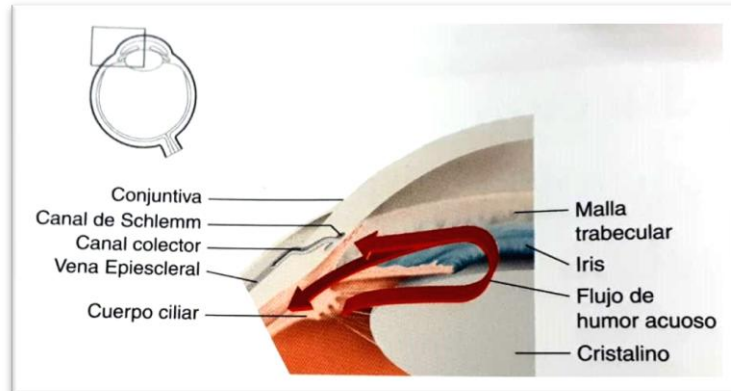


Ilustración 3.20: Flujo del humor acuoso.

Debe entrar la misma cantidad de HA nuevo del que se drena para que funcione correctamente. La facilidad de drenaje disminuye con la edad y es afectado por cirugías, traumatismos, fármacos y factores endocrinos.

Si este sistema de drenaje no funciona bien, el fluido se acumula y se bloquea provocando un aumento de la PIO, que es lo que sucede en la mayoría de los tipos de glaucoma.

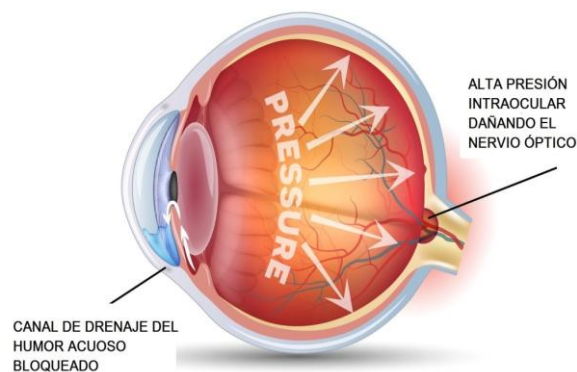


Ilustración 3.21: Canal de drenaje bloqueado por un exceso de HA. La PIO se encuentra elevada dañando el nervio óptico.

Hay que añadir que aun que es la causa más común de esta enfermedad, una persona con la presión intraocular dentro de los valores de normalidad también puede padecer glaucoma, por lo tanto un aumento de la PIO no es el único factor de riesgo para sufrir esta enfermedad como se ha comentado en el apartado anterior.

Por ejemplo, una PIO normal, pero con alteraciones en su campo visual y cambios en la cabeza del nervio óptico se le diagnostica de glaucoma. Por el contrario, una PIO superior a 21mmHg, pero con un campo visual y papila normal solo se trataría de una hipertensión ocular, por lo que el paciente tendría un factor de riesgo pero no la enfermedad diagnosticada.

3.2.3 SINTOMAS GENERALES

El **glaucoma crónico** es una enfermedad silenciosa que no da síntomas claros hasta estar muy avanzado, por lo que cuando el paciente lo detecta ya ha perdido gran parte de su función visual.

Esta enfermedad se desarrolla lentamente pasando inadvertida y reduce gradualmente la visión periférica. Los pacientes perciben ver como a través de un túnel y con el tiempo, esta visión túnel puede llegar a la ceguera total.

También, a causa de la afectación en retina y de los fotorreceptores que se encuentran en mácula, en este caso conos, puede existir una deficiencia adquirida en la visión del color. Concretamente el defecto se encuentra en el azul-amarillo.



Ilustración 3.22: Campo visual normal VS Campo visual en un paciente con glaucoma avanzado con visión de efecto túnel.

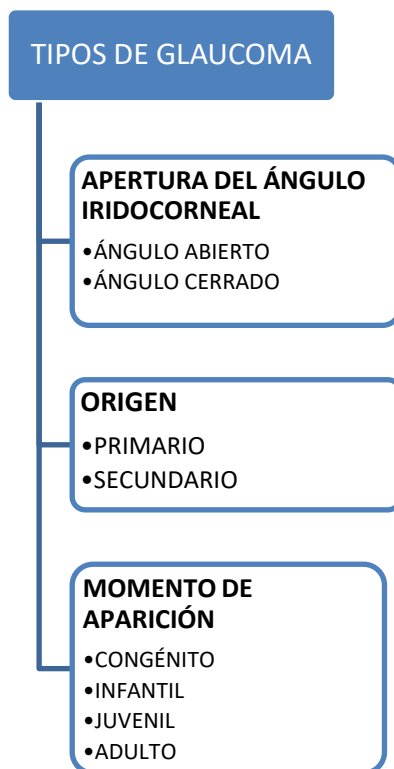
Con menos frecuencia, pero también puede darse el caso de un **ataque agudo de glaucoma**. En este caso existe un aumento de la PIO de forma muy brusca y el paciente si nota los síntomas entre los que están:

- Dolor de cabeza y ocular
- Náuseas
- Vómitos
- Ojos rojos
- Aparición súbita de visión borrosa
- Edema corneal
- Fotofobia
- Midriasis arreactiva

3.2.4 CLASIFICACIÓN

En la actualidad existen diferentes tipos de glaucoma.

Se pueden clasificar según la apertura del ángulo iridocorneal, como glaucoma de **ángulo abierto** o de **ángulo cerrado**, que hacen referencia al mecanismo por el cual resulta afectado el drenaje del HA.



Otra clasificación sería según su origen, como glaucoma **primario** o **secundario**, que depende de la existencia de factores asociados a la enfermedad. Si no se puede atribuir a ninguna otra causa se le clasifica como primario y normalmente afecta a ambos ojos. En cambio, si se asocia a otros trastornos oculares o sistémicos que dificultan el drenaje del humor acuoso se le clasifica como secundario y suelen ser asimétricos o unilaterales. También, se pueden clasificar según el momento de aparición, como glaucoma **congénito**, **infantil**, **juvenil** o **adulto**. [Jack J. Kanski. (2009) "Oftalmología clínica". Sexta edición. Elsevier].

Dentro de cada tipo de glaucoma se explicaran tanto las características diferenciales, los signos y el tratamiento de cada uno de ellos.

3.2.4.1 GLAUCOMA PRIMARIO CONGÉNITO

El glaucoma congénito se presenta en bebés cuando existe alguna anomalía en el desarrollo del ojo, concretamente en los canales de drenaje del HA, durante el período prenatal o en las primeras semanas de vida.

No es una forma muy habitual de glaucoma, suele afectar a ambos ojos, aun que de forma asimétrica, y la mayoría se producen por motivos esporádicos, otros a causa de otras anomalías oculares o sistémicas o también por un factor hereditario.

Existen otros subtipos de este glaucoma como es el glaucoma infantil, cuando la PIO aumenta durante los primeros años de vida concretamente antes de los 3 años, y el glaucoma juvenil, que se produce en niños más mayores, entre los 3 y 16 años. Los signos característicos del glaucoma congénito que se explican a continuación no están presentes en estos dos tipos de glaucoma.



Ilustración 3.23: Paciente con glaucoma congénito.

SIGNOS

Causa normalmente un aumento de la PIO y como consecuencia, aparte de afectar al NO, se produce un engrosamiento del globo ocular o bftalmos, ya que la esclera está bastante distensible a esa edad.



Este aumento de tamaño, visible a simple vista, puede afectar a algunas capas de la córnea que no son tan flexibles apareciendo grietas en la membrana de Descemet llamadas estrías de Haab y se observan como líneas curvas horizontales y hacen que la cornea se llene de líquido perdiendo la transparencia. Esta opacidad corneal produce como consecuencia lagrimeo, fotofobia y blefaroespasmos.

Los bebés con glaucoma congénito pueden presentar un déficit visual permanente cuando la enfermedad es más agresiva en uno de los ojos, ya que el sistema visual no está desarrollado en su totalidad en estas edades tan tempranas y sería necesaria una terapia visual si se quiere tener un desarrollo completo de la visión binocular, sino podrían presentar ojos ambliopes o ojo vago.

TRATAMIENTO

Para que el paciente no tenga problemas futuros de visión, la primera opción de tratamiento que se realiza lo más pronto posible es tratamiento quirúrgico.

Se realiza una goniectomía, donde se observa el ángulo y se realiza una incisión en la malla trabecular para aumentar el drenaje del HA. Para poder realizar-la es necesario una transparencia corneal.

Si no existe una transparencia corneal por un edema o la goniectomía no ha dado resultados, se realiza una trabeculotomía. Esta cirugía es más delicada ya que se realiza un colgajo de la esclera, a continuación se busca el canal de Schlemm y se inserta el trabeculotomo. Esta técnica también se puede realizar en conjunto o por separado con la trabeculectomía.

3.2.4.2 GLAUCOMA PRIMARIO DE ÁNGULO ABIERTO (GPAA)

El GPAA es el tipo de glaucoma más común y con mayor prevalencia en el mundo occidental. [American Academy of Ophthalmology. (2008-2009) "Glaucoma" Curso de ciencias básicas y clínicas; sección 10.]

Se denomina de ángulo abierto ya que el ángulo de la cámara anterior se observa normal, amplio y sin estar bloqueado por el iris.

No se asocia a ninguna causa, pero se sabe que existe una resistencia al drenaje del HA que se localiza en el interior de la trabecula. No funciona bien porque al pasar el HA por la red trabecular hasta el canal de Schlemm, esta red se va acumulando de sustancias/depósitos y es esto lo que provoca un aumento de la PIO por encima de los valores de normalidad.

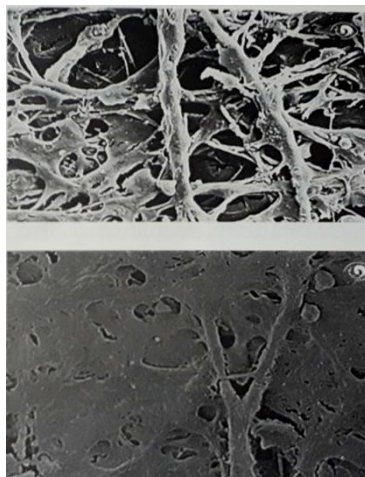


Ilustración 3.24: La imagen de arriba muestra la red trabecular de un paciente sano y la imagen de abajo muestra la red de un paciente con glaucoma de ángulo abierto.

SIGNOS

El nivel de la PIO es elevada y puede padecer fluctuaciones de subidas y bajadas de tensión que incluso son más dañinas que una elevada PIO estable.

El GPAA presenta una atrofia glaucomatosa del NO, se desarrolla lentamente y los síntomas no se notan hasta las fases tardías de su evolución cuando empieza a



detectar una disminució de la visió perifèrica, ya se ha perdido una gran parte de su campo visual.

Es más común a medida que avanza la edad, suele ser bilateral y es una condición crónica donde su evolución depende de un diagnóstico precoz y de un tratamiento correcto.

TRATAMIENTO

El objetivo del tratamiento es disminuir la PIO a un nivel que cada paciente necesite, considerando que por debajo de ella sea imposible producir lesión en el nervio óptico.

La primera opción sería con tratamiento farmacológico, existen muchos fármacos que se pueden utilizar como (Latanoprost, Timolol, Pilocarpina, etc), esto ya depende de cada oftalmólogo. Algunos de los fármacos funcionan disminuyendo la producción del HA y otros aumentando su drenaje.

Si el tratamiento con fármacos no da resultados, se utilizaría la cirugía no invasiva, en este caso una trabeculoplastia con láser. Actúa sobre la malla trabecular realizando pequeñas quemaduras con láser de argón o diodo, para aumentar el drenaje del HA. Hay que añadir que en este tipo de cirugía disminuye su efecto a largo plazo.

Por último, se podría realizar una cirugía invasiva, es decir, una trabeculectomía. En este caso se crea una vía de drenaje del HA a través de una fístula escleral. Con este tipo de cirugía se consigue una mayor disminución de la PIO y disminución de las fluctuaciones.

3.2.4.3 GLAUCOMA NORMOTENSIVO (GNT)

El glaucoma de tensión normal es una variante del GPAA ya que presenta también un ángulo de apariencia normal y suele ser bilateral.

No se puede asociar a una causa concreta, pero se puede relacionar a personas ancianas, incluso más mayores que en el GPAA. También se pueden relacionar a personas con enfermedades vasculares que pueden dificultar el riego sanguíneo de los ojos como es el caso de diabetes, hipotensión arterial o arritmias cardíacas. Además puede afectar también por reducción de la llegada de oxígeno al nervio óptico como insuficiencia respiratoria, apnea del sueño y también a personas con trastornos vasoespásticos como migrañas o fenómeno de Raynaud (espasmo vascular periférico con el frío).



Ilustración 3.25: Papila con daño glaucomatoso en un paciente con glaucoma normotensivo.

SIGNOS

Igual que el GPAA, presenta una atrofia glaucomatosa del NO con pérdida del campo visual. Es asintomático hasta las fases tardías de la enfermedad, pero más precoz que el GPAA ya que tiende a ser más central.

La diferencia más relevante respecto al GPAA es el nivel de la PIO, ya que se mantiene dentro del rango de normalidad, inferior a 21mmHg, y aún así se produce esta enfermedad.

Se observan también algunas diferencias más sutiles como la excavación de la papila que suele ser más focal que el GPAA y pueden existir hemorragias yuxtapapilares.



TRATAMIENTO

Es muy importante en este tipo de glaucoma que antes de iniciar cualquier tratamiento se ha de realizar una campimetría cada cierto tiempo para hacer un seguimiento y demostrar su progresión.

El tratamiento también tiene como objetivo disminuir la PIO, ya que se ha demostrado que un descenso de un 30% disminuye el riesgo de progresión. [Jack J. Kansky (2009) "Oftalmología clínica". Sexta edición. Elsevier].

Como primer tratamiento se utilizarían fármacos, en este caso los análogos de las prostaglandinas se ha demostrado que tienen un efecto mayor en los ojos con PIO normal.

Como segunda opción sería tratamiento con láser para crear un mayor drenaje.

Por último, como técnicas quirúrgicas si no se consigue ninguna mejora con las anteriores, se realizaría la trabeculoplastia si la PIO esta en el límite alto de la normalidad o la trabeculectomía.

3.2.4.4 GLAUCOMA PRIMARIO DE ÁNGULO CERRADO (GPAC)

El GPAC se denomina de ángulo cerrado ya que el ángulo de los canales de drenaje está demasiado estrecho, bloqueando el paso de la salida del HA y esto provoca una subida rápida e intensa de la PIO. Es menos frecuente que el GPAA.

Existen dos mecanismos que pueden llevar a producirse este tipo de glaucoma:

-Uno es el mecanismo de bloqueo pupilar que es cuando presentan un ángulo de CA estrecho, como es el caso de personas hipermétropes ya que tienen unos ojos más cortos.

-El otro es el mecanismo del iris en meseta donde el iris se encuentra en una posición anatómica más adelantado de lo normal.

En los dos mecanismos la probabilidad aumenta con el paso de los años, a causa del crecimiento del cristalino. También puede producirse cuando la pupila se dilata ya que aumenta el espesor del iris produciendo un mayor bloqueo del HA.

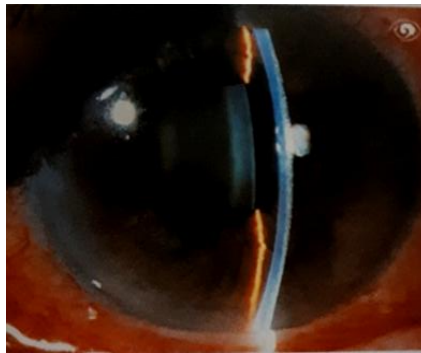


Ilustración 3.26: Ángulo cerrado a través de la lámpara de hendidura.

SIGNOS

En el GPAC se diferencian tres formas clínicas caracterizadas principalmente por la forma de presentación. Se puede producir de forma aguda, intermitente o crónica.

Se le denomina glaucoma **agudo** cuando se produce un cierre brusco del ángulo y la PIO aumenta rápidamente a niveles extremadamente altos (entre 40 y 80 mmHg), causando síntomas severos e intensos, como cefalea, dolor ocular, visión borrosa y náusea, y de esta forma se hace de este tipo una emergencia médica que debe tratarse de inmediato.

La forma **intermitente** hace referencia a un ángulo parcialmente bloqueado y por lo tanto el aumento de la PIO es menos extremo y los síntomas son menos severos. En la mayoría de los casos el ángulo de la CA se vuelve a abrir, pero la red trabecular queda igualmente dañada por la presión que ejerce del iris, de esta manera queda una PIO ligeramente elevada de forma permanente.



Por último, el GPAC **crónico** es cuando la salida del HA se ve afectada definitivamente ya que hay una predisposición al cierre del ángulo camerular. Se pueden observar sinequias anteriores periféricas, es decir, adherencias entre el iris y el ángulo.

TRATAMIENTO

Si el paciente acude con un ataque de glaucoma **agudo**, primero de todo se le ha de normalizar bruscamente la PIO con solución de Manitol endovenoso y colirio de Pilocarpina en ambos ojos. También se instilan corticoides para evitar las sinequias.

Además, se realiza una iridotomía con láser YAG para abrir el ángulo a partir de una apertura en el iris periférico.

Si no se responde bien a estos tratamientos, como última opción es realizar una trabeculectomía.

Si hablamos de un paciente con un GPAC **intermitente**, se opta por hacer también una iridotomía con láser YAG en los dos ojos.

Por último, con un GPAC **crónico**, se utiliza tratamiento farmacológico de gotas de Pilocarpina después de la iridotomía láser.

Los tratamientos se deben realizar en ambos ojos, ya que al padecer de glaucoma en un ojo aumenta la probabilidad de padecer glaucoma en el otro ojo en un 50%. [Jack J. Kanski. (2009) "Oftalmología clínica" Sexta edición. Elsevier].

3.2.4.5 GLAUCOMA SECUNDARIO POR PSEUDOEXFOLIACIÓN

Es un tipo de glaucoma causado en pacientes afectados por el síndrome exfoliativo, que se caracteriza por la existencia de un depósito de material fibrilar en el segmento anterior del ojo. Estos depósitos se encuentran sobre todas las superficies del ojo irrigadas por el HA.

Las causas por las que se produce aún son desconocidas, pero se sabe que se presenta más tarde que en el GPAA, ya que afecta sobre todo a personas a partir de los 60 años.

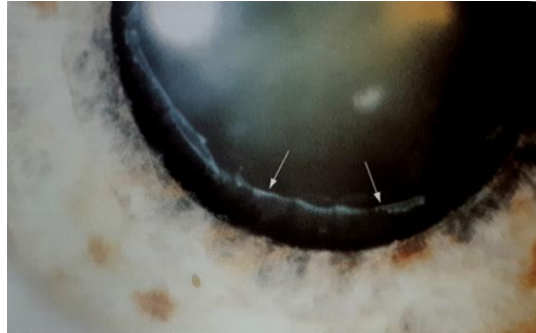


Ilustración 3.27: Sustancia exfoliativa sobre la cápsula anterior del cristalino.

SIGNOS

Se observa un patrón típico para estos depósitos sobre la superficie del cristalino a causa del frotamiento del iris contra el cristalino por la miosis y midriasis de la pupila. Además, existe una pérdida de pigmento en la capa posterior del iris que causa un fenómeno de transiluminación.

Presenta un ángulo abierto, con una PIO elevada que en ocasiones se puede presentar de forma aguda o con fluctuaciones.

Suele ser asintomático hasta que está avanzado y unilateral, aun que el otro ojo suele verse afectado posteriormente.

TRATAMIENTO

Con este glaucoma la PIO es más difícil de controlar-la con instilación de gotas.

La trabeculoplastia con láser suele ser el tratamiento más eficaz para este tipo de glaucoma, incluso mejor que con el GPAA. Aun así, hay una alta incidencia de un aumento de la PIO con el paso de los años.

Si la trabeculoplastia con láser no funcionase bien, se realizaría la trabeculectomía, pero puede haber tendencia a inflamación postoperatoria.

3.2.4.6 GLAUCOMA SECUNDARIO PIGMENTARIO

Este tipo de glaucoma se produce a partir del llamado Síndrome de dispersión pigmentaria (SDP), donde hay una liberación de pigmento desde el epitelio pigmentario del iris dispersados por el HA a causa del frotamiento mecánico con las zónulas de Zinn del cristalino. Este SDP incrementa el riesgo al 50% de padecer una PIO alta a consecuencia de que los depósitos de pigmento se acumulan sobre la red trabecular y puede llevar a un glaucoma pigmentario.

Suele aparecer entre los 20-50 años, es muy extraño que aparezca en pacientes ancianos, siendo más común también en hombres que no en mujeres y normalmente es bilateral.



Ilustración 3.28: Síndrome de dispersión pigmentaria. Huso de Krukenberg.

SIGNOS

Normalmente son personas miopes con una cámara anterior (CA) profunda.

El ángulo camerular se observa muy pigmentado, abierto y amplio.



Se observa una transiluminación en el iris a causa de la pérdida de pigmento de este, provocando también una alteración de la función pupilar.

El pigmento se suele depositar en el endotelio corneal, fagocitado por sus células y formando una banda vertical fusiforme denominada huso de Krukenberg.

La PIO al inicio suele ser muy inestable.

TRATAMIENTO

Como tratamiento farmacológico, los mióticos dan muy buen resultado, porque además de aumentar el drenaje del HA disminuyen el contacto iridozonular. Aun así, este tipo de glaucoma es rebelde al tratamiento farmacológico.

De este modo, la mejor opción de tratamiento es la iridotomía con láser YAG o la trabeculoplastia con láser, pero suele ser efectiva solo inicialmente.

Por último, cuando no responde a estos tratamientos anteriores, se utiliza la trabeculectomía.

3.2.4.7 GLAUCOMA SECUNDARIO POR RECESIÓN ANGULAR

El glaucoma por recesión angular se forma a partir de un traumatismo ocular en el segmento anterior. La recesión angular se debe a un desgarro en el cuerpo ciliar y se asocia con frecuencia también a una lesión en la malla trabecular.

Se puede desarrollar justo después de un traumatismo ocular o puede aparecer después de meses o años.

Este tipo de glaucoma es de ángulo abierto, crónico y unilateral.

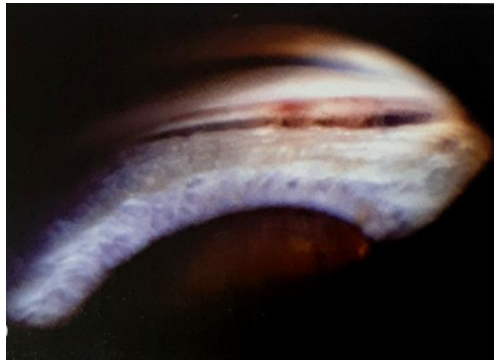


Ilustración 3.29: Recesión del ángulo.

SIGNOS

Se puede observar una inflamación postraumática y presencia de sangre que origina a menudo una elevación de la PIO.

El aumento de la PIO tiende a ser de corta duración, pero puede prolongarse dañando al NO.

Se observa un desgarro en el cuerpo ciliar o en la red trabecular.

TRATAMIENTO

El tratamiento para este tipo de glaucoma suele ser el mismo que en los otros tipos de glaucoma de ángulo abierto secundarios, aun así este tipo en concreto es difícil de tratar.

Se suele empezar con tratamientos farmacológicos como los mióticos, aun que pueden dar respuestas de aumento de la PIO.

En este tipo la trabeculoplastia con láser no es muy útil.

Si no funciona el tratamiento farmacológico se pasa a utilizar la trabeculectomía.

3.2.4.8 GLAUCOMA SECUNDARIO POR CORTICOIDES

El uso prolongado de corticoides (fármaco antiinflamatorio) puede tener como efecto secundario un aumento de la PIO ya que también actúan en la malla trabecular disminuyendo el flujo del HA. Los corticoides pueden ser utilizados de manera tópica, perioculares, intravítreos, inhalados o sistémicos. Aún así, la administración por vía tópica tiene más riesgo de elevar la PIO que la administración sistémica.

Es de ángulo abierto y puede desarrollarse con más facilidad si padece de GPAA, si es familiar de alguien que tiene glaucoma, si es diabético o miope.



Ilustración 3.30: Fondo de ojo con daño glaucomatoso por corticoides.

SIGNOS

Se debe tener precaución si observamos un aumento de la PIO en personas que están usando este tipo de fármaco, por ese motivo se debe ir controlando la PIO cada poco tiempo en estos pacientes.

TRATAMIENTO

El primer tratamiento para este tipo de glaucoma provocado por corticoides sería la prevención, ya que si un paciente toma cortisona, sería bueno ir controlando la PIO cada poco tiempo para no llegar a padecer la enfermedad.

Si no se diagnostica a tiempo, se debería dejar el tratamiento corticoideo que le ha provocado el glaucoma, ya que la PIO suele disminuir al suprimir el tratamiento, pero si no se puede dejar, se le pueden recetar fármacos para disminuir la PIO.

3.2.4.9 GLAUCOMA SECUNDARIO NEOVASCULAR (GNV)

El GNV se produce por falta de oxígeno de la retina, que provoca la creación de nuevos vasos sanguíneos sobre la retina (retinopatía proliferativa) y también pueden llegar hasta el segmento anterior, invadiendo el iris (rubeosis iridis). Si esto ocurre puede llegar a provocar una obstrucción en los canales de drenaje del HA con un ángulo abierto inicialmente y, si sigue progresando la malla trabecular termina siendo invadida produciendo un cierre del ángulo y como consecuencia un aumento de la PIO.

Las causas más comunes suelen ser por oclusión isquémica de la vena central de la retina o por diabetes mellitus.

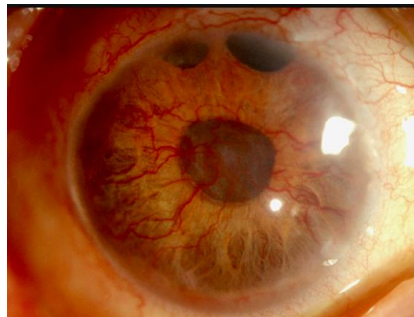


Ilustración 3.31: Rubeosis iridis.

SIGNOS

Se puede observar un crecimiento anormal de finos vasos dilatados y ramificados en el borde pupilar y que crecen también radialmente sobre la superficie del iris hacia el ángulo camerular.

En el ángulo pueden formar una membrana fibrovascular que si se contrae provoca el cierre del ángulo.

A causa de este cierre, se obstruye y la PIO se eleva.

TRATAMIENTO

Se utilizan colirios como tratamiento farmacológico para disminuir la PIO y el dolor.

Pero para este tipo de glaucoma el mejor tratamiento es la fotocoagulación panretiniana para mejorar y prevenir la oxigenación de la retina.

En los ojos con medios opacos por hemorragias vítreas, se realiza la fotocoagulación con láser de diodo transescleral.

En casos muy avanzados se utiliza la trabeculectomía para mejorar el drenaje del HA, por último, si todo lo demás fracasa, la única opción sería la enucleación.

3.2.4.10 GLAUCOMA SECUNDARIO UVEÍTICO

La uveítis es una enfermedad ocular que presenta inflamación en iris, cuerpo ciliar y coroides.

Los pacientes con uveítis tienen riesgo de desarrollar glaucoma, a causa de que el sistema de drenaje se ve obstruido por la misma inflamación, de manera que aumenta la PIO.

Puede deberse a un GAA, por la obstrucción de la malla trabecular por depósitos inflamatorios, o por un GAC, que ocurre por la inflamación de la CA produciendo sinequias y el cierre del ángulo camerular.



Ilustración 3.32: Uveítis anterior aguda.



SIGNOS

Los signos de este tipo de glaucoma son una clara inflamación anterior, con obstrucción del flujo del HA.

Se observa una PIO elevada, que si se presenta de manera aguda, contiene todos los síntomas de un glaucoma agudo.

Existe también un daño glaucomatoso en el nervio óptico.

Si ocurre por GAC existe también un iris bombé, protusión anterior del iris, muy marcada bloqueando la pupila.

TRATAMIENTO

Como tratamiento del GU primero se debe tratar la enfermedad de base que es la uveítis, con fármacos tópicos para bajar la inflamación. Los corticoides tópicos son la mejor opción para controlar el proceso inflamatorio por su amplia respuesta antiinflamatoria.

Del mismo modo, se deben administrar fármacos hipotensores para disminuir la PIO. Si de manera tópica no se consigue bajar la presión, se deben administrar por vía oral o intravenosa.

En ocasiones algunos pacientes requieren tratamiento quirúrgico, aún así, es importante tener controlada la inflamación antes de la operación porque puede empeorar después de la intervención.

Se hace una trabeculotomía o una iridotomía en casos de GAC.

3.3 DIAGNÓSTICO

El diagnóstico temprano del glaucoma es esencial para evitar un gran deterioro funcional de la visión, ya que al no manifestar síntomas hasta que la enfermedad está muy avanzada, es necesaria una detección precoz.

Es importante conocer las pruebas que se deben de realizar para poder diagnosticar esta enfermedad como tal, porque una PIO elevada es signo de sospecha, pero no es suficiente para detectarla.

Las exploraciones completas se deben de realizar de manera periódica y sobretodo en personas que presenten factores de riesgo.

Si sospechamos que algún paciente pueda tener indicios de glaucoma lo debemos remitir a consulta oftalmológica.

TONOMETRIA



Ilustración 3.33: Tonómetro de aplanación.

Mide la PIO. El método más utilizado en óptica es el tonómetro de aire, que aplanar la córnea usando aire y se mide la resistencia de esta al soplo, en cambio en el oftalmólogo se utiliza más el tonómetro de aplanación, ya que es mucho más preciso. Este funciona de tal manera que primero se instila una gota de anestesia local con fluoresceína para anestesiarse la superficie y la fluoresceína como colorante para observar a través de la luz azul de la lámpara de hendidura dos semicírculos cuyos meniscos internos deben coincidir, y es aquí cuando el cono de plástico que toca la superficie de la córnea nos dice la lectura de la PIO según la fuerza que ha necesitado para aplanar la córnea.

PAQUIMETRIA



Il·lustració 3.34: Paquímetro Sirius.

Esta prueba mide el grosor de la córnea a través de un instrumento de onda ultrasónica. Es importante realizar-la porque puede existir la posibilidad de que el espesor de la córnea influya en la medición de la PIO.

Un grosor elevado, puede dar una sobreestimación de la PIO, en cambio un grosor fino de la cornea puede hacer una infraestimación de la PIO.

Hoy en día existen diferentes instrumentos para medir el grosor corneal, como por contacto que se debe de realizar bajo anestesia o de forma automática con un parquímetro específico como el equipo Sirius.

OFTALMOSCOPIA



Il·lustració 3.35: Oftalmoscopia.

Se explora el fondo de ojo del paciente para comprobar si existe algún daño glaucomatoso en el nervio óptico. Normalmente se instilan midriáticos para dilatar la pupila y poder observar mejor a través de ella.

Existe otra prueba llamada retinografía que se utiliza con el mismo fin y la ventaja es que no necesita dilatar la pupila y se pueden tomar fotografías para ser observadas con gran amplitud y almacenar-las para observar posibles cambios.

GONIOSCOPIA



Il·lustració 3.36: Gonioscòpia indirecta.

Es el examen del ángulo de la cámara anterior para comprobar si está abierto o cerrado y poder diferenciar, en caso de sospecha de glaucoma, si pertenece a glaucoma de ángulo abierto o de ángulo cerrado. También sirve para observar si existen otros hallazgos en el ángulo como recesión angular, sinequias, etc.

Se observa a través de una lente especial que se coloca sobre la cornea, previamente anestesiada. Esta lente contiene un espejo que refleja los rayos hacia el ángulo iridocorneal y permite la observación.

La biomicroscopía es otra prueba que también puede ser utilizada para medir el ángulo iridocorneal con la técnica conocida como Van Herrick, pero es más exacta y eficaz para el glaucoma la gonioscopia.

AGUDEZA VISUAL



Il·lustració 3.37: Toma de agudeza visual monocular.

Evalúa la pérdida visual. Esta prueba se verá afectada en casos de glaucoma muy avanzados donde la visión central esté afectada.

Se debe realizar de forma monocular y después binocular, a diferentes distancias, es decir, en visión lejana y visión próxima, y con la refracción del paciente corregida.

CAMPIMETRÍA



Ilustración 3.38: Campimetría computerizada de Humphrey.

La campimetría o perimetría se utiliza para explorar el campo visual de cada ojo, imprescindible para confirmar el diagnóstico, saber cuánto daño funcional existe y la progresión en el tiempo.

En esta prueba de visión periférica, el paciente monocularmente debe fijar el punto central del aparato y sin mover la cabeza, le van apareciendo estímulos luminosos de distintas intensidades, que debe decir si los ha percibido apretando un botón. De esta forma se realiza un mapa de la visión funcional del paciente.

Existe un defecto típico de glaucoma llamado 'haz de fibras nerviosas', pero el tipo de defecto no es tan importante como la cantidad de pérdida visual.

OCT



Ilustración 3.39: OCT Stratus de Carl Zeiss.

La OCT realiza estudios que cuantifican los cambios que se producen en las estructuras con el curso de la enfermedad.

Para el diagnóstico del glaucoma, es importante que nos informe de la simetría ante la CFNR y del N.O de ambos ojos y de la progresión en el tiempo. También es importante el estudio de la mácula y del ángulo iridocorneal.

Los resultados de la OCT de cada paciente los compara con una base de datos de referencia ajustados por edad y raza para determinar la normalidad.

3.3.1 GLAUCOMA Y OCT

A continuación nos centraremos en cómo diagnosticar un glaucoma a partir de una OCT.

- **Capa de fibras nerviosas de la retina (CFNR)**

La OCT proporciona una medida adecuada y precisa de la integridad de la CFNR. Esta medida para el diagnóstico del glaucoma es muy importante, ya que como sabemos, la pérdida funcional del campo visual puede no ser evidente hasta que la persona haya perdido un 50% de las fibras nerviosas de la retina.

Se ha demostrado que con la edad existe un adelgazamiento progresivo de las fibras, pero los ojos con glaucoma, tienen un espesor de esta capa mucho más reducido que los ojos normales, ya que la pérdida ocurre de forma más acelerada.

Un indicador de daño glaucomatoso referido a las CFNR es un adelgazamiento de la capa, sobre todo en los cuadrantes superotemporal e inferotemporal, a lo que se le suele llamar patrón en doble joroba.

- **Nervio óptico**

La OCT evalúa el aspecto del nervio óptico y su progresión en el tiempo.

Una papila normal suele ser de forma redondeada con una excavación central de aproximadamente 0.3, con un anillo neuroretiniano de anchura uniforme y un color entre anaranjado y rosáceo.

Un indicador de daño glaucomatoso en la papila mostraría un aumento de la excavación de aproximadamente 0.8 y con alteraciones en la forma, en la que nos tenemos que fijar si existe una asimetría en ambos ojos. En el glaucoma suele ser típica una elongación vertical de esta excavación.

Para observar el anillo neuroretiniano, se suele aplicar la regla ISNT, donde por norma el anillo es más grueso en la parte inferior, seguido de la superior, nasal y por último más delgado en temporal. Si no sigue esta secuencia es más probable que haya riesgo

de que exista una pèrdua de teixido. En ojos glaucomatosos se suele observar un estrechamiento del anillo.

Respecto al color, suele haber palidez localizada en el N.O y el anillo tiene un aspecto translúcido.

Tambièn se pueden encontrar hemorragias en astilla, más típicas del glaucoma normotensivo (GNT).

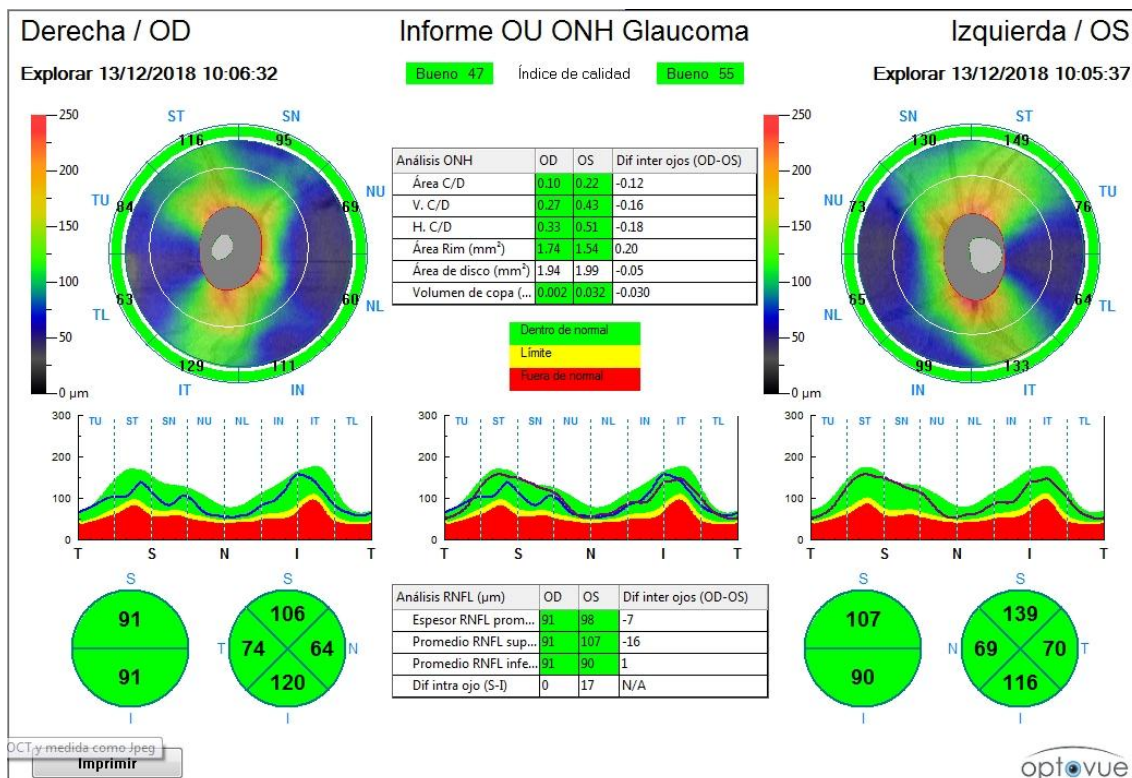


Ilustración 3.40: Análisis de la CFNR y del NO de ambos ojos con la OCT Optovue.

Paciente de la clínica Visión Láser de Sabadell. No presenta glaucoma.

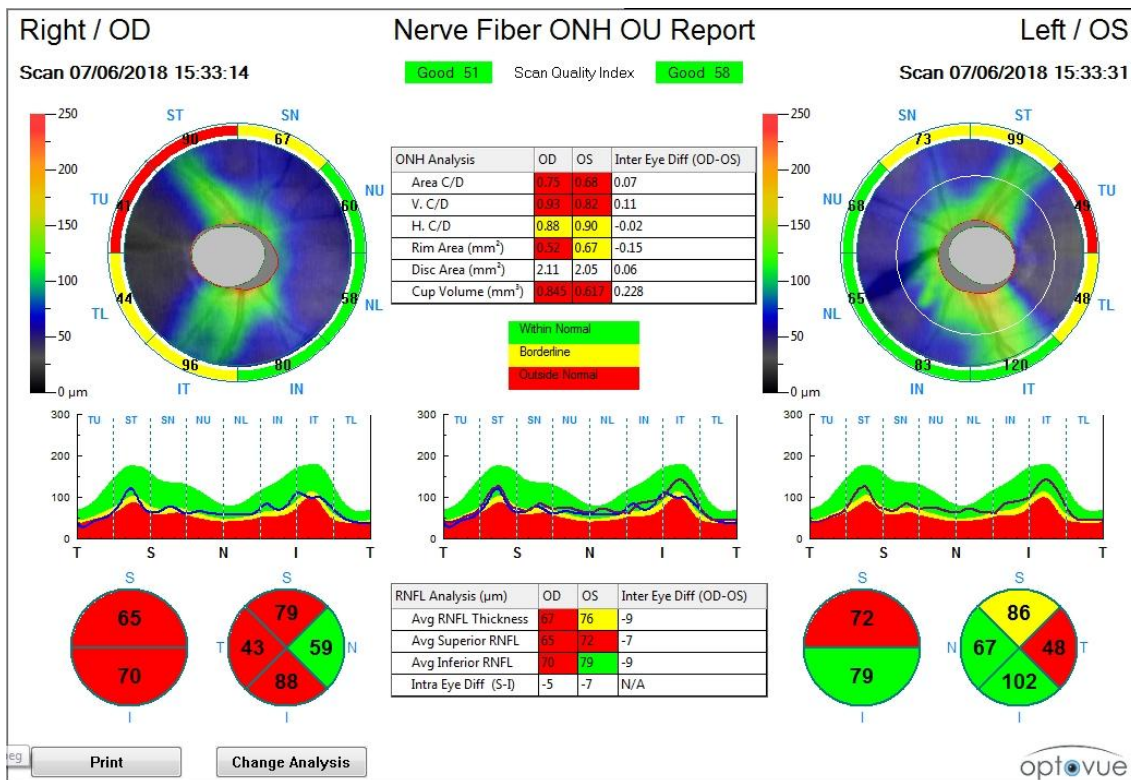


Ilustración 3.41: Análisis de la CFNR y del NO de ambos ojos con la OCT Optovue. Paciente de la clínica Visión Láser de Sabadell. Presenta glaucoma.

- **Espesor macular**

El análisis de la mácula para el glaucoma no es tan importante, pero no está de más observar si existe alguna atrofia en esta zona cuando el paciente presenta esta enfermedad.

El glaucoma afecta a la visión periférica, pero en estadios muy avanzados puede llegar a la visión central. Cuando ya ha afectado a la visión central normalmente los pacientes ya han sido diagnosticados de esta enfermedad, por lo tanto no sirve para realizar un diagnóstico preventivo.

Se observa la anatomía de la mácula, cambios patológicos en su espesor y sus capas, sabiendo que el espesor macular medio normal es menor a nivel central, aumenta en

el anillo perifoveal interno y disminuye en el anillo perifoveal externo. Por cuadrantes, el de mayor espesor es el nasal, seguido del superior, inferior y por ultimo temporal.

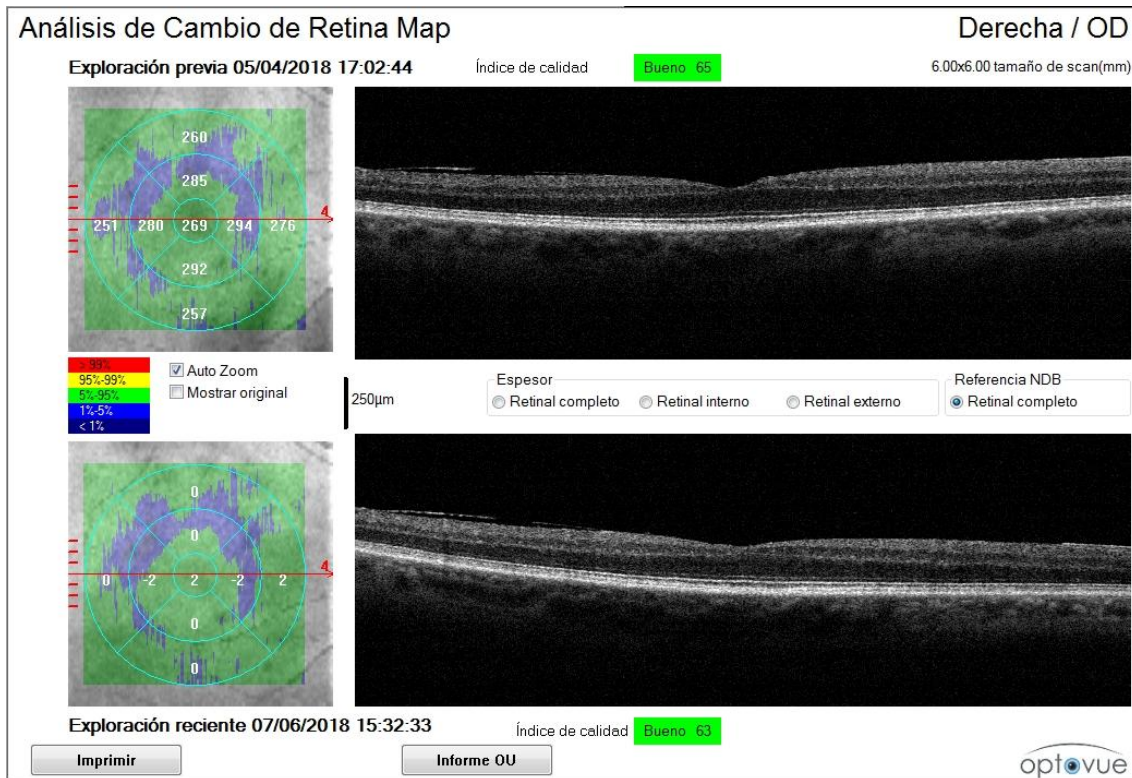


Ilustración 3.42: Análisis del espesor macular de ambos ojos con la OCT Optovue. Paciente de la clínica Visión Láser de Sabadell. Paciente dentro de los límites de normalidad.

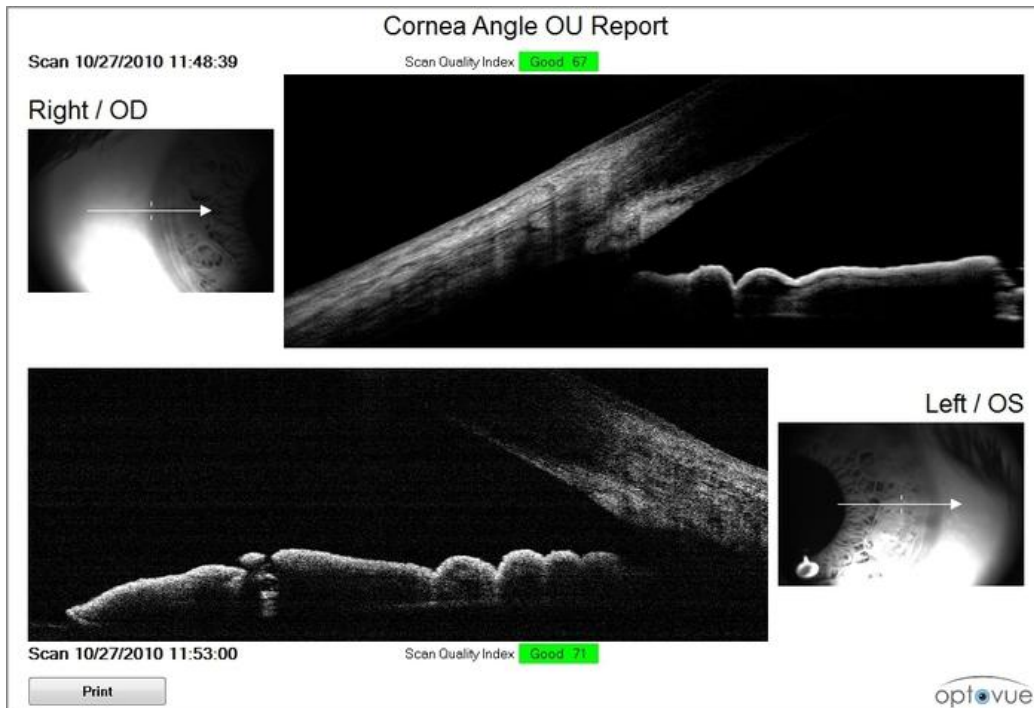
- **Ángulo iridocorneal**

La OCT también permite visualizar el ángulo de la cámara anterior, importante para saber el tipo de glaucoma y evitar casos de glaucoma agudo si el ángulo es demasiado cerrado.

Se emplea una luz infrarroja que ayuda a que la pupila no se cierre, proporcionando una imagen más real de las estructuras sin modificar su anatomía.

También permite calcular exactamente la profundidad del ángulo en grados, considerando que un ángulo iridocorneal es cerrado si su amplitud es menor de 20º-

21º, aun que este dato no confirma su diagnóstico, ya que hay tener más cosas en cuenta.



*Ilustración 3.43: Análisis del ángulo de la CA de ambos ojos con la OCT Optovue.
Paciente de la clínica Visión Láser de Sabadell.*

4. CASOS

Durante mi etapa en la realización de este trabajo, realicé prácticas externas en el período de dos meses (desde octubre hasta diciembre 2018). Estas prácticas fueron 90h en óptica (Visión Prix) y 90h en clínica (Visión Láser).

Mi TFG consiste además de la parte teórica, en la observación y explicación de casos de glaucoma que haya visto durante mi estancia en estas prácticas.

Estos casos de glaucoma concretamente debían ser de glaucoma secundario, debido a esto, en la clínica donde realizaba las prácticas había casos de glaucoma de ángulo abierto que es el tipo más común, pero costaba encontrar casos de glaucoma secundario.

A consecuencia de esto, Dr.Assad y Dr.Almudi, especialistas en glaucoma que trabajan en la clínica Visión Láser, me propusieron ir al Hospital de Terrassa (CST) con ellos ya que allí tenían muchos más historiales y casos de glaucoma secundario.

A continuación, se presentan tres casos clínicos sobre glaucoma secundario, concretamente: glaucoma uveítico, glaucoma neovascular y glaucoma normotensivo.

Al estar realizados en el hospital, no se encuentra mucha información optométrica.

4.1 CASO 1: GLAUCOMA UVEÍTICO

MPC: Paciente de 48 años, acude por primera vez a consulta en 2010 por control de DVP (desprendimiento posterior de vítreo) en OD.

Antecedentes oculares: Operado de miopía con Lasik en 2003 y de glaucoma OD.

AV VL S/C: 0.9+2 / 1.0

BMC: Presenta heterocromía iris.

Ilustración 4.1: Paciente con heterocromía del iris.



PIO: 12/15 mmHg.

FO: DVP no traccional.

Se le programa visita cada año, donde se vuelve a controlar la AV, la PIO y se le pide un Campo Visual del OD porque se observa una bajada de AV en este ojo.

Estos son los resultados en 2011:

AV VL S/C: 0.8-1 / 1.0

PIO: 28/17 mmHg.

FO: Excavación 0.7 OD

Campimetría:

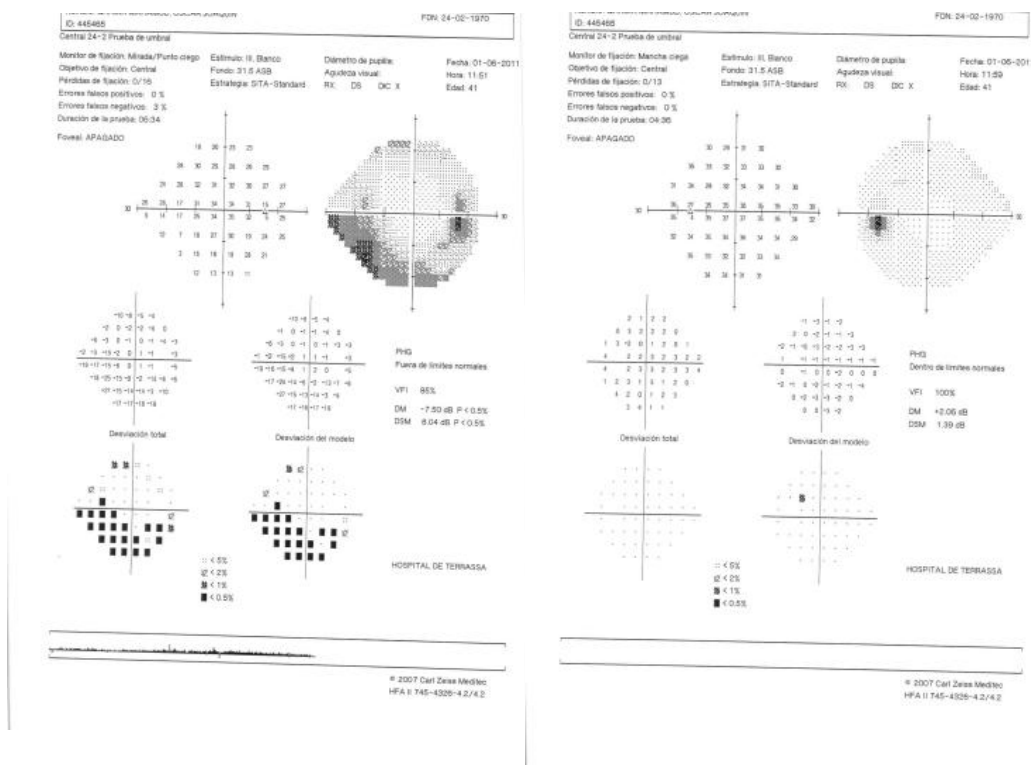


Ilustración 4.2: Registros campimétricos del 2011 del OD y el OI respectivamente con el campímetro de Humphrey de Zeiss.

En esta campimetría computerizada de 24-2 SITA Standard, nos muestra como los resultados del OD están fuera de los límites normales con un escotoma arqueado nasal inferior, y en cambio el OI los resultados aún están dentro de los valores de normalidad.

Después de un año, en 2012, estos son los resultados de la OCT:

OCT:

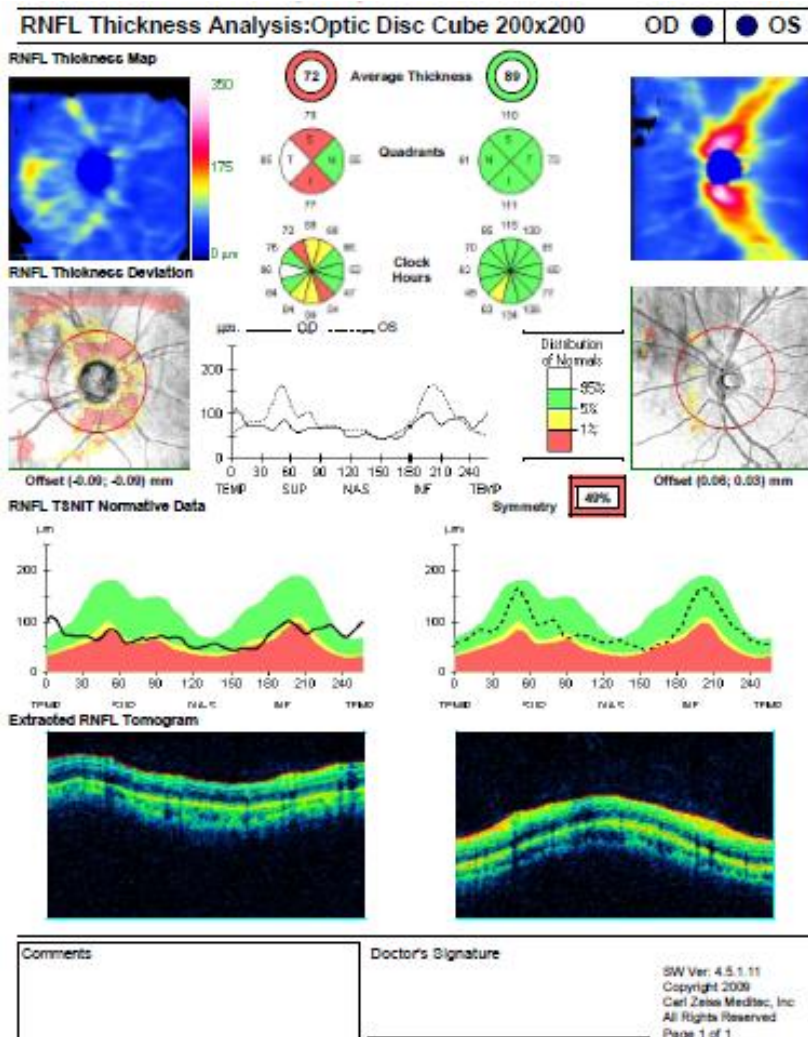


Ilustración 4.3: Registros OCT del 2012 de AO con el OCT Cirrus de Zeiss.

Se observa una progresión en la OCT. El grosor de la CFNR del OD esta reducido respecto al OI, se observa pérdida de capa de fibras nerviosas. Hay un 57% de simetría en los dos ojos, este número muestra poca simetria, lo normal sería tener >80% y se muestra una excavación más grande en el OD con un 0.67 respecto a un 0.38 en el OI.

Se le controla con fármacos para bajar la PIO (Cosopt + Alphagan) y se van haciendo controles cada 3 meses, en los que se detecta con los resultados campimetricos un empeoramiento de la condición en el OD.

Campimetría:

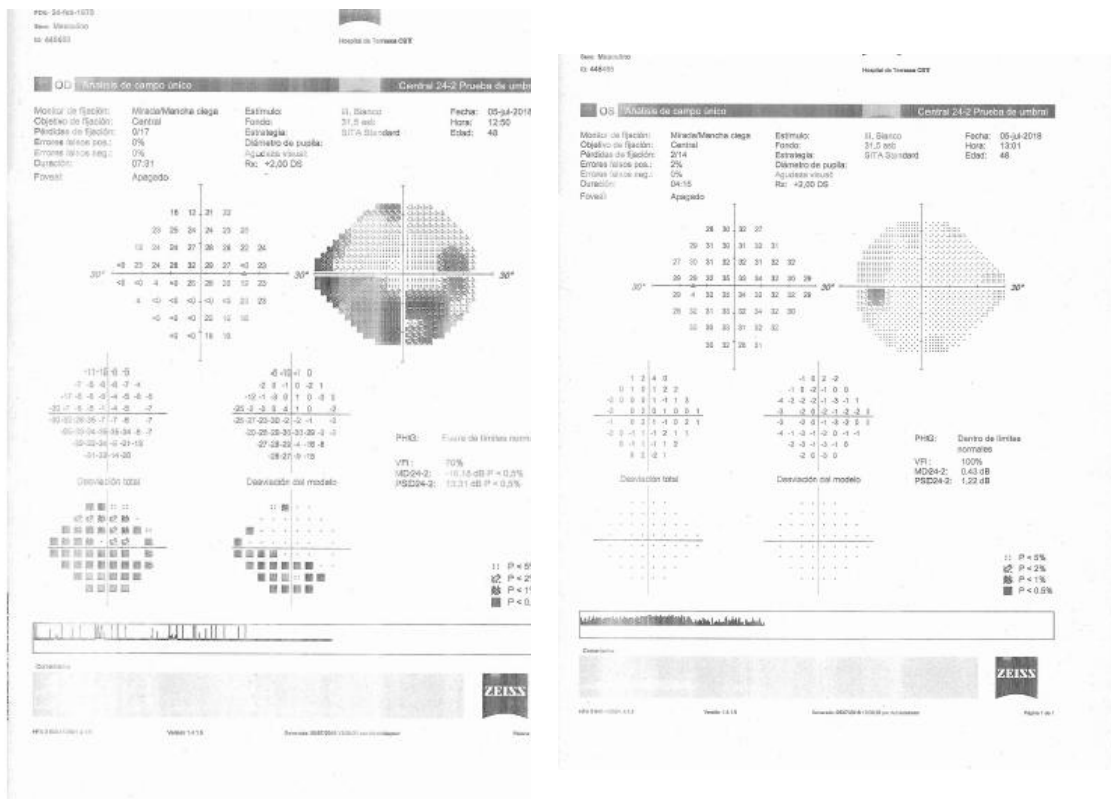


Ilustración 4.5: Registros campimétricos del 2014 del OD y el OI respectivamente con el campímetro de Humphrey de Zeiss.

Podemos observar como los resultados del OD han empeorado desde la última campimetría, su campo visual se encuentra más reducido, presenta un escotoma arciforme inferior en evolución, en cambio el OI sigue dentro de los límites normales.

Diagnostico: Heterocromia de Fusch, que provoca Glaucoma uveítico.

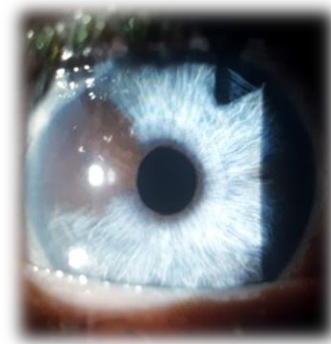


Ilustración 4.6: Heterocromia de Fusch. Imagen realizada al paciente en el CST.

Heterocromia de Fuchs: Uveítis crónica y mayoritariamente monocular que suele afectar al ojo hipocrómico.

Se pueden observar precipitados en el endotelio corneal y en la cámara anterior (CA) suele haber Tyndall. El iris cambia de color debido a una pérdida del estroma del iris y de su pigmentación, por lo que le da un aspecto más claro que el ojo contralateral.

Como consecuencia de esta enfermedad muy frecuentemente se asocia a cataratas y glaucoma.

Se decide hacer una intervención quirúrgica de trabeculectomía + iridotomía OD en 2014.



Il·lustració 4.7: Iridotomia. Imagen realizada al paciente en el CST.

Después de la operación, la PIO se mantiene estable 14/14 mmHg.

En 2016 acude a consulta y se valora un control por formación catarata en OD.

AV VL S/C: 0.2 / 1.0

PIO: Se mantiene estable 12/14mmHg.

CV: Se mantiene estable

Después de unos meses, se decide hacer una intervención quirúrgica de catarata OD porque la AV del OD ya se ve afectada. (Facoemulsificación + LIO)

Estos son los resultados después de la intervención:

AV VL S/C: 0.5 ce 0.7 / 1.0

Refra: 150º-1.00+1.25 / 70º-0.25 N

CV: No ha habido progresión.

Se hacen controles cada 4 meses. Lo importante es que haya estabilidad en los distintos parámetros, sobretodo en la PIO.

4.2 CASO 2: GLAUCOMA NEOVASCULAR

MPC: Paciente de 66 años, acude por primera vez a consulta en 2011 por pérdida de visión binocular.

AV VL S/C: 0.1 / 0.3

Antecedentes sistémicos: Diabetes muy mal controlada.

Se solicita una OCT.

OCT:

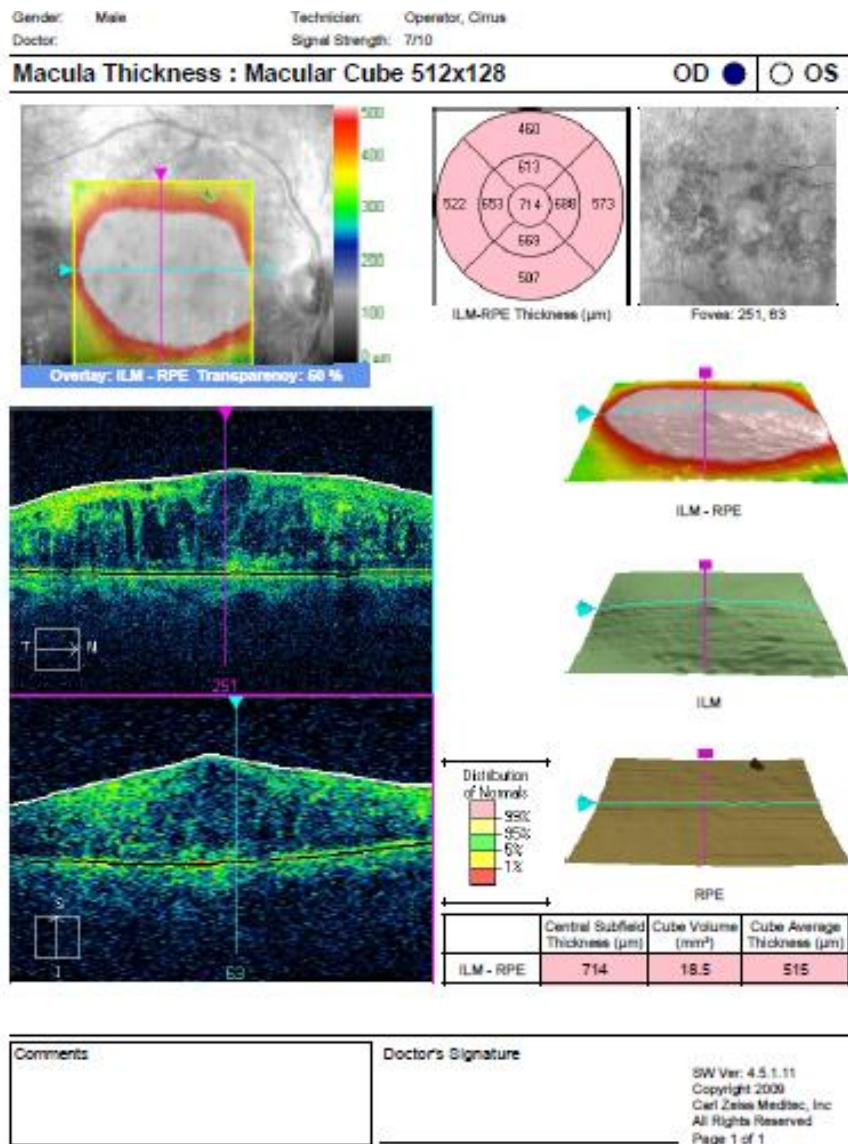


Ilustración 4.8: Registros OCT del 2011 del OD con el OCT Cirrus de Zeiss.

En esta OCT macular del OD, podemos observar como existe un engrosamiento retiniano, consecuencia de la presencia de edema macular.

Diagnostico: Retinopatía diabética (RPD) con edema macular por diabetes mellitus.



Ilustración 4.9: Retinopatía diabética OD. Imagen realizada a un paciente en el CST.

Retinopatía diabética: A causa de altos niveles de azúcar en sangre que provocan daño en los vasos sanguíneos de la retina, los cuales pueden hincharse y tener fugas, o estrecharse impidiendo que la sangre fluya correctamente.

Puede existir edema macular y neovascularización que sería en etapas avanzadas de la enfermedad pudiendo hacer perder la visión tanto central como periférica.

Tratamiento: Como tratamiento para la retinopatía diabética de este paciente, la mejor opción era la Panfotocoagulación, en la cual, se aplican rayos láser en la retina para evitar la formación de neovasos retinianos.

La Panfotocoagulación retarda el proceso de neovascularización retiniana.

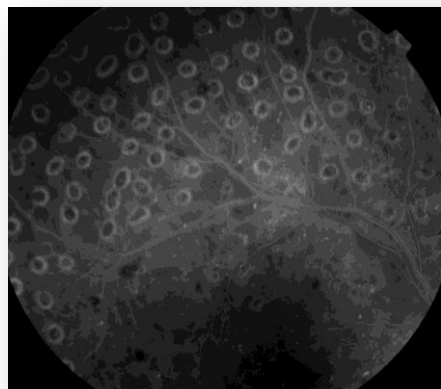


Ilustración 4.10: Panfotocoagulación. Imagen realizada al paciente en el CST.

En los siguientes controles se le realizan inyecciones intravítreas de Angiografía para ver el proceso de la enfermedad. Esta técnica consiste en inyectar una sustancia de contraste para observar mediante rayos X el recorrido de los vasos sanguíneos y observar si existen de nuevos.

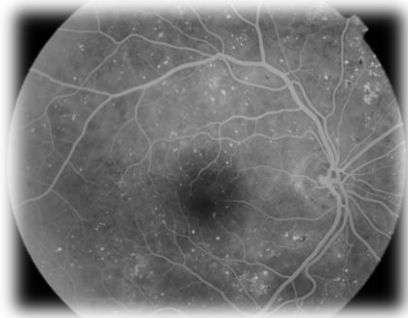


Ilustración 4.11: Angiografía. Imagen realizada a un paciente en el CST.

En los resultados de la Angiografía se observó neovascularización aún haber realizado la Panfotocoagulación meses atrás.

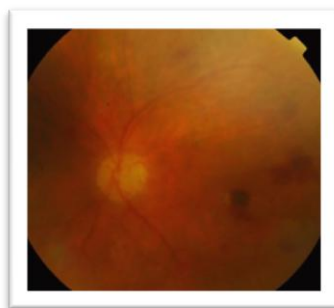
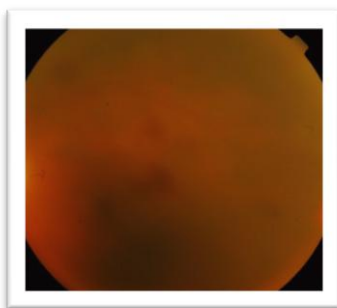
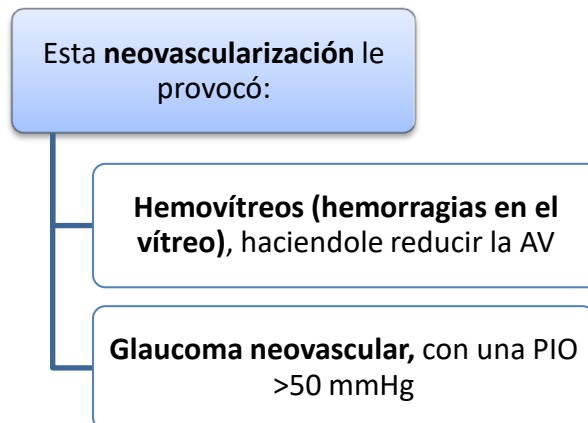
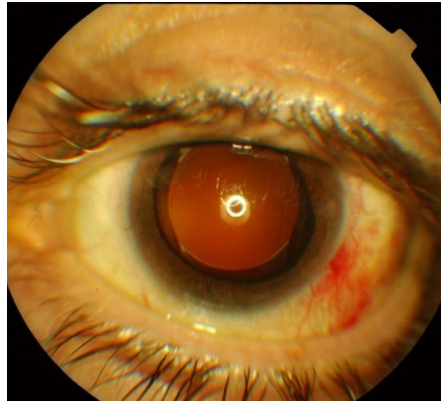


Ilustración 4.12: Fondo ojo con hemovítreos antes y después de la reabsorción. Imagen realizada al paciente en el CST.



Il·lustració 4.13: Paciente con midriasis arreactiva como síntoma de glaucoma agudo. Imagen realizada al paciente en el CST.

Se tuvo que intervenir inmediatamente, ya no para mantener la visión sino para aliviar el dolor. Se hizo fotocoagulación con láser de diodo transescleral, donde se atrofió el cuerpo ciliar para disminuir la secreción de humor acuoso y así, disminuir también la PIO.

La última visión que se tiene del paciente es:

OD: PL (Percepción de luz) / OI CD (Cuenta Dedos) a 0.5m.

4.3 CASO 3: GLAUCOMA NORMOTENSIVO

MPC: Paciente de 55 años, acude por primera vez a consulta en 2012 porque refiere pérdida de visión en OI:

Antecedentes oculares: Solo tiene visión por el OI, el OD está eviscerado.

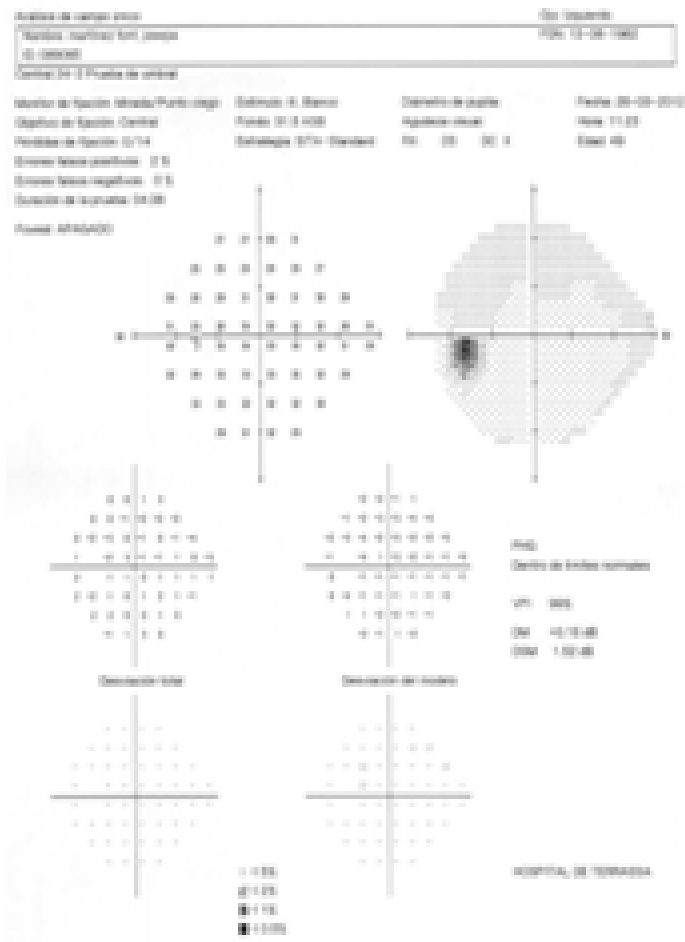
Antecedentes sistémicos: Comenta que de joven ha padecido de arritmias.

AV VL S/C OI: 0.7

PIO OI: 20mmHg.

Se solicita campimetría para observar su función visual.

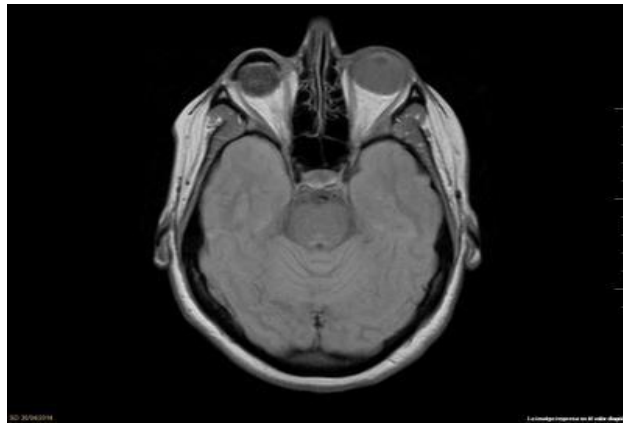
Campimetria:



Il·lustració 4.14: Registres campimètrics del 2012 del OI con el campímetro de Humphrey de Zeiss.

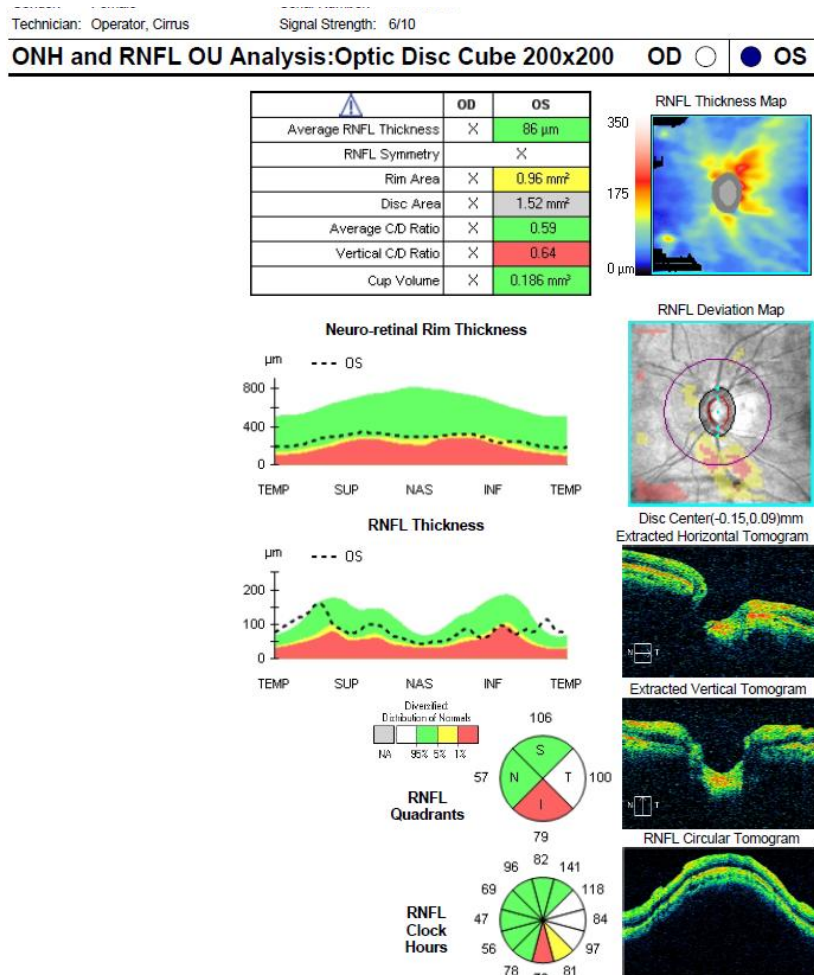
Se puede observar como empieza a presentar un escotoma arqueado superior en OI.

También se le realiza una Resonancia magnética (RNM) para descartar alguna lesión compresiva, en la cual no se mostró ninguna afectación.



Il·lustració 4.15: Registres RNM del 2012 del OI de la paciente en el CST.

OCT:



Il·lustració 4.16: Registres OCT del 2012 en OI con el OCT Cirrus de Zeiss.

Como podemos observar, la papila del OI está alterada, vemos como la CFNR tiene menos grosor por la pérdida de fibras nerviosas, concretamente observamos cómo está más afectado el cuadrante inferior.

Angiografía: Normal

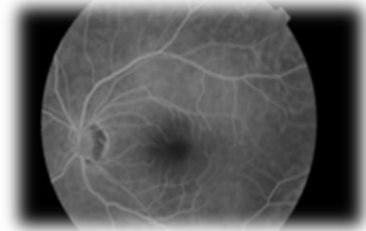


Ilustración 4.17: Registros AGF del 2012 del OI de la paciente en el CST.

Durante diversos controles se sigue midiendo la PIO ya que el diagnóstico es de un supuesto glaucoma. En estos casos la PIO no superaba los 22mmHg, era bastante similar 14/15/14 mmHg..

Campimetría:

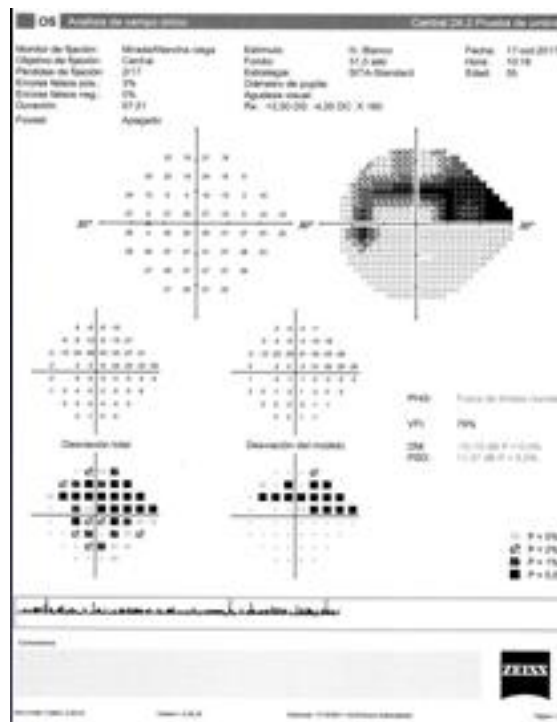


Ilustración 4.18: Registros campimétricos del 2017 del OI con el campímetro de Humphrey de Zeiss.



Diagnostico: Atrofia glaucomatosa del NO con PIO normal y pérdida del campo visual:
Glaucoma normotensivo.

Tratamiento: Se le receta colirios para disminuir la PIO (Xalatan, Cosopt), aun teniendo una PIO dentro de la normalidad en este tipo de glaucoma se utiliza como tratamiento ya que hay estudios en que el glaucoma GNT mejora el riesgo de progresión.

También, se le hace una intervención quirúrgica de trabeculectomía para frenar rápidamente la progresión del glaucoma.



5. METODOLOGÍA

Dentro del marco teórico, en la parte de Tomografía de Coherencia Óptica, se comparan dos tipos concretos de OCT: el Stratus OCT y el Cirrus OCT ya que son los dos tipos más utilizados y actualmente comercializados. Para realizar esta comparación se han utilizado diferentes artículos comparativos. Esta comparación es importante, ya que un paciente con glaucoma puede ser remitido de un centro a otro en el cual no tengan el mismo equipo de OCT y por lo tanto saber si las pruebas entre estos equipos se podrían correlacionar los resultados.

Para los casos clínicos, he desarrollado tres casos de glaucomas secundarios. Como ya sabemos el glaucoma más común es el glaucoma de ángulo abierto, pero no por ello se tienen que olvidar los otros tipos de glaucoma que pueden existir. Por lo tanto, creía más oportuno y más interesante para este trabajo desarrollar diferentes tipos de glaucoma que no fuesen los más comunes. Para realizar este apartado debía coger los casos de la clínica donde hice las prácticas, pero no se encontraron casos ya que como he comentado no son muy comunes los glaucomas secundarios. Por lo tanto, Dra. Almudi y Dr. Assad, oftalmólogos de la clínica donde realicé las prácticas, me sugirieron ir al hospital de Terrassa (CST) donde también trabajan, ya que hay muchos más casos de glaucomas secundarios. Por lo tanto, aun que la mayoría de las horas de prácticas hayan sido en la Clínica Visión Láser, los casos clínicos se han escogido del Hospital de Terrassa.

La mayoría de las imágenes utilizadas en este trabajo están extraídas de las prácticas en la clínica en la cual utilizaban la OCT Optovue.



6. CONCLUSIONES

Como conclusiones finales de este trabajo debo decir que estoy muy satisfecha, he conseguido profundizar y aprender más sobre esta enfermedad tan importante hoy en día.

Es de vital importancia comparar los resultados con diferentes instrumentos y no solo fiar-nos de uno para hacer un buen diagnóstico.

He podido ver y comprobar que verdaderamente existen y hay glaucomas secundarios que afectan gravemente a la visión y es importante conocerlos.

Como optometristas, creo conveniente concienciar a los pacientes de la importancia de las revisiones periódicas, sobre todo si padecen de factores de riesgo.

Creo que gracias a las nuevas tecnologías, como en el caso de la OCT, y del conocimiento de los optometrías y oftalmólogos se puede realizar un buen diagnóstico precoz y que haya una mejora en la prevención de esta enfermedad.

7. BIBLIOGRAFIA

- ABERGOECHEA, S. (2001) "Tomografía de Coherencia Óptica". *Oftalmología práctica*; (29-42).
- ALMUDI, L y ASSAD, M. (2018) "Patologías oculares".
- AMERICAN ACADEMY OF FAMILY PHYSICIANS (2019) "Glaucoma". [Disponible en: <https://es.familydoctor.org/condicion/glaucoma/?adfree=true>]
- AMERICAN ACADEMY OF OPHTHALMOLOGY (2007) "Diagnosis and Treatment of Normal-Tension Glaucoma". *EyeNet Magazine*.
- AMERICAN ACADEMY OF OPHTHALMOLOGY (2008-2009) "Glaucoma". *Curso de ciencias básicas y clínicas; sección 10*.
- AMERICAN ACADEMY OF OPHTHALMOLOGY. (2014) "¿Qué es una tomografía de coherencia óptica?". [Disponible en: <http://www.aao.org/salud-ocular/tratamientos/tomografia-de-coherencia-optica>]
- AMERICAN ACADEMY OF OPHTHALMOLOGY (2018) "¿Qué es el glaucoma?". [Disponible en: <https://www.aao.org/salud-ocular/enfermedades/que-es-la-glaucoma>]
- ASOCIACIÓN DE GLAUCOMA PARA AFECTADOS Y FAMILIARES (AGAF). "Tipos de glaucoma". [Disponible en: <http://www.asociaciondeglaucoma.es/glaucoma/tipos>]
- BAE PARK, S., RIM SUNG, K., YONG KANG, S., RI KIM, K., KOOK, M.S. (2009) "Comparison of glaucoma diagnostic capabilities of Cirrus HD and Stratus Optical Coherence Tomography" *Clinical Sciences*; 127 (12): 1603-1609.
- BAKROUM, N. Tutorizado por: Almudi Cortés, L. (2015) "Correlació entre el camp visual i la tomografia de coherència òptica en pacients amb glaucoma crònic de angle obert". *Trabajo final de grado*. [Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/89566>]
- BOYD, S., BRANCATO, R. y STRAATSMA, B. (2008) "Tomografía de coherencia óptica". *Highlights of ophthalmology*.
- CLÍNICA OFTLAMOLÓGICA FERNÁNDEZ BACA. (2014) "Stratus OCT de ZEISS". [Disponible en: <http://fernandezbaca.com/stratus-oct-de-zeiss/>]

- DODDS, E.M (2019) “Uveítis Heterocrómica de Fuchs. Enfermedades retinales y uveítis”. [Disponible en: <https://emiliododds.com/uveitis-heterocromica-de-fuchs/>]
- EDGAR, D. y RUDNICKA, A. (2007). “Glaucoma”. Elsevier.
- ESPAÑA-CONTRERAS, M., FERNÁNDEZ-BACA-CASARES, I y, SANTOS-BUESO, E. (2015) “Evolución, recientes avances y futuro desarrollo de la tomografía de coherencia óptica”. Elsevier; Volumen 90 (353-355). [Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0365669115000933>]
- FLAMMER, J. Traducido por: Ana Z. Gaspar. (2004) “Glaucoma”. Mra ediciones.
- GARCÍA, R. (2019) “¿Qué Es El OCT Y Para Qué La Hacen Los Oculistas?”. [Disponible en: <http://cuidatuvista.com/oct-retina-glaucoma-salud-visual/>]
- GLAUCOMA RESEARCH FOUNDATION. “¿Qué es el glaucoma? Tipos de glaucoma”. [Disponible en: <https://www.glaucoma.org>]
- GÓMEZ DE LLAÑO, L.D.P., MONTERO RODRIGUEZ, M. y GUTIERREZ DÍAZ, E. (2012) “Corticoides: efectos secundarios oculares” Editorial Glosa; 17: 18-21. [Disponible en: <http://www.masdermatologia.com/pdf/0107.pdf>]
- GOSSMAN, M.V. (2018) “Low-Tension Glaucoma” Medscape.
- GRIÑÓ GARCIA-PARDO, C., LUGO QUINTÉS, F., LEÓN, M., LIGERO, S., RUIZ MORENO, J.M. y MONTERO MORENO, J. (2008) “Tomografía de Coherencia óptica (OCT). Funcionamiento y utilidad en patología macular (i)”. Gaceta óptica; (427: 12-14).
- GUTIERREZ DÍAZ, E y MONTERO RODRÍGUEZ, M. (2002) “Dispositivos de drenaje para glaucoma”. Ergon.
- JÜRGENS, I. (2017) “OCT – Tomografía de coherencia óptica”. [Disponible en: <http://icrcat.com/tratamientos-pruebas/oct-tomografia-de-coherencia-optica/>]
- KANSKI, J. (2009). “Oftalmología clínica”. Sexta edición. Elsevier.
- MEDLINEPLUS (2018) “Glaucoma” U. S. National Library of Medicine. [Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/glaucoma.html>]

- MONÉS, J. (2013) *“Tomografía de coherència òptica. Institut de la Màcula”*
[Disponible en: <http://www.institutmacula.com/ca/procedimiento/tomografia-de-coherencia-optica/>]
- MROCZKUWSKA, S., BENAVENTE-PEREZ, A. y NEGI, A. (2013) *“Primary Open-Angle Glaucoma vs Normal-Tension Glaucoma”* American Medical Association. *Clinical Sciences*.
- MUÑOZ NEGRETE, F.J., RUIZ CASAS, D. LOSADA, D., ALMANDRAL GÓMEZ, A., REBOLLEDA, G. *“Dispositivos comerciales. Protocolos de escaneado y análisis de resultados”*. Sección I. *Principios de funcionamiento e interpretación de la tomografía de coherencia óptica. Capítulo 3. (61-81)*
- NATIONAL EYE INSTITUTE (2016) *“El Glaucoma. Lo que usted debe saber”*.
[Disponible en: https://nei.nih.gov/health/espanol/glaucoma_paciente]
- OFTALMOSEO, Sociedad española de oftalmología (2015) *“Glaucoma”*.
[Disponible en: <https://www.ofthalmoseo.com/>]
- OFTALVIST. (2017) *“¿Qué es una OCT o Tomografía de Coherencia Óptica?”*.
[Disponible en <http://www.ofthalmvist.es/blog/oct-tomografia-coherencia-optica-se-realiza/>]
- PINILLA, I., GARCÍA-MARTIN, E. y CUENCA, N. (2009) *“Tomografía de coherencia óptica de dominio espectral. Utilidad en el control del espesor macular en enfermos afectados de retinosis pigmentaria”*. [Disponible en: <http://retinosis.org/tomografia-de-coherencia-optica-de-dominio-espectral-utilidad-en-el-control-del-espesor-macular-en-enfermos-afectos-de-retinosis-pigmentaria/>]
- PINÓS, J. (2014) *“Complicaciones en oftalmología. Glaucoma neovascular”*
[Disponible en: drpinos.es/simposium-complicaciones-oftalmologia/]
- SÁNCHEZ-DALMAU, B., LLORENÇ, V., ORTIZ, S. y MARTÍNEZ, L. (2010) *“Comparación de tres instrumentos de tomografía de coherencia óptica, un time-domain y dos Fourier-domain, en la estimación del grosor de la capa de fibras nerviosas de la retina”*. Elsevier; 85(5): 165-173.



- SUÁREZ DE LEZO, J., CHAVARRIA, J., OJEDA, S. (2006) “¿Podemos perfeccionar nuestros resultados con la tomografía de coherencia óptica? Escenario clínico actual de la tomografía de coherencia óptica”. Elsevier; Volumen 51 (52-57).
[Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1889898X16300032>]
- WOOK JEOUNG, J and HO PARK, K. (2010) “Comparison of Cirrus OCT and Stratus OCT on the ability to detect localized retinal nerve fiber layer defects in preperimetric glaucoma” *Investigative Ophthalmology & Visual Science*; Vol. 51, No. 2. (938-945).



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa