



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

TREBALL FINAL DE GRAU

ANÀLISIS DE LES DADES TOPOGRÀFIQUES D'UNA MOSTRA DE PACIENTS DEL CUV

SÍLVIA PALLEJÀ FORNÉ

TUTOR/A: Carme Serés Revés
DEPARTAMENT: Contactologia

DATA DE LECTURA: 12/06/2017



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

El/s Sr./Srs. CARMEN SERÉS REVÉS, com a tutor/a del treball,

CERTIFICA

Que el Sr./Sra. SÍLVIA PALLEJÀ FORNÉ ha realitzat sota la seva supervisió el treball "Anàlisi de les dades topogràfiques d'una mostra de pacients del CUV" que es recull en aquesta memòria per optar al títol de grau en Òptica i Optometria.

I per a què consti, signo/em aquest certificat.

Sr/a *Carme Serés Revés*

Tutor/a del TFG



Terrassa, 12 de Juny de 2017



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

ANÀLISIS DE LES DADES TOPOGRÀFIQUES D'UNA MOSTRA DE PACIENTS DEL CUV

RESUM

OBJECTIU: Els objectius principals del treball són: determinar si l'astigmatisme depèn de l'edat o ve del sexe, observar com pacients amb queratocon no segueixen cap patró de normalitat, i per últim obtenir l'excentricitat mitjana dels pacients amb còrnies normals.

MATERIAL I MÈTODES: Dos-cents pacients escollits l'atzar de la base de dades del Topògraf (Pentacam) del CUV i, un cop separats en còrnies normals o bé amb ectàsia, es reparteixen en 4 grups d'edat: 0-18, 19-40, 41-65 i >65 anys, sent important el fet que no es va excloure cap pacient. Analitzant les topografies de cada pacient i amb la seva graduació extreta de la base de dades de l'Optiplus n'extraurem els resultats i les conclusions.

RESULTATS: Entre 0 i 40 anys, predomina: l'astigmatisme mig, regular, compost i directe. De 41-65 anys predomina: l'astigmatisme mig, regular, mixt i directe. Per >65 anys, l'astigmatisme predominant és: baix, regular, compost i invers.

Per les dones, predomina l'astigmatisme mig; regular; compost en edats de 0-40, mixt de 41 a majors de 65; directe, fins als 65 anys, i >65 l'oblic.

En homes, predomina l'astigmatisme mig, excepte en majors de 65 anys que canvia a baix; regular; compost dels 0-40 anys, mentre que de 41-65 anys hi predomina el mixt i per sobre els 65 anys s'observa com destaca el compost; directe menys per sobre els 65 anys que es torna invers.

Els pacients amb queratocon segueixen un patró comú, el qual predomina per sobre d'un 70% l'astigmatisme del tipus irregular.

L'excentricitat corneal mitja de l'estudi, és: 0,449.

CONCLUSIONS: No s'observen diferències en el tipus d'astigmatisme entre homes i dones. Ara bé, en persones de més de 65 anys els resultats varien respecte a persones d'entre 0-65 anys. Per tant, podem concloure, que l'edat és un factor influent en el grau d'astigmatisme però no el sexe. També podem assegurar que l'astigmatisme dels pacients que presenten ectàsies corneals, no segueix cap patró de normalitat. A més, el resultat mitjà de l'excentricitat corneal de l'estudi es situa dintre dels valors de normalitat.



GRADO EN ÓPTICA I OPTOMETRIA

ANÁLISIS DE LOS DATOS TOPOGRÁFICOS DE UNA MUESTRA DE PACIENTES DEL CUV

RESUMEN

OBJETIVO: Los objetivos principales del trabajo son: determinar si el astigmatismo depende de la edad o viene del sexo, observar como pacientes con queratocono no siguen ningún patrón de normalidad, y por último obtener la excentricidad media de los pacientes con corneas normales.

MATERIAL Y MÉTODOS: Doscientos pacientes, escogidos al azar de la base de datos del Topógrafo, Pentacam del CUV, y una vez separados en córneas normales o ectásicas, se reparten en 4 grupos de edad: 0-18, 19-40, 41-65 y > 65 años, siendo importante el hecho que no se excluyó ningún paciente. Analizando las topografías de cada paciente y con su graduación extraída de la base de datos del Optiplus, extraeremos los resultados y las conclusiones.

RESULTADOS: Entre 0 y 40 años, predomina: el astigmatismo medio, regular, compuesto y directo. De 41 a 65 años predomina: el astigmatismo medio, regular, mixto y directo. Por > 65 años, el astigmatismo predominante es: bajo, regular, compuesto e inverso.

Para las mujeres, predomina el astigmatismo medio; regular; compuesto en edades de 0-40, mixto de 41 a mayores de 65; directo, hasta los 65 años, y > 65 el oblicuo.

En hombres, predomina el astigmatismo medio, excepto en mayores de 65 años que cambia abajo; regular; compuesto de los 0-40 años, mientras que de 41 a 65 años predomina el mixto y por encima de los 65 años se observa como destaca el compuesto, el directo menos por encima de los 65 años que se vuelve inverso.

Los pacientes con queratocono solo siguen un patrón común, predomina por encima de un 70% el astigmatismo irregular.

La excentricidad corneal media del estudio, es: 0,449.

CONCLUSIONES: No se observan diferencias en el tipo de astigmatismo entre hombres y mujeres. Ahora bien, en personas de más de 65 años los resultados varían respecto a personas de entre 0-65 años. Por tanto, podemos concluir, que la edad es un factor influyente en el grado de astigmatismo pero no en el sexo. También podemos asegurar, que el astigmatismo de los pacientes con ectasias corneales, no sigue ningún patrón de normalidad. Además, el resultado medio de la excentricidad corneal del estudio se sitúa dentro de la normalidad.



DEGREE IN OPTICS AND OPTOMETRY

ANALYSIS OF TOPOGRAPHIC DATA FORM SAMPLE OF CUV PATIENTS

ABSTRACT

SCOPE: The objectives of the essay are: to determine if the astigmatism depends on the age or on the gender, demonstrate that patients with keratoconus disease does not follow any general patterns and, finally, to obtain the average eccentricity of the whole patients with healthy cornea.

MATERIAL AND METHODS: Two hundred patients randomly chosen from the database of the Topograph, Pentacam of CUV, and once separated by normal and ectasic cornea into are divide in four age groups: 0-18, 19-40, 41-65 y > 65 years being remarkable the fact that any patient was not excluded. Analysing the topographies of every patient and its prescription from Optiplus database we will extract the results and the conclusions.

RESULTS: Between 0 and 40 years, predominates: the medium astigmatism, regular, composed and direct. From 41 to 65 years predominates: the astigmatism medium, regular, mixed and direct. Over 65 years, the predominate astigmatism is: low, regular, composed and inverse.

For woman predominates the medium; regular; composed in ages from 0 to 40, mixed from 41 to over 65; direct up to 65 years and oblique astigmatism over 65 years.

For man predominates the astigmatism medium, except over 65 years that changes to low; regular; composed from 0 to 40 years, mixed from 41 to 65 years and over 65 years the composed highlights; direct unless over 65 years that becomes inverse.

Patients with keratoconus disease follows a common pattern which predominates the irregular astigmatism by over 70% of the sample.

The average corneal eccentricity of the study is 0,449.

CONCLUSIONS: Are not observed differences in the type of astigmatism between man and woman. However in patients more than 65 years old the results varied from the patients between 0 to 65 years. Therefore we can conclude that age is an important influent factor for the grade of astigmatism but is not the gender. Also is demonstrated that the astigmatism of patients with corneal ectasia does not follow any general pattern. Furthermore the average corneal eccentricity of the sample is into the normal range.



DEGREE IN OPTICS AND OPTOMETRY

ANALYSIS OF TOPOGRAPHIC DATA FORM SAMPLE OF CUV PATIENTS

EXTENSIVE ABSTRACT

From an optical, optometric and ophthalmological point of view, the corneal topography is very important because it helps to determine the health of the cornea. Also it lets to highlight corneal diseases as keratoconus among others and to follow it up. Moreover is used in pre and post-operative of laser refractive, cataract surgery and adjustment of contact lens.

The cornea is the transparent revers part of the external veil. It looks like membranous disc as a watch crystal. It is limited by the eyelid or the environment and always is covered by tear. On the rear part is covered by aqueous humour. It has two essential duties: allow the light transmission and protect the intraocular structures.

An important characteristic of the cornea is their curvature radius, being the front side bigger than the rear. The curvature can be studied by a topography. When the curvature of both meridians is not the same, the astigmatism appears.

This essay is about the astigmatism, a refractive defect in which exists a difference of prescription between the two main meridians of the eye. This fact stops a clear focus even nearby and distant objects. (Kee, 2013)

The most frequent symptomology is unfocused perception of the images. Also it might produce headaches and ocular discomforts. Also, depending on the age, the quantity and the type of astigmatism, the symptoms may be different and even without effecting the vision.

One of the fundamental causes of this defect is hereditary but in some cases can be due to a disease or a trauma.

Astigmatism use to be stable but if it varies it makes in a little quantity, in a way that if is find a several changes can be a disease as keratoconus that is on extreme corneal astigmatism. (Timsit, 2016)

It is about a progressive thinning of the paracentral or central stromal. It is not inflammatory process. Generally it is bilateral and asymmetric. It induces to myopia and irregular astigmatism which causes a progressive decrease of visual acuity.

The aetiology is not clear, it has a low congenital tendency and is linked to an abnormality of the collagen. (Kenney, 2003) The environmental factors that are assigned are: atopy and scratching eyes.

The scope of this essay is to determine if the astigmatism depends on the age or depends on the gender, and to observe how patients with keratoconus disease does not follow any normal pattern, and finally obtain the average corneal eccentricity from the whole patients randomly chosen without excluding ones with diseases.

Two hundred patients randomly chosen from the CUV topograph (Pentacam) database and once separated in normal or ectatic cornea are divided in four age groups: 0-18, 19-40, 41-65 and >65 years being important the fact that any patient were not excluded from the analysis. Evaluating the topographies for every patient and their prescription, extracted from the Optiplus database, results and conclusions will be draw.

It was randomly chosen two hundred patients divided in four age groups: 0-18, 19-40, 41-65 and >65 from the Topograph data base, specifically from Pentacam that is in Centre Universitari de la Visió (CUV), and is important the fact that any patient was not excluded. Also was needed the patients data as age, gender and refraction which were extracted from the databases of Optiplus.

There are differenced four types of astigmatism (Furlan, García Monreal and Muñoz Escrivà, 2009) (Lang, 2006):

1. Low from 0,25 to 1D, medium from 1 to 3D and high over 3D.
2. Regular, both meridians form right angle, and irregular when both meridians does not form a right angle.
3. Simple, where the upright meridian is myopic and horizontally is emmetrope or when the horizontal one is hypermetrope and the vertical is emmetrope. Composed is when both meridians are myopic or hypermetropic. Is mixed the one meridian is hypermetrope and the other is myopic.
4. Direct when the principal meridian is on 90°, inverse when is on 180° and finally oblique when the principal meridian is on 45°.

Analysing the topographies of every patient the results will be extracted and also the conclusions.

The computerised corneal topography are a big advantage from the conventional which does not measure neither the curvature radius of the corneal centre nor its periphery. Just measures a paracentral zone of 3-4mm and also assumes that the radius is spherical. Moreover it offers a 4 unique points of measurements corresponding to the both corneal principal meridians.

One of the advantages of the corneal topography is that allows to detect invisible corneal irregularities by the conventional examinations. So is recommended to use a topography on the following cases:

- Diagnosis and monitoring the corneal diseases as keratoconus, irregular astigmatism
- Pre and post refractive surgery (myopic/hypermetrope/ astigmatism)
- Corneal transplant (before and after the surgery)
- Contact lens adjustments

Moreover when a detailed information of the corneal surface, it allows to apply complicated optical adjustments as aspheric nomograms and corneal aberrations corrections.

Pentacam was chosen instead of others topographs because of it has a rotational camera that Works with Scheimpflug technic which consists on a 180 degrees rotation from 130 to 310 degrees. This fact allows us to measure both the corneal total curvature and the corneal thickness. Related to topographic maps from the back side and the rear part of the cornea does not lose the centrals 2mm of the topography (very important zone in refractive surgery).

A corneal normal value for eccentricity is not a sphere, is a prolata ellipse that indicates that the curvature is becoming flat at the same time that we are far from the centre. In normal corneas the value is between 0,42 to 0,58, taking into account the average value as $0,45 \pm 0,10$ (Shukair Harb, 2010).

Other important concept to take into account is the aberrations. An aberration is any deviation of an Optical System regarding the perfect behaviour, in other words, any difference between the real behaviour and ideal one (astigmatic) that is obtained in paraxial optic.

On the ocular aberrations can be find the spherical aberration, the coma aberration and the warp field aberration.

The aberration and the age are directly related so at the same time that the age increases also does the lens aberrations. This is the most common spherical aberration, although corneal coma also increase.

The Zernike polynomials are used to systematically organise the aberrations in modes. Every mode represents an optical aberration with a specific name.

The results is shown that: between 0 to 40 years predominates the medium regular composed and direct astigmatism. From 41 to 65 years predominate the medium regular mixed and direct astigmatism. Over 65 years the predominant astigmatism is low, regular, composed and revers.

For woman predominates the medium; regular; composed in ages from 0 to 40, mixed from 41 to over 65; direct up to 65 years and oblique astigmatism over 65 years.

For man predominates the astigmatism medium, except over 65 years that changes to low; regular; composed from 0 to 40 years, mixed from 41 to 65 years and over 65 years the composed highlights; direct unless over 65 years that becomes inverse.

We can conclude that differences are not observed between the type of astigmatism between man and woman. But in people older than 65 years the results are different than the patients from 0 to 65. Therefore the results corroborate as other consulted papers, studies and books that the age is an influent factor to the astigmatism degree but not for the gender.

In the case of cornea with keratoconus, the patients over 65 years old are not studied due to the simple any patient had corneal ectasia. Is important that the patients with keratoconus follow a common pattern that predominates by over 70% the irregular astigmatism. Comparing with the other information can be demonstrated that the patients with ectasia corneal does not follow the normal patterns. (Goebels, 2017)

Also the average eccentricity of the patients is 0,449 so it tells that we are in the normal rang.

Índex

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | INTRODUCCIÓ..... | 11 |
| 2 | MARC TEÒRIC | 12 |
| 2.1 | LA CÒRNIA..... | 12 |
| 2.1.1 | RADIS DE CURVATURA..... | 13 |
| 2.1.2 | DIAMETRES CORNEALS..... | 13 |
| 2.1.3 | GRUIX CORNEAL | 13 |
| 2.1.4 | COMPOSICIÓ QUÍMICA..... | 14 |
| 2.1.5 | ESTRUCTURA HISTOLÒGICA | 14 |
| 2.2 | ASTIGMATISME | 16 |
| 2.2.1 | DEFINICIÓ..... | 16 |
| 2.2.2 | ETIOLOGIA | 16 |
| 2.2.3 | SÍMPTOMES I SIGNES | 17 |
| 2.2.4 | TIPUS..... | 18 |
| 2.2.5 | NEUTRALITZACIÓ | 19 |
| 2.2.6 | QUERATOCON | 19 |
| 2.3 | TOPÒGRafs | 22 |
| 2.3.1 | TIPUS..... | 23 |
| 2.3.2 | PARÀMETRES RELEVANTS | 25 |
| 3 | HIPÒTESIS | 28 |
| 4 | ESTUDI EXPERIMENTAL | 29 |
| 4.1 | MATERIAL I MEDOLOGÍA | 29 |
| 4.1.1 | SELECCIÓ DE LA MOSTRA | 29 |
| 4.1.2 | MATERIAL UTILITZAT | 29 |
| 4.1.3 | METODOLOGIA DE L'ESTUDI | 29 |
| 4.1.4 | PENTACAM | 31 |
| 5 | RESULTATS..... | 33 |
| 5.1 | COMPARATIVA DE L'ASTIGMATISME SEGONS L'EDAT (en còrnies normals)..... | 33 |
| 5.2 | COMPARATIVA DE L'ASTIGMATISME SEGONS L'EDAT I EL SEXE (en còrnies normals) | 36 |
| 5.3 | COMPARATIVA DE L'ASTIGMATISME SEGONS L'EDAT (EN queratocons)..... | 40 |
| 5.4 | COMPARATIVA DE L'ASTIGMATISME SEGONS L'EDAT I EL SEXE (en queratocons).... | 41 |
| 5.5 | VALOR MITJÀ DE L'EXCENRICITAT | 42 |
| 6 | DISCUSIÓ..... | 43 |
| 7 | CONCLUSIONS | 45 |
| 8 | BIBLIOGRAFÍA | 46 |



1 INTRODUCCIÓ

L'astigmatisme és un defecte refractiu en el qual existeix una diferència de refracció entre els dos meridians principals de l'ull, cosa que impedeix l'enfoc clar dels objectes, tant en els llunyans com en els més propers.

Una de les causes fonamentals d'aquest defecte és degut a qüestions hereditaries, malgrat que en alguns casos pot ser degut a les cicatritzacions de les sutures d'un transplantament de còrnia, a una cirurgia de cataractes, per alguna patologia o per un trauma.

La simptomatologia més freqüent és la percepció de les imatges desenfocades. També pot produir mals de cap o molèsties oculars. A més, depenent de l'edat, de la quantitat, i del tipus d'astigmatisme els símptomes poden ser diferents i inclús no afectar a la visió.

2 MARC TEÒRIC

2.1 LA CÒRNIA

La còrnia és la porció anterior i transparent de la túnica externa de l'ull. Té un aspecte de disc membranós en forma de vidre de rellotge. Està limitada anteriorment amb les parpelles o amb el medi extern, i sempre està banyada per la llàgrima. Posteriorment està banyada per l'humor aquós.

La còrnia té dues funcions fonamentals:

- a) Permetre la transmissió de la llum i, mitjançant la refracció, ajudar a la seva focalització en el fons de l'ull. El seu poder refractiu representa les dues terceres parts de la refracció total de l'ull.
- b) Protegir les estructures intraoculars.

Presenta tres característiques pròpies: curvatura, transparència i absència de vasos. Té un poder refractiu o diòptric d'aproximadament 42 diòptries (en un ull emmetrop de 60D).

Les àrees de la còrnia es divideixen en:

- Zona central (visual): diàmetre de 4mm i descentrada de 0.2 a 0.6mm nasal u 0.2mm superior. És la zona que podem considerar més regular.
- Zona perifèrica: 2-3mm d'ample. Aplanament gradual (s'aplana de centre a perifèria)
- Zona limbe: 2mm d'amplada. Té una esfericitat positiva en un 90% dels seus meridians. La resta té esfericitat negativa o zero. Més esfèrica en la zona nasal i superior.

La còrnia té una forma el·líptica, amb aplanament progressiu cap a la perifèria. L'el·lipse és prolata (zona perifèrica més oberta) en el 95% de les còrnies, encara que pot tenir forma d'el·lipse oblata (més plana en el centre que en la perifèria) en casos especials com quan s'ha intervingut de cirurgia refractiva, tractament de Ortoqueratologia, entre d'altres.

L'excentricitat de la còrnia varia entre 0.41 i 0.58, amb un valor mig de 0.47

Els paràmetres corneals més importants són:

- El radi de curvatura, anterior i posterior.
- Els diàmetres, anterior (òptic) i posterior (anatòmic)
- El gruix, central i perifèric.

2.1.1 RADIS DE CURVATURA

Els valors normals dels radis de curvatura son:

-Anterior: 7.8mm

-Posterior: 6.5mm

De manera que, la cara anterior, té un radi de curvatura més gran, que la cara posterior.

La curvatura corneal pot estudiar-se mitjançant un topògraf. La representació dels paràmetres cornials pot ser mitjançant una escala de colors, sent els càlids per valors més corbats de la còrnia i verds i blaus per valors de radi de curvatura més plans.

El punt on coincideix la màxima curvatura corneal del meridià horitzontal i la del meridià vertical, s'anomena àpex corneal.

2.1.2 DIAMETRES CORNEALS

La còrnia, per fora, presenta una forma oval

Diàmetre horitzontal: 12.6mm

Diàmetre vertical: 11.7mm

La mida d'una còrnia normal va des de 10-13 mm. Una còrnia amb diàmetre inferior a 10mm, s'anomena microcòrnia, mentre que una entre 13-15mm, es coneix com a megalocòrnia.

2.1.3 GRUIX CORNEAL

Zona central: $\pm 20\mu\text{m}$

Zona perifèrica:

Nasal/temporal: $\pm 670\mu\text{m}$

Superior/inferior: $\pm 710\mu\text{m}$

Per tant, les capes histològiques són més gruixudes a la perifèria que a la zona òptica.

L'augment del gruix produït per una acumulació d'aigua es coneix com edema, cosa que pot comprometre la transparència corneal, una de les característiques de la còrnia.

2.1.4 COMPOSICIÓ QUÍMICA

Així doncs, la transparència corneal, també depèn de la composició química, en general, i del contingut hídric en particular (ha de mantenir-se al voltant del 78%)

| |
|-------------------|
| Aigua: 78% |
| Matèria seca: 22% |
| Col·lagen: 68% |
| Proteoglicans: 4% |
| Altres: glúcids |
| Lípids |
| Proteïnes |
| Sals minerals |

2.1.5 ESTRUCTURA HISTOLÒGICA

Des del punt de vista histològic, la còrnia està formada per 5 capes:

1. Epiteli anterior
 - Pluriestratificat pla
2. Capa de Bowman
3. Estroma corneal
 - Conjuntiu dens, orientat, de feixos entrecreuat
4. Membrana de Descemet
5. Endoteli corneal
 - Epiteli monostratificat pla

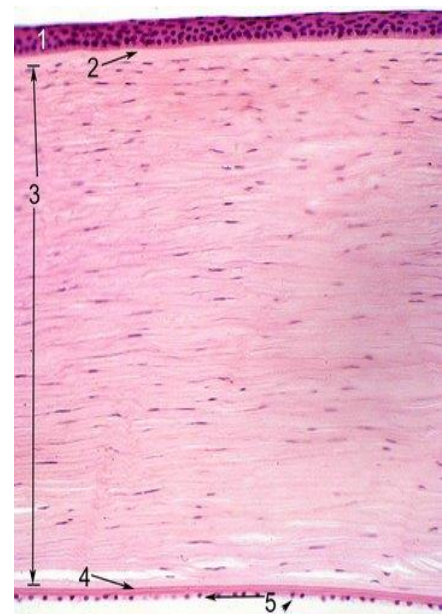


Figura 1. Secció histològica de la còrnia
FONT: (Zurita, 2011)

El metabolisme corneal depèn de la integritat cel·lular amb la seva constant recuperació, per tal de preservar les seves capes que contenen cèl·lules: l'epiteli anterior, l'estroma corneal i l'endoteli corneal.

La capa de Bowman i la membrana de Descemet són capes acel·lulars.

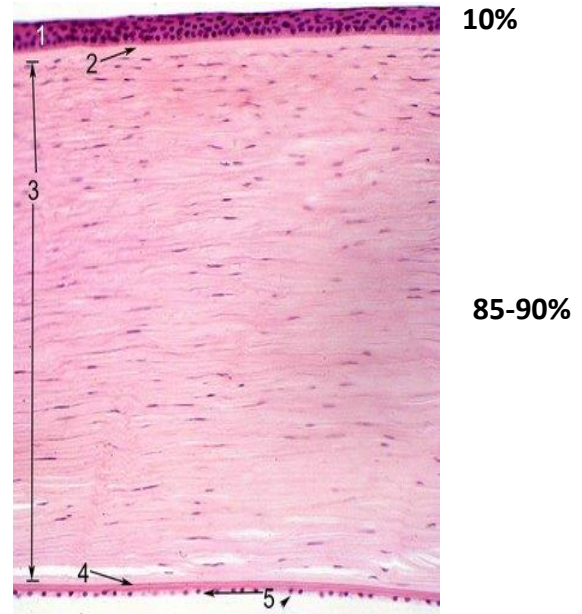


Figura 2. Secció histològica de la còrnia
FONT: (Zurita, 2011)

Secció histològica de la còrnia:

- Porció anterior: epiteli + capa de Bowman + estroma
- Porció posterior: estroma + membrana de Descemet + endoteli

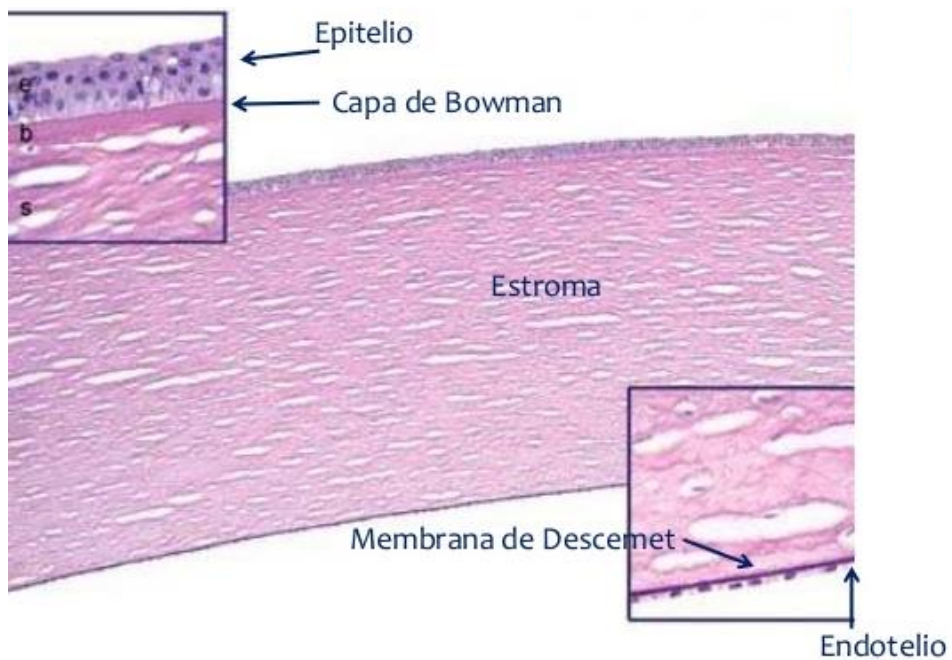


Figura 3. Secció histològica de la còrnia
FONT: (Ortega and Sánchez, 2014)

2.2 ASTIGMATISME

2.2.1 DEFINICIÓ

Podem definir un ull astigmàtic com aquell que té un meridià de màxima potència i un altre de mínima, és a dir, quan la curvatura dels dos meridians no és igual. (Kee, 2013)

És un defecte refractiu que provoca que les imatges s'enfoquin damunt de la retina formant dues focals, cosa que afecta a la visió tant de prop com de lluny. És una condició refractiva en la que l'ull no pot formar un sol punt imatge d'un punt objecte.

L'astigmatisme provoca la alteració de les imatges, ja que els raigs lluminosos no s'enfoquen en el mateix pla de la retina.

L'astigmatisme més freqüent es produeix quan el meridià més corbat (amb el radi de curvatura més petit) és el vertical, en aquest cas trobem: l'astigmatisme directe. Per el contrari quan el meridià més corbat és l'horitzontal, ens trobem: astigmatisme invers.

L'astigmatisme sol ser estable i si varia ho fa en poca quantitat, sobretot si es deu a la forma de la còrnia. L'astigmatisme és l'ametropia més freqüent i té, a més a més, un factor hereditari, bastant important. Pot anar associat a la miopia o a la hipermetropia.

2.2.2 ETIOLOGIA

Es desconeix l'origen de l'astigmatisme, tot i que normalment és congènit, existeix en el naixement i varia molt poc al llarg de la vida. (Kee, 2013)

Pot ser adquirit, en aquest cas pot ser degut a qualsevol alteració que pugui modificar la morfologia de la còrnia com: una cirurgia (cataractes, transplantament de còrnia...) un trauma (penetrant que provoqui lesió), o bé una infecció (per herpes...) (Timsit, 2016)

La potència i orientació del astigmatisme acostuma a ser força constant, i, si es dona una evolució molt important, pot ser símptoma de l'inici d'una alteració de la forma de la còrnia, com pot ser una ectàsia corneal o queratocon. (Timsit, 2016)

PREVALENCIA

L'astigmatisme canvia relativament poc durant tota la vida.

L'astigmatisme d'inici en edat escolar és poc freqüent, i pateix pocs canvis en freqüència i quantitat. Un estudi fet a Orinda, Califòrnia, va demostrar que la freqüència d'augment de l'astigmatisme d'1D o més, als 6 anys, era gradual del 2% al 3%, als 14 anys. (Hernandez, 2006)

Per regla general l'astigmatisme elevat, durant la infància, estan associats a hipermetropies moderades o altes, però ambdós defectes tendeixen a disminuir cap als 5 anys.

Si un nen ha de tenir un astigmatisme elevat, aquest hauria d'estar ja present abans de començar l'etapa escolar, en el cas de que l'astigmatisme sigui major d' 1 diòptria, acostuma a desenvolupar-se abans dels 2 anys d'edat. En edat adulta, l'astigmatisme no sol variar, si ho fa, sol ser tensional, com la miopia. (Hernandez, 2006)

El petit astigmatisme que apareix en edat infantil, pot ser degut a la força que exerceix la parpella superior sobre la còrnia, fent així que el meridià vertical sigui més corbat que l'horitzontal.

En edat madura, aquest astigmatisme pot canviar la seva forma, fent que l'eix vertical sigui més pla, degut a la laxitud en el múscle palpebral que descansa sobre l'ull. Aquest es el motiu pel qual l'eix o els graus del nostre astigmatisme canvien amb els anys.

Un ampli estudi que es va realitzar en una població de nens, no hi va haver diferències significatives en la prevalença de l'astigmatisme entre els infants de pares que tenien astigmatisme i aquells que els pares no eren astigmàtics. Per tant, l'herència no constitueix un factor de risc de l'astigmatisme. (Dunaway and Berger, 2008)

L'astigmatisme és l'ametropia més freqüent. L'any 1992, Fatt and Weissman, asseguren que un 95% de la població presenta algun grau d'astigmatisme. En un estudi realitzat a Mèxic (Bahena, 1989), es va trobar que, de 393 pacient ametrops, el 57% són astigmàtics. El estudi fet per Bahena-Rojas (2001), diu que almenys el 47% de la població, té algun tipus d'astigmatisme.

En fragments d'una presentació a la Societat internacional de la oftalmologia Geogràfica i epidemiològica, de David Dunaway i Ian Berger (2008), trobem que, tot i que no s'hagin recopilat suficients dades per predir exactament el predomini per diòptries de correcció, per la majoria de les poblacions, la informació general de prevalença en el cas de l'astigmatisme pot ser tant alt com el 70% si totes les quantitats (en diòptries) són incloses, mentre que si només tenim en compte les superiors a 1.25 diòptries, els estudis mostren que pot arribar a disminuir fins a un 3%. (Garcia, 2008)

2.2.3 SÍMPTOMES I SIGNES

Els símptomes i signes que normalment produeix l'astigmatisme són els següents:

- Astenopia (mal de cap, llagimeig, fotofòbia, picor als ulls, etcètera)
- Percepció de les imatges distorsionades
- Agudeses visual de lluny deficient
- Mareig
- Vertigen
- Visió borrosa intermitent en visió pròxima, girades de cap quan es passa en mirar de lluny a mirar de prop, etcètera.

2.2.4 TIPUS

Segons la nova edició del llibre: Fundaments de l'optometria (Furlan, García, et al., 2009), i la segona edició del llibre i atlas d'oftalmologia (Lang, 2006), entre d'altres, podem diferenciar diversos tipus d'astigmatisme.

En primer lloc podem diferenciar l'astigmatisme entre:

- Baix: de 0.25 a 1 D.
- Mitjà: major de 1 a 3 D.
- Alt: ≥ 3 D.

En segon lloc, depenen de la posició dels dos meridians principals, podem diferenciar entre:

- Regular: en el qual, els dos meridians principals formen un angle recte. És el més habitual i es pot corregir amb lents oftàlmiques.
- Irregular: on els dos meridians principals, no formen un angle recte. Infreqüent i difícil de corregir amb lents oftàlmiques, pot estar causat per un queratocon o cicatrius a la còrnia, en aquests casos es fa necessari la neutralització amb lents de contacte de dissenys especials.

En tercer lloc, i depenen d'on es situïn les dues línies focals, tenim:

- Simple: es produeix quan una de les línies focals es situa sobre la retina, mentre que l'altre ho fa davant o darrera d'aquesta, per tant, un meridià és emmetrop i l'altre no. En aquest cas podem tenir:
 - Astigmatisme miopia simple: on el meridià vertical és miop, i l'horitzontal és emmetrop.
 - Astigmatisme hipermetròpic simple: quan l'horitzontal és hipermetrop i el vertical és emmetrop.
- Compost: es produeix quan cap de les dues línies focals es situen sobre la retina, per tant, on cap dels dos meridians és emmetrop. En aquest cas podem trobar:
 - Astigmatisme miopic compost: on els dos meridians son miops
 - Astigmatisme hipermetròpic compost: on els dos meridians son hipermetrops
 - Astigmatisme mixt: quan un meridià és hipermetrop i l'altre és miop.

Per últim, segons en quin dels dos meridians es trobi la refracció més alta, podem distingir entre:

- Directe: el meridià principal el tenim a $90^\circ \pm 20^\circ$ (la refracció més alta la trobem en el meridià vertical). És el més típic en joves.
- Invers: el meridià principal el tenim a $180^\circ \pm 20^\circ$ (la refracció més alta la trobem en el meridià horitzontal) És el més típic en persones grans.
- Oblic: el meridià principal el tenim a $45^\circ \pm 20^\circ$

2.2.5 NEUTRALITZACIÓ

Per tal de corregir l'astigmatisme trobem diverses opcions:

-Ulleres: amb vidres astigmàtics o tòrics, els quals no tenen la mateixa potència en tots els meridians, permetent, així, enfocar la imatge nítidament en la retina. La correcció de l'astigmatisme en ulleres és molt sensible, especialment per sobre de 3 diòptries, cal que la realització sigui molt precisa. És un bon consell no escollir una muntura molt rodona si volem corregir astigmatismes, sobretot elevats, ja que és més fàcil que el vidre ens giri i per tant, ens canviï l'eix apropiat.

-Lents de contacte: toves o bé rígides.

-Solucions quirúrgiques: la cirurgia refractiva permet a través d'un làser, la modificació de la curvatura de la còrnia, d'aquesta manera es pot corregir el defecte refractiu.

- Làser excimer: s'aplica en el grossor de la còrnia, molt usat per corregir astigmatismes mitjans.
- Tècnica incisional o queratotomia arcuata: consisteix en realitzar unes incisions en la superfície corneal, indicada per corregir astigmatismes elevats.
- Lents intraoculars tòriques: poden ser fàquiques (s'implanten entre la còrnia i el cristal·lí) i pseudofàquiques (substitueixen el cristal·lí). S'utilitzen habitualment per corregir astigmatismes alts, i normalment quan també hi ha una miopia o una hipermetropia associada al astigmatisme.

2.2.6 QUERATOCON

Com hem mencionat anteriorment, el queratocon és el un dels casos on pot ser més extrem l'astigmatisme corneal.

Es tracta d'un aprimament progressiu de l'estroma central o paracentral, amb protrusió apical. No és inflamatori. Per lo general, és bilateral, però asimètric.

Indueix miopia i astigmatisme irregular (generalment es presenta com un astigmatisme i miopia en un ull, posteriorment l'astigmatisme es tornarà irregular). Provoca un descens progressiu de l'AV.

2.2.6.1.1 ETIOLOGIA

La etiologia no està molt clara, té molt poca tendència congènita, va lligat a una anormalitat del col·lagen. Els factors ambientals que li podem atribuir son: atòpia i fregament d'ulls.

Segons l'estudi realitzat per Kenney i Brown (2003), es donen una serie de condicions, hipòtesis en cascada, on ens expliquen que els diversos enzims en peroxidació de lípids i/o vies d'òxid nitrós son anormals o bé defectuoses, de manera que augmentes els subproductes oxidatius i citotòxics, cosa que amb el pas del temps provoca l'alteració de varies proteïnes.

Aquesta cascada de successos provoca apoptosi, un augment d'activitat enzimàtica i fibrosis, per la qual cosa la còrnia mostra un encorbament, augmentant així l'astigmatisme i la seva irregularitat, disminuint l'espessor, produint cicatrització i provocant canvis progressius.

Amb el temps podem trobar: estries de Voght, Anell de Kayser-Fleischer, ruptura de la membrana de Descemet, Hydrops, signe de Munson, major visibilitat de nervis i reflex de tiora en la retinoscopia, entre d'altres.

També pot haver condicions associades com el síndrome de Down, desordres del teixit connectiu i/o desordres atòpics sistèmics i oculars.

2.2.6.1.2 INCIDÈNCIA

La incidència, és aproximadament de 1 de cada 2000 persones, més comú en climes calents i secs, afecta als dos sexes per igual. És més comú en alguns grups racials o ètnies. (Anzures, 2017)

2.2.6.1.3 INICI

Pot tenir dos inicis:

- Inici durant l'adolescència: (el més comú) període compres entre els 13 i 17 anys, usualment bilateral i asimètric, avança durant 10 anys aproximadament, i pot seguir avançant fins als 30 i 40 anys d'edat.
- Inici retardat: al voltant dels 30 anys, no sempre es bilateral, en aquest cas l'avançament pot ser mínim.

2.2.6.1.4 TIPUS I FORMA

Pot ser:

- TEMPRA: On la K mitjana és menor a 50D, existeix una petita àrea d'astigmatisme irregular en la còrnia paracentral inferior. Pot presentar una reducció de l'agudesia visual amb ulleres.
- AVANÇAT: La k mitjana va des de 50-60D, la queratometria a vegades es difícil i d'utilitat qüestionable, la videoqueratoscopia és més útil. En aquest cas pot ser de diverses formes: en forma de mugró l'encorbament es paracentral, si es oval, es inferior i si es global tindria un encorbament global

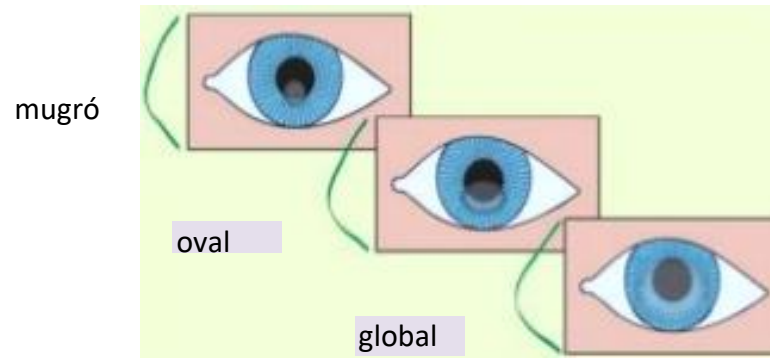


Figura 4. Tipus de queratocon
FONT: (Alfaro A, Segueda A, Armando M, et al., 2015)

2.2.6.1.5 SÍMPTOMES I SIGNES

SÍMPTOMES:

Inicialment és asimptomàtic, disminució visual reportada durant o després de la pubertat, avança lentament durant 5-10 anys. Imatges fantasmes/diploïa monocular, degut al astigmatisme irregular, generalment reportat a l'inici en un sol ull. Flaixos de llum, especialment a la nit, fofofòbia

SIGNES:

- INICIALS:

Els més destacats són, entre d'altres:

- ombres en tiora
- canvis marcats en la refracció, tant en l'esfera com en el cilindre i l'eix
- astigmatisme irregular
- reducció en visió sense i amb correcció
- material de lectura sostingut molt a prop
- apertura palpebral estreta
- línies de Vogt
- nervis corneals prominents.
- mires queratomètriques distorsionades

- TARDANS:

Els més destacats són, entre d'altres:

-Aprimament corneal progressiu, major en el vèrtex i el bombament corneal, s'associa amb baixa AV i astigmatisme irregular marcat. Més visibilitat del con vist de perfil.

-Signe de Munson en la parpella inferior.

-Anell de ferro de Fleicher.

-Més visibilitat de fibres dels nervis corneals

-Estria de Voght

-Cicatrització corneal.

-Hydrops aguts. Edema corneal sobtat, per ruptura de la membrana de Descemet, es resol de forma gradual en setmanes o mesos.

2.2.6.1.6 TRACTAMENT

-Instruir al pacient per que no es fregui els ulls.

-Ulleres en els casos molt precoços

-Lents de contacte. La gran majoria dels queratocons es tracten amb LC RPG.

-Queratoplàstia. En casos avançats, si hi ha cicatrització corneal significativa, o intolerància a la LC.

2.3 TOPÒGRAFS

Els instruments que ens permeten observar la topografia corneal són: els disc de Plàcid, el foto/ vídeo queratoscopi, el queratòmetre i per últim els sistemes d'anàlisi topogràfic assistits per ordinador.

Un dels avantatges de la topografia corneal és que pot detectar irregularitats corneals invisibles en la majoria dels exàmens convencionals. Així que es recomana fer servir un topògraf, en els següents casos:

- Diagnòstic i seguiments de malalties corneals com el queratocon, astigmatismes irregulars...
- Estudi pre i post cirurgia refractiva (miopia/hipermetropia/astigmatisme).
- Transplantaments de còrnia (abans i després de cirurgia).
- Adaptacions de lents de contacte.

La topografia permet conèixer els detalls de forma de la còrnia, interpretats en mapes, dels quals podem distingir:

- Mapa d'elevacions: comparen la superfície corneal amb una de referència
- Mapa de curvatura: indica la curvatura corneal en cada punt.
- Mapa queratomètric: indica la direcció i la potencia dels meridians principals de la còrnia.
- Mapa de comparació: comparen i troben diferències en UD/UE

Una topografia permet detectar alteracions corneals i també descriure les propietats òptiques per a qualsevol diàmetre pupil·lar. A més, al tenir informació molt detallada de la superfície corneal, permet aplicar correccions òptiques més complexes com nomogrames asfèrics i correccions d'aberracions corneals.

DETALLS A TENIR EN COMPTE

- Els colors: els freds representen radis de curvatura tancats, mentre que els càlids representen radis oberts.
- Els tipus de projeccions d'anells:
 - Con petit: més precisió local, menor repetibilitat, evita ombres anatòmiques
 - Con gran: menor precisió local, major repetibilitat
- Imatge completa i enfocada

Les parpelles: les parpelles i les pestanyes (pestanyes llargues, triquiasis, blefaritis...) també són les responsables de certes anomalies topogràfiques, sobretot en la part superior. Per altra banda, s'ha vist que la força exercida per les parpelles durant el parpelleig fa que en el període interparpelleig, s'observi estabilitat topogràfica de la zona central de la còrnia, mentre que en l'àrea superior i inferior de la perifèria corneal apareix una variació topogràfica que coincideix amb la posició natural de les parpelles.

L'enfoc: la imatge depèn de l'operador i la col·laboració del pacient, i per capturar una imatge topogràfica bona fa falta situar la còrnia en el centre del con, i el pacient ha de mantenir l'enfoc sobre l'objecte situat en el centre (depèn de la distància de treball i la mida del con). Errors petits en l'enfoc dona com a resultat canvis i asimetria topogràfica.

2.3.1 TIPUS

Els topògrafs corneals computeritzats, són un gran avantatge respecte als convencionals, els quals no ens mesuren el radi de curvatura del centre de la còrnia, ni de la seva perifèria, només el d'una zona paracentral d'uns 3-4mm, també assumeixen que el radi de la zona és esfèrica, a més a més només ofereix una lectura en 4 únics punts, corresponents als 2 meridians principals de la còrnia.

TOPÒGRAFS BASATS EN ELS DISCS DE PLÀCID

Són els instruments més comunament usats, es basen en l'anàlisi de les imatges reflexades en la superfície anterior de l'ull (en la pel·lícula llagrimal, per tant, existeixen errors en cas d'ull sec o excés de llàgrima). Permeten l'anàlisi d'entre 7 a 9mm de la còrnia.

Existeixen dos tipus: molts anells i molt prims, o bé pocs anells i molt gruixuts (cal tenir en compte que els dos costats de cada anell recull dades).

Alguns dels topògrafs, que utilitzen els discs de Plàcid són: EyeSys (10 anells), Tomey (22 a 31 anells), Keratron (28 anells), entre d'altres.

Alguns dels topògrafs més coneguts són:

OBSCAN

Aquest topògraf a banda d'utilitzar els discs de Plàcid, també fa servir dos feixos de llum orientats horitzontalment, projectats per una làmpada d'hendidura, per tal de produir múltiples imatges del segment anterior. S'aconsegueixen 40 imatges (feixos projectats 20 cap a la dreta i 20 cap a l'esquerra) de limbe a limbe, adquirint dades de 9000 punts en 1.5segons.

Es poden observar mapes de curvatura i elevació anteriors i posteriors. També es pot mirar la profunditat de la càmera anterior i l'angle Kappa.

PENTACAM

El Pentacam HR d'Oculus és el topògraf escollit per realitzar aquest treball, ja que és un topògraf que permet l'avaluació del segment anterior ocular, des la superfície anterior corneal fins la superfície posterior del cristal·lí. Està format per una càmera en rotació, que funciona amb la tècnica Scheimpflug, la qual consisteix en una rotació de 180°, des de 130° a 310°. Conté llum monocromàtica (un LED blau a 475nm). S'obtenen de 12 a 50 imatges entre 0.5 i 2 segons amb 500 punts reals d'elevació per imatge.

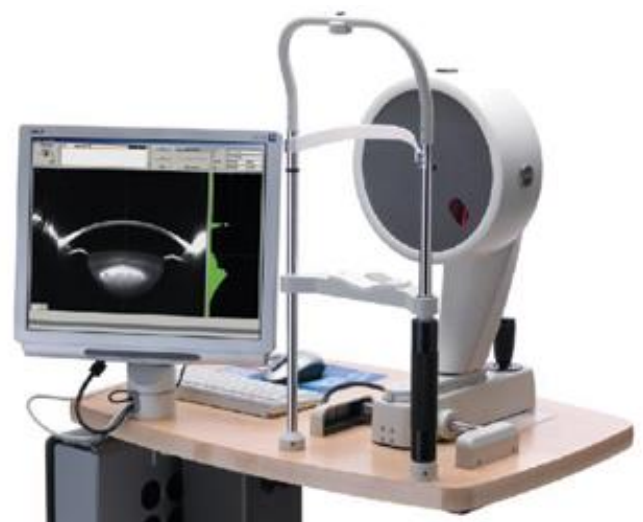


Figura 5. Pentacam
 FONT: (Nieto, 2011)

Aquest instrument té una auto-eliminació dels moviments oculars del pacient (segona càmera de control). Ens mesura tant la curvatura total de la còrnia com el seu espessor de forma exacta.

Amb el Pentacam podem fer una observació en 3D de la còrnia i mesurar la profunditat, el volum i l'angle de la càmera anterior en els seus 360. A la vegada ens aporta dades paquimètriques de limbe a limbe i dades de la densitat de la còrnia i del cristal·lí (que ens ajuda en el diagnòstic de la cataracta).

Respecte als mapes topogràfics de la cara anterior i posterior de la còrnia, no perd els 2mm centrals del topògraf (zona molt important en la cirurgia refractiva).

2.3.2 PARÀMETRES RELEVANTS

2.3.2.1.1 VALORS D'EXCENTRICITAT

L'excentricitat corneal (e) és un paràmetre matemàtic que valora els canvis de la curvatura de la còrnia, és a dir l'aplanament d'aquesta, des del centre fins a la perifèria.

VALORS D'EXCENTRICITAT CORNEAL

- $e=0$: còrnia esfèrica , en forma de cercle
- $0 > e < 1$: còrnia el·líptica (*el·lipse oblata*)
- $e > 1$: còrnia en forma de paràbola
- $e = 1$: còrnia en forma d'hipèrbole

En una $e=0$ trobarem que no hi ha aplanament, mentre que en una $e > 1$ tindrem un aplanament màxim en la perifèria. Per tant, a major valor d'excentricitat, major és l'aplanament perifèric.

Sabem també que una còrnia amb valor $e < 0$ és una còrnia que s'ha sotmès a una cirurgia, mentre que una amb valor $e > 1$ és una còrnia patològica.

L'excentricitat normal de la còrnia, no és la d'una esfera, sinó la d'una el·lipse prolata, que indica que la seva curvatura, tal i com he mencionat anteriorment, es va aplanant a mesura que ens allunyem del centre cap a la perifèria. En còrnies normals, tal i com ens mostren diversos estudis, el valor va de 0.41 a 0.58, tenint com a valor mig aproximat $0,45 \pm 0,10$. (Shukair, 2010)

L'excentricitat és útil per:

- Adaptar lents de contacte RPG esfèriques, ens permet calcular la separació de la vora de la lent de contacte i la còrnia, i per tant dissenyar les corbes perifèriques a mida.
- Adaptar lents de contacte RPG asfèriques, per poder escollir l'excentricitat d'aquesta en funció de la de la còrnia.
- Predir en ortoqueratologia la reducció potencial de diòptries de miopia.
- Calcular la lent de geometria inversa adequada en ortoqueratologia mitjançant les sagites corneals de la lent de contacte.

2.3.2.1.2 POLINOMIS DE ZERNIKE

Una aberració és qualsevol desviació d'un sistema òptic respecte al comportament perfecte, és a dir, qualsevol diferència entre el comportament real i el comportament ideal (astigmàtic) que s'obté a l'òptica paraxial.

Entre les aberracions oculars trobem l'aberració esfèrica, l'aberració de coma i l'aberració de curvatura de camp.

L'aberració i l'edat estan relacionades, a mesura que augmenta l'edat, també ho fan les aberracions del cristal·lí. La més comuna és l'aberració esfèrica, tot i que també augmenta el coma corneal

Els polinomis de Zernike s'utilitzen per organitzar sistemàticament les aberracions en modes. Cadascun dels modes representa una aberració òptica amb un nom específic.

L'anàlisi de l'aberració del front d'ona pot representar-se gràficament en un mapa de colors, on els colors calents representaran les zones més elevades, mentre que els colors freds, representaran les més deprimides. Un cop fet l'anàlisi del front d'ona es pot quantificar cadascuna de les aberracions òptiques que s'hagin trobat en funció del coeficient del polinomi de Zernike. Així es defineixen les aberracions de baix ordre com el prisma, el desenfocament, l'astigmatisme, l'aberració esfèrica, el coma i les aberracions d'alt ordre.

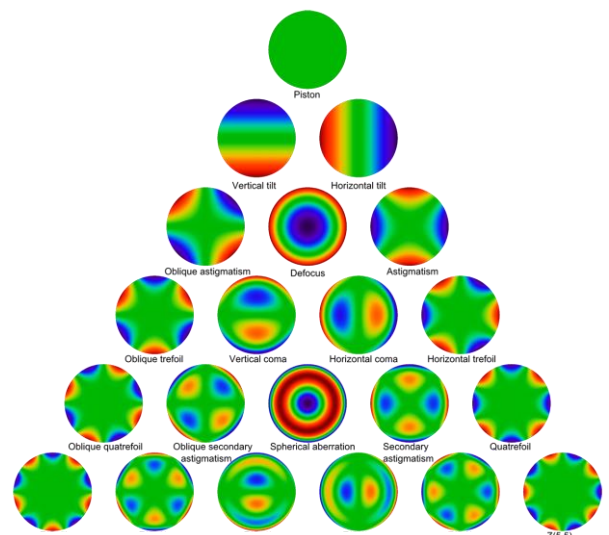


Figura 6. Polinomis de Zernike.
 Font: (ADDLINK, 2016)

Els polinomis de Zernike constitueixen una base matemàtica adequada per representar les aberracions oculars. Cada valor de Zernike representa l'aberració de l'ona compensada d'una de les aberracions òptiques, de manera que la variació respecte a una superfície de referència adequada és la mínima i a més, la mitjana de les distorsions de l'ona amb respecte a la superfície de referència es zero.

2.3.2.1.3 ÍNDEXS TOPOGRÀFICS

| Índex | Descripció | Rang Normal |
|-------|---|------------------|
| K | Valor K central. Valora el grau d'encurvament de la zona central de la cornia | <47,2D o >7,15mm |
| CIM | Grau d'irregularitat de la superfície | <0,69 micres |
| TKM | Queratometria Tòrica Mitja. Derivada dels paràmetres d'elevació. | <43,1 a 45,9D |
| SF | Factor de Forma (Q) o (e2) | <0,36 |
| I-S | Assimetria Inferior-Superior | <1,4 |
| ACP | Potència corneal mitja | 40,5 a 46,7D |
| CEI | Índex d'excentricitat corneal o SF global. Positiu per un superfície prolata i negatiu per una oblata | -0,114 a 0,806 |
| SDP | Desviació Estàndar de la Potència. S'incrementa quan existeix un ampli rang de potències dins la còrnia | 0,37 a 1,33 |
| DSI | Índex de sector diferent. Aporta la major diferència en potència mitja en dos sectors oposats | 0,21 a 3,51 |
| OSI | Índex del sector oposat. Representa la major diferència en potència mitja en dos sectors oposats | -0,55 a 2,09 |
| CSI | Índex de centre'voltant. La diferència entre la mesura en potència de l'àrea central (3mm de diàmetre) i d'una àrea anul·lar de 3mm al voltant de l'àrea central | -0,28 a 0,80 |
| IAI | Índex d'astigmatisme irregular. Aporta la mesura de la variació inter-anell en potència al llarg dels semimeridians. | 0,19 a 0,49 |
| AA | Àrea analitzada. La relació de l'àrea utilitzada per càlculs comparada amb la total de la topografia. | 0,70 a 0,94 |
| SAI | Índex d'assimetria de la superfície. Detecta la alteració de la simetria corneal. | 0,10 a 0,42 |
| SRI | Índex d'irregularitat de la superfície. Els valors poden ser usats per predir la qualitat òptica a partir de la topografia corneal. | 0,00 a 0,56 |

Taula 1. Índexs topogràfics
FONT: (Alarcón, Portuquez, et al., 2011)



3 HIPÒTESIS

Les hipòtesis plantejades en el present treball són:

1. L'astigmatisme d'una població no depèn del sexe però sí de l'edat.
2. L'astigmatisme no segueix els patrons de normalitat en còrnies amb ectasies.
3. L'excentricitat mitjana de la població, no patològica, va entre 0.41 i 0.58.

4 ESTUDI EXPERIMENTAL

L'objectiu d'aquest estudi es realitzar un anàlisi de les dades extretes del topògraf (Pentacam) a partir d'una mostra de pacients del centre universitari de la visió (CUV).

Primer de tot s'han separat els pacients amb còrnies normals, dels que tenen còrnies ectàtiques. A partir d'aquestes dades he establert criteris de diferenciació: el primer és l'edat, ja que segons els estudis, sabem que l'astigmatisme pot variar a mesura que passen els anys. El segon, és el sexe. En primer lloc s'analitza l'astigmatisme associat als pacients amb còrnies sanes i en segon lloc en pacients amb queratocons. I finalment s'observa si la mostra, dels pacients que no presenten cap alteració de la forma de la còrnia, segueix la normalitat en els valors de l'excentricitat.

4.1 MATERIAL I MEDOLOGÍA

4.1.1 SELECCIÓ DE LA MOSTRA

La mostra està formada per 200 pacients (200 ulls), obtinguts de la base de dades del topògraf.

El primer lloc es van analitzar les dades traient les topografies que no eren fiables (sense eliminar els queratocons). En segon lloc, es varen seleccionar els casos de topografies normals, extraient de la mostra els queratocons. En cap moment es va excloure cap rang d'edat, ja que el conjunt de l'estudi es vol veure si l'astigmatisme pot estar influenciat per l'edat del pacient.

4.1.2 MATERIAL UTILITZAT

El material utilitzat per dur a terme aquest treball, és el topògraf Pentacam, i l'optiplus, la base de dades del CUV on s'enregistra la fitxa dels pacients (nom, edat, sexe, antecedents, operacions, malalties, al·lèrgies, graduació, diagnòstics i tractaments).

El tractament de les dades s'ha realitzat amb Excel (versió 2013)

4.1.3 METODOLOGIA DE L'ESTUDI

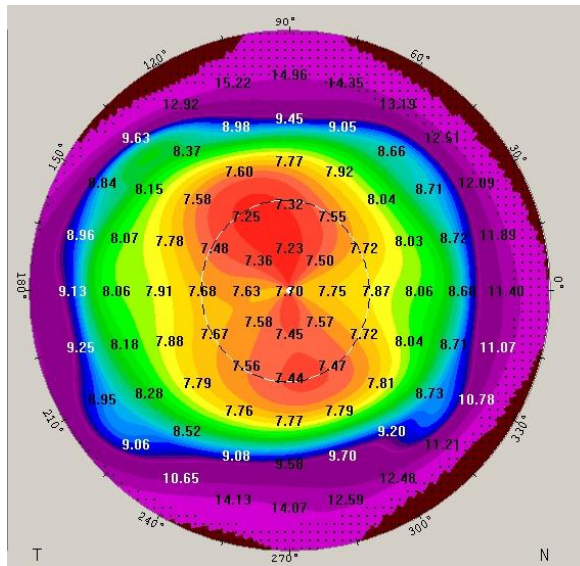
Un cop obtingudes les dades les vaig classificar en:

- EDAT: 0-18 anys
19-40 anys
41-65 anys
Més de 65 anys
- SEXE dins de cada franja d'edat:
Homes de 0-18 anys, de 19-40 anys, de 41-65 anys i més de 65 anys.
Dones de 0-18 anys, de 19-40 anys, de 41-65 anys i més de 65 anys.

Una vegada diferenciades les topografies segons aquets criteris, vaig començar a analitzar-les, per fer-ho correctament, vaig diferenciar els diversos tipus d'astigmatisme en:

- Baix: de 0.25 a 1 D.
 - Mitjà: major de 1 i fins a 3 D.
 - Alt: ≥ 3 D.

 - Regular: els dos meridians principals formen un angle recte. És el més habitual i es pot corregir amb lents.
 - Irregular: els dos meridians principals no formen un angle recte. Infreqüent i difícil de corregir amb lents, pot estar causat per un queratocon o cicatrius a la còrnia.
- *Podem saber-ho fàcilment fixant-nos amb la següent imatge (extreta del Pentacam)



Observem un corbatí simètric, cosa que ens indica, que es tracta de un astigmatisme de tipus regular.

Figura 7. Imatge del Pentacam.
FONT: topògraf, pentacam del CUV

- Simple: on el meridià vertical és miop i l'horitzontal és emmetrop (miopic simple), o bé quan l'horitzontal és hipermetrop i el vertical és emmetrop (hipermetròpic simple).
 - Compost: on els dos meridians son miops (miopic compost) o bé hipermetrops (hipermetrop compost).
 - Mixt: quan un meridià és hipermetrop i l'altre és miop.
- *Podem saber fàcilment si es tracta d'un astigmatisme simple compost o mixt amb la graduació, extreta prèviament de l'Optiplus (base de dades de pacients del CUV).
- Directe: el meridià principal el tenim a 90° (típic en joves)
 - Invers: el meridià principal el tenim a 180° (típic en persones grans)
 - Oblic: el meridià principal el tenim a 45°
- *Tots els angles és consideren correctes amb una desviació de $\pm 20^\circ$

Finalment s'ha extret la mitja de l'excentricitat corneal entre tots els pacients amb còrnies no patològiques. Valor molt important per determinar la curvatura de la còrnia.

4.1.4 PENTACAM

El Pentacam HR d'Oculus, fabricat per Optikgeräte GmbH, a Alemanya, és el topògraf escollit per realitzar aquest treball, ja que és un topògraf que permet l'avaluació del segment anterior ocular, des la superfície anterior corneal fins la superfície posterior del cristal·lí.

Les característiques tècniques són les següents :

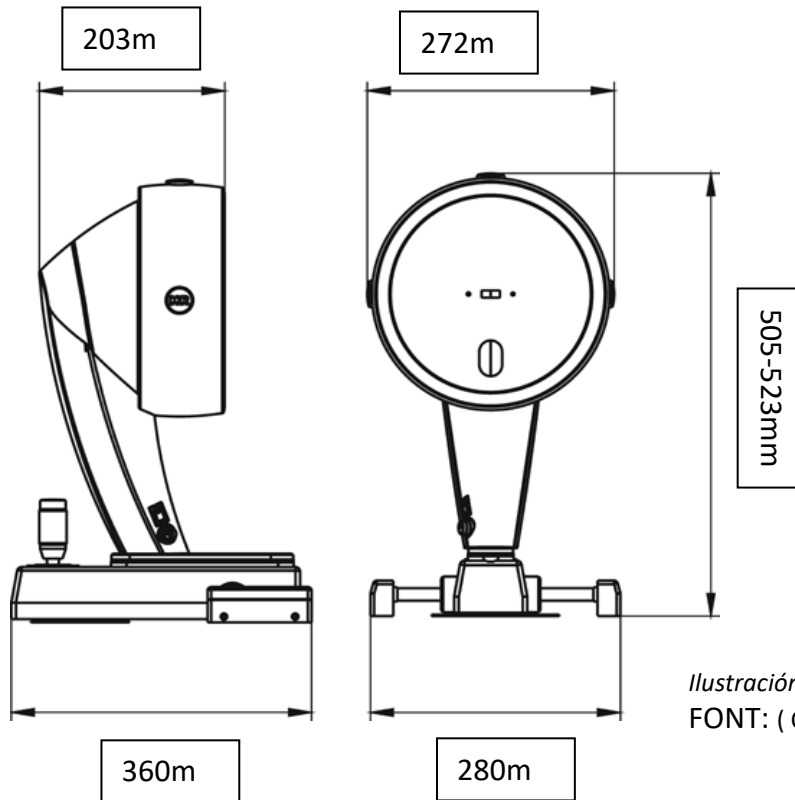
| Característiques | Pentacam | Pentacam HR |
|-------------------------------|--|--|
| Càmera | Càmera digital CCD | Càmera digital CCD |
| Font de llum | LEDs blaus (475nm lliure d'UV) | LEDs blaus (475nm lliure d'UV) |
| Processador | DSP amb 400 mil. d'operacions | DSP amb 400 mil. d'operacions |
| Velocitat | 50 imatges en 2 segons ¹⁾ | 100 imatges en 2 segons ²⁾ |
| Dimensions (HxAxL) | 535x280x360mm | 535x280x360mm |
| Pes | 9Kg | 9Kg |
| Requeriments mínims PC | Pentium IV, 1.5GHz, Windows XP, 2GB RAM, VGA tarja gràfica 1024x768 true color, SB interface | Pentium IV, 1.5GHz, Windows XP, 2GB RAM, VGA tarja gràfica 1024x768 true color, SB interface |
| Rang de mesura | Pentacam | Pentacam HR |
| Precisió | ±0.2D | ±0.1D |
| Reproductibilitat | ±0.2D | ±0.1D |
| Distància d'operació | 80mm | 80mm |

Taula 2. Fitxa tècnica dels models del Pentacam

FONT: (OCULUS Optikgeräte GmbH, 2013)

¹⁾ Imatge de Scheimpflug del segment anterior (sencer)

²⁾ Escàner corneal d'alta resolució



Il·lustración 1. Pentacam HR

FONT: (OCULUS Optikgeräte GmbH, 2013)

5 RESULTATS

En l'estudi realitzat, per un banda, comparem les topografies dels pacients normals i , per altra banda, s'analitzen les topografies de pacients amb ectàsies corneals o queratocons, comparant en ambdós casos, primerament edat, i segonament edat i sexe.

Per últim s'extreu l'excentricitat mitjana dels pacients amb còrnies normals.

5.1 COMPARATIVA DE L'ASTIGMATISME SEGONS L'EDAT (EN CÒRNIES NORMALS)

Tipus 1: es diferencia entre astigmatisme baix, mitjà i alt i els resultats són:

| | 0-18 | 19-40 | 41-65 | >65 |
|------|------|-------|-------|-----|
| Baix | 25% | 45% | 53% | 41% |
| Mig | 56% | 40% | 43% | 53% |
| Alt | 19% | 16% | 4% | 6% |

Taula 3. Astigmatisme tipus 1

Si ens fixem en els resultats, la mostra fins als 18 anys hi predomina l'astigmatisme mig que, tot i que en els següents grups d'edat no és tant clarament predominant, es torna a fer més notable en el grup de majors de 65 anys. En quant als grups intermedis, el predominant és el de tipus baix. Tal i com es pot observar en el següent gràfic, es fa evident la evolució de la tipologia al llarg dels grups d'edat.-

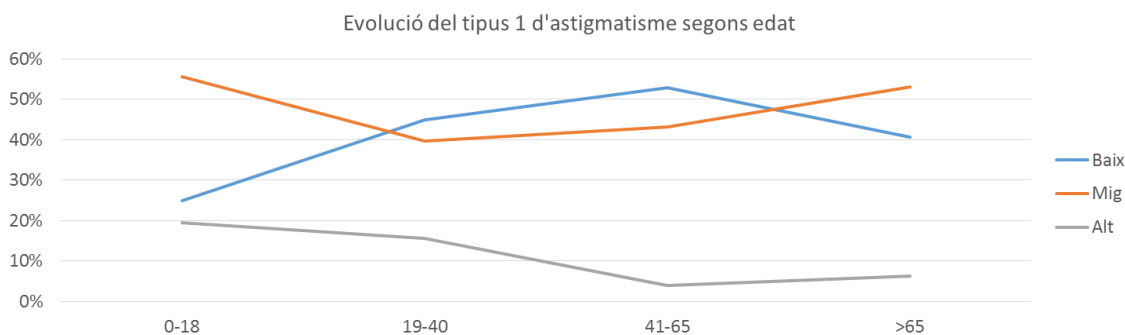


Figura 8. Astigmatisme tipus 1

Tipus 2: es diferencia entre astigmatisme regular i irregular i els resultats són:

| | 0-18 | 19-40 | 41-65 | >65 |
|-------------------|------|-------|-------|-----|
| Regulars | 94% | 93% | 90% | 53% |
| Irregulars | 6% | 7% | 10% | 47% |

Taula 4. Astigmatisme tipus 2

L'astigmatisme del tipus regular és clarament predominant en tots els grups d'edat, tot i que cal destacar que, com més avança l'edat, menys evident es fa aquesta predominança.

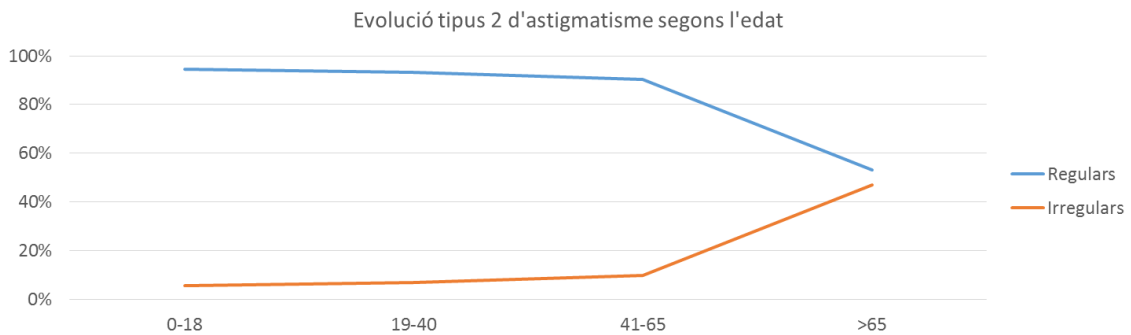


Figura 9. Astigmatisme tipus 2

Tipus 3: es diferencia entre astigmatisme mixt, compost i simple, sent els resultats els següents:

| | 0-18 | 19-40 | 41-65 | >65 |
|----------------|------|-------|-------|-----|
| Compost | 57% | 64% | 22% | 48% |
| Simple | 8% | 10% | 13% | 6% |
| Mixt | 35% | 26% | 65% | 46% |

Taula 5. Astigmatisme tipus 3

Els dos primers grups d'edat hi predomina, clarament, l'astigmatisme compost, mentre que, a partir dels 41 anys, predomina el tipus mixt. Ara bé, al final, als majors de 65 anys, les tipologies de compost i mixt estan molt igualades.

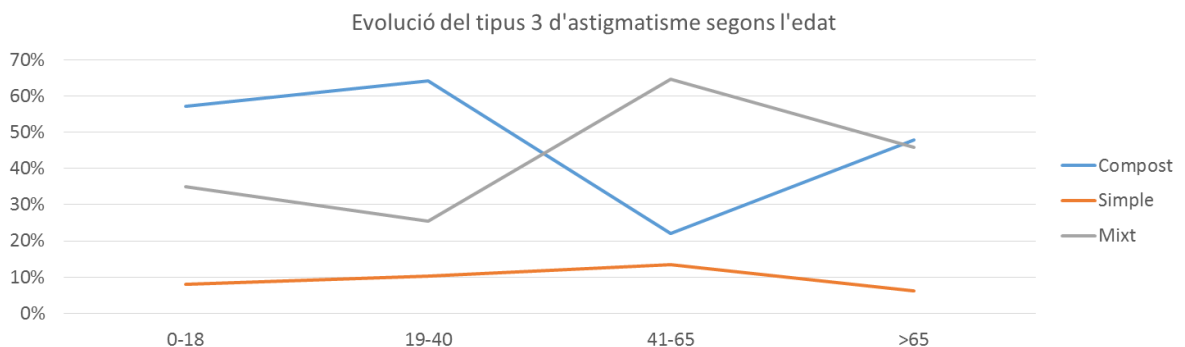


Figura 10. Astigmatisme tipus 3

Tipus 4: es diferencia entre astigmatisme directe, invers u oblic, sent els resultats els següents:

| | 0-18 | 19-40 | 41-65 | >65 |
|----------------|------|-------|-------|-----|
| Directe | 89% | 66% | 53% | 19% |
| Invers | 6% | 9% | 14% | 47% |
| Oblic | 6% | 26% | 33% | 34% |

Taula 6. Astigmatisme tipus 4

El tipus directe presenta una tendència negativa, al llarg dels grups d'edat, fet que fa que passi de ser predominant a edats joves a minoritari en edats més avançades. En canvi, el tipus invers, presenta una tendència positiva i passa de ser minoritari, als grups joves, a ser majoritari al grup de majors de 65 anys.

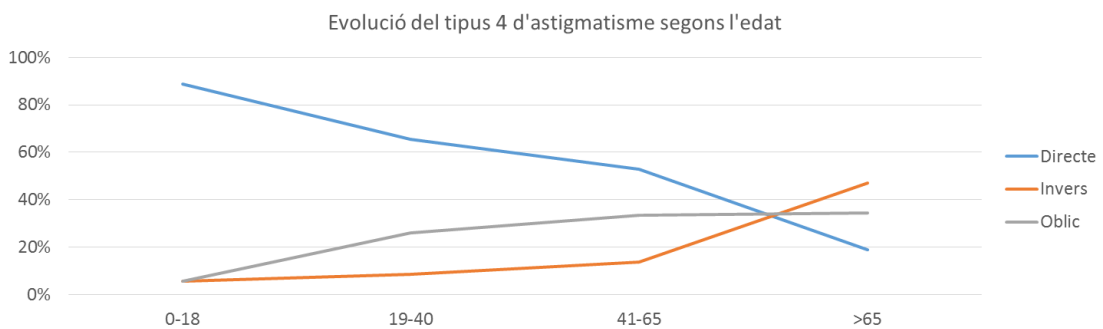


Figura 11. Astigmatisme tipus 4

5.2 COMPARATIVA DE L'ASTIGMATISME SEGONS L'EDAT I EL SEXE (EN CÒRNIES NORMALS)

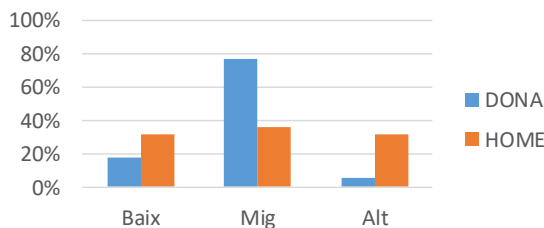
Tipus 1: es diferencia entre astigmatisme baix, mitjà i alt i els resultats són:

Pel que fa a les dones, el tipus mig és predominant en les edats d'entre 0-18 anys i majors de 65 anys, en edats d'entre 19-40 i 41-65, s'observen poques diferències entre astigmatisme baix i mig. En canvi, pels homes predomina la tipologia d'astigmatisme baix, en edats de 41-65 i majors de 65, mentre que en edats de 0-18 i de 19-40 s'observen poques diferències entre astigmatisme baix i mig. Pel que fa entre els dos sexes, els comportaments de les dades són diferents, tot i que coincideixen en el fet que els valors es mouen entre l'astigmatisme baix i mig.

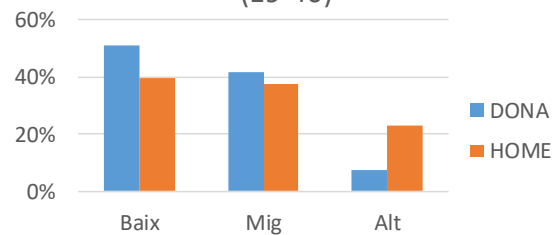
| | DONA | HOME |
|------|------|------|
| Baix | 18% | 32% |
| Mig | 76% | 36% |
| Alt | 6% | 32% |

| | DONA | HOME |
|------|------|------|
| Baix | 51% | 39% |
| Mig | 42% | 38% |
| Alt | 7% | 23% |

Astigmatisme tipus 1 segons sexe (0-18)



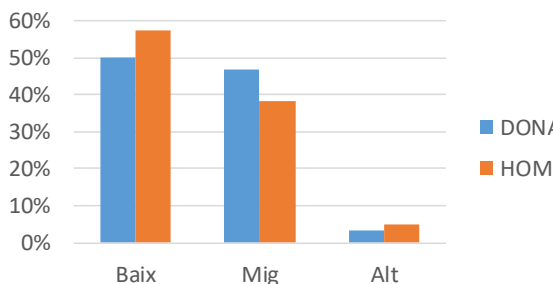
Astigmatisme tipus 1 segons sexe (19-40)



| | DONA | HOME |
|------|------|------|
| Baix | 50% | 57% |
| Mig | 47% | 38% |
| Alt | 3% | 5% |

| | DONA | HOME |
|------|------|------|
| Baix | 29% | 53% |
| Mig | 65% | 40% |
| Alt | 6% | 7% |

Astigmatisme tipus 1 segons sexe (41-65)



Astigmatisme tipus 1 segons sexe (>65)

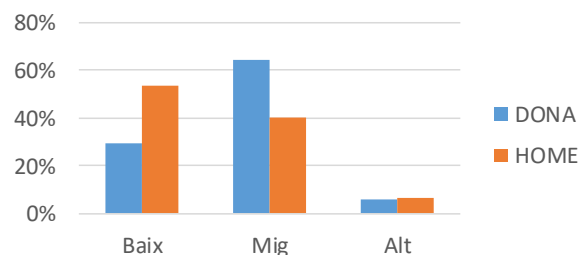


Figura 12. Astigmatisme tipus 1

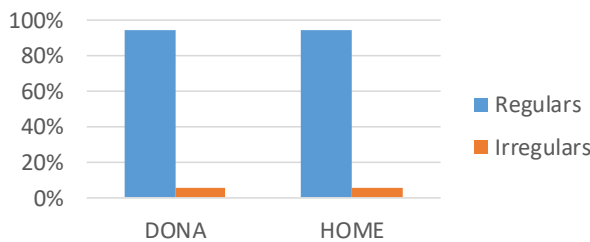
Tipus 2: es diferencia entre astigmatisme regular i irregular i els resultats són:

Per una banda, les dones presenten una predominança clara de la tipologia regular, en totes les edats, menys en edats superiors a 65 anys, on tot i seguir dominant, no és una dominància tant clara, sinó que es troba mes repartit. Per altra banda, els homes presenten la mateixa tipologia predominant, amb el mateix comportament.

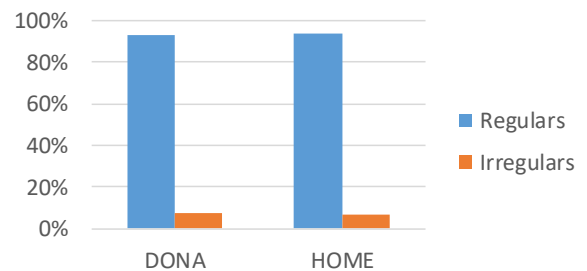
| | DONA | HOME |
|-------------------|------|------|
| Regulars | 94% | 95% |
| Irregulars | 6% | 5% |

| | DONA | HOME |
|-------------------|------|------|
| Regulars | 93% | 93% |
| Irregulars | 7% | 7% |

Astigmatisme tipus 2 segons sexe (0-18)



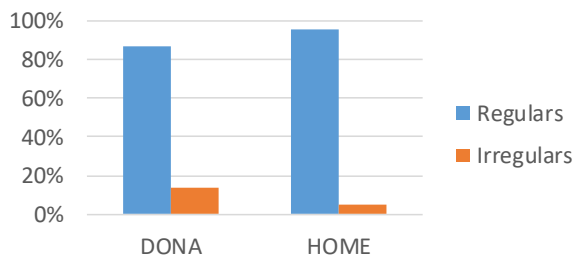
Astigmatisme tipus 2 segons sexe (19-40)



| | DONA | HOME |
|-------------------|------|------|
| Regulars | 87% | 95% |
| Irregulars | 13% | 5% |

| | DONA | HOME |
|-------------------|------|------|
| Regulars | 53% | 53% |
| Irregulars | 47% | 47% |

Astigmatisme tipus 2 segons sexe (41-65)



Astigmatisme tipus 2 segons sexe (>65)

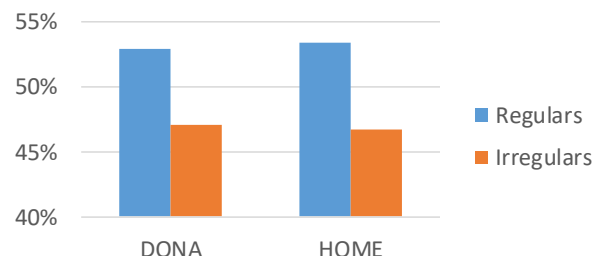


Figura 13. Astigmatisme tipus 2

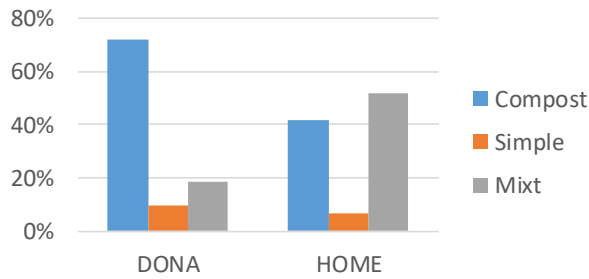
Tipus 3: es diferencia entre astigmatisme mixt, compost i simple, sent els resultats els següents:

En el cas de les dones, la predominança del tipus compost és fins als 40 anys, i a partir d'aquí, predomina el mixt. En el cas dels homes, el compost és predominant en les franges de 19-40 i de >65 anys, mentre que el mixt ho és entre els 0-18 i els 41-65 anys. En cap cas, el simple és significatiu.

| | DONA | HOME |
|---------|------|------|
| Compost | 72% | 42% |
| Simple | 9% | 6% |
| Mixt | 19% | 52% |

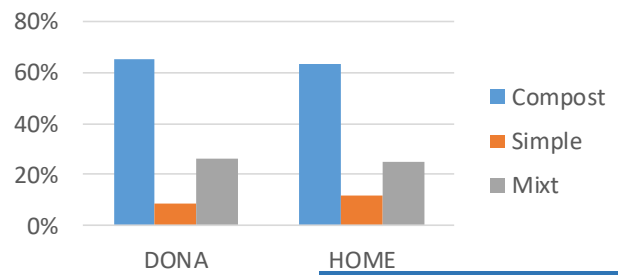
| | DONA | HOME |
|---------|------|------|
| Compost | 65% | 63% |
| Simple | 9% | 12% |
| Mixt | 26% | 25% |

Astigmatisme tipus 3 segons sexe (0-18)



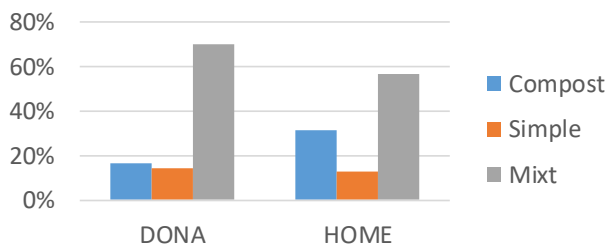
| | DONA | HOME |
|---------|------|------|
| Compost | 16% | 31% |
| Simple | 14% | 13% |
| Mixt | 70% | 56% |

Astigmatisme tipus 3 segons sexe (19-40)



| | DONA | HOME |
|---------|------|------|
| Compost | 30% | 64% |
| Simple | 9% | 4% |
| Mixt | 61% | 32% |

Astigmatisme tipus 3 segons sexe (41-65)



Astigmatisme tipus 3 segons sexe (>65)

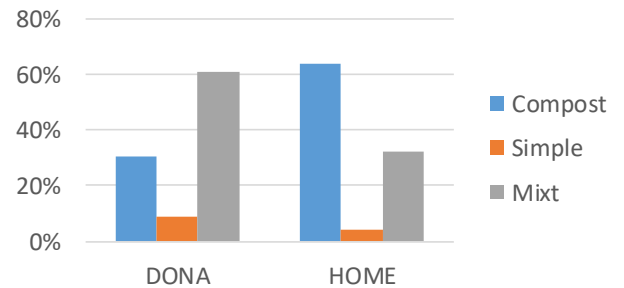


Figura 14. Astigmatisme tipus 3

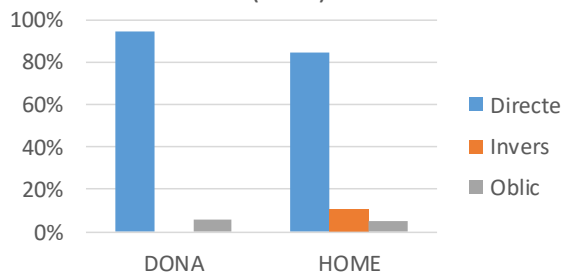
Tipus 4: es diferencia entre astigmatisme directe, invers u oblic, sent els resultats els següents:

Ambdós sexes presenten una predominança del tipus directe en les edats de 0 a 65 anys. Els majors a aquesta edat, pels homes hi predomina el tipus invers, mentre que per les dones ho fa l'oblic.

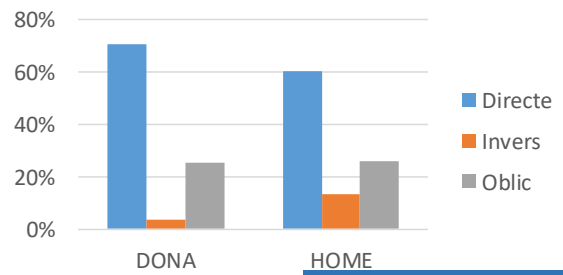
| | DONA | HOME |
|---------|------|------|
| Directe | 94% | 84% |
| Invers | 0% | 11% |
| Oblic | 6% | 5% |

| | DONA | HOME |
|---------|------|------|
| Directe | 71% | 61% |
| Invers | 4% | 13% |
| Oblic | 25% | 26% |

Astigmatisme tipus 4 segons sexe (0-18)



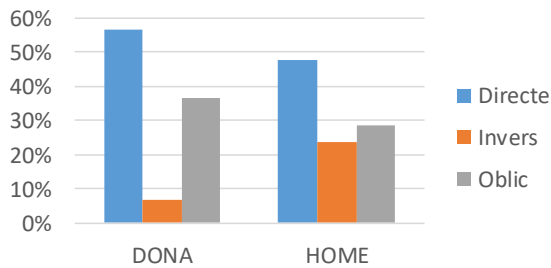
Astigmatisme tipus 4 segons sexe (19-40)



| | DONA | HOME |
|---------|------|------|
| Directe | 57% | 48% |
| Invers | 7% | 24% |
| Oblic | 37% | 29% |

| | DONA | HOME |
|---------|------|------|
| Directe | 18% | 20% |
| Invers | 29% | 67% |
| Oblic | 53% | 13% |

Astigmatisme tipus 4 segons sexe (41-65)



Astigmatisme tipus 4 segons sexe (>65)

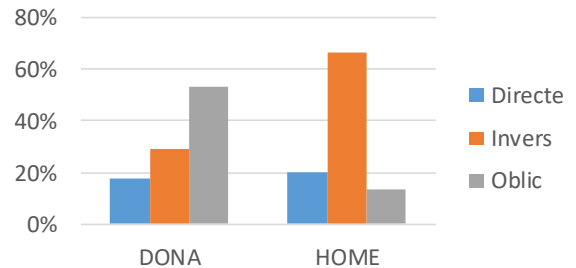


Figura 15. Astigmatisme tipus 4

5.3 COMPARATIVA DE L'ASTIGMATISME SEGONS L'EDAT (EN QUERATOCONS)

En aquesta comparació, s'elimina el grup de >65 anys, ja que en el meu estudi no tinc pacients d'aquesta edat que desenvolupin o presentin un queratocon.

Tipus 1: es diferencia entre astigmatisme baix, mitjà i alt i els resultats són:

| | 0-18 | 19-40 | 41-65 |
|-------------|-------|-------|-------|
| Baix | 25% | 14.3% | 0% |
| Mig | 37.5% | 57.1% | 50% |
| Alt | 37.5% | 28.6% | 50% |

Taula 7. Astigmatisme tipus 1. Queratocon

Si ens fixem en els resultats, en tots els grups d'edat hi predominen l'astigmatisme mig i alt, exceptuant entre els 19-40 anys on la predominança clara és de l'astigmatisme mig.

Tipus 2: es diferencia entre astigmatisme regular i irregular i els resultats són:

| | 0-18 | 19-40 | 41-65 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| Regulars | 12.5% | 28.6% | 0% |
| Irregulars | 87.5% | 71.4% | 100% |

L'astigmatisme del tipus irregular es predominant en tots els grups d'edat.

Taula 8. Astigmatisme tipus 2. Queratocon

Tipus 3: es diferencia entre astigmatisme mixt, compost i simple, sent els resultats els següents:

| | 0-18 | 19-40 | 41-65 |
|----------------|-------|-------|-------|
| Compost | 50% | 51.7% | 50% |
| Simple | 12.5% | 0% | 12.5% |
| Mixt | 37.5% | 42.9% | 37.5% |

L'astigmatisme del tipus compost es predominant en tots els grups d'edat.

Taula 9. Astigmatisme tipus 3. Queratocon

Tipus 4: es diferencia entre astigmatisme directe, invers u oblic, sent els resultats els següents:

| | 0-18 | 19-40 | 41-65 |
|----------------|-------|-------|-------|
| Directe | 62.5% | 57.1% | 37.5% |
| Invers | 0% | 14.3% | 25% |
| Oblic | 37.5% | 28.6% | 37.5% |

El tipus directe predomina en totes les edats.

Taula 10. Astigmatisme tipus 4. Queratocon

5.4 COMPARATIVA DE L'ASTIGMATISME SEGONS L'EDAT I EL SEXE (EN QUERATOCONS)

En aquesta comparació, s'elimina el grup de >65 anys, ja que en el meu estudi no tinc pacients d'aquesta edat que desenvolupin un queratocon.

Tipus 1: es diferencia entre astigmatisme baix, mitjà i alt i els resultats són:

| DONES | 0-18 | 19-40 | 41-65 |
|-------------|-------|-------|-------|
| Baix | 0% | 0% | 0% |
| Mig | 33.3% | 66.7% | 33.3% |
| Alt | 66.7% | 33.3% | 66.7% |

| HOMES | 0-18 | 19-40 | 41-65 |
|-------------|------|-------|-------|
| Baix | 40% | 25% | 0% |
| Mig | 40% | 50% | 60% |
| Alt | 20% | 25% | 40% |

Si ens fixem en els resultats, en les dones hi predomina l'astigmatisme mig i alt, mentre que en els homes predomina l'astigmatisme mig.

Taula 11. Astigmatisme tipus 1. Queratocon

Tipus 2: es diferencia entre astigmatisme regular i irregular i els resultats són:

| DONES | 0-18 | 19-40 | 41-65 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| Regulars | 33.3% | 33.3% | 0% |
| Irregulars | 66.7% | 66.7% | 100% |

| HOMES | 0-18 | 19-40 | 41-65 |
|-------------------|------|-------|-------|
| Regulars | 0% | 25% | 20% |
| Irregulars | 100% | 75% | 80% |

L'astigmatisme del tipus irregular es predominant en tots els grups d'edat.

Taula 12. Astigmatisme tipus 2. Queratocon

Tipus 3: es diferencia entre astigmatisme mixt, compost i simple, sent els resultats els següents:

| DONES | 0-18 | 19-40 | 41-65 |
|----------------|------|-------|-------|
| Compost | 0% | 66.7% | 66.7% |
| Simple | 0% | 0% | 0% |
| Mixt | 100% | 33.3% | 33.3% |

| HOMES | 0-18 | 19-40 | 41-65 |
|----------------|------|-------|-------|
| Compost | 80% | 50% | 40% |
| Simple | 20% | 0% | 20% |
| Mixt | 0% | 50% | 40% |

L'astigmatisme del tipus compost es predominant en tots els grups d'edat.

Taula 13. Astigmatisme tipus 3. Queratocon

Tipus 4: es diferencia entre astigmatisme directe, invers u oblic, sent els resultats els següents:

| DONES | | 0-18 | 19-40 | 41-65 |
|----------------|--|-------|-------|-------|
| Directe | | 66.7% | 66.7% | 66.7% |
| Invers | | 0% | 0% | 0% |
| Oblic | | 33.3% | 33.3% | 33.3% |
| | | | | |
| HOMES | | 0-18 | 19-40 | 41-65 |
| Directe | | 60% | 50% | 20% |
| Invers | | 0% | 25% | 40% |
| Oblic | | 40% | 25% | 40% |

El tipus directe predomina en la majoria de les edats, excepte en edats d'entre 41 i 65 anys, on tant en l'invers com en l'oblic s'obté un 40% .

Taula 14. Astigmatisme tipus 4. Queratocon

5.5 VALOR MITJÀ DE L'EXCENTRICITAT

El resultat d'excentricitat, extret de la mitja dels 200 pacients de l'estudi, és: **0,449**

6 DISCUSIÓ

Primer de tot es parlarà de l'estudi realitzat en còrnies normals: pel que fa a la comparació de l'astigmatisme segons l'edat (independentment del sexe), s'observa, pel rang de 0-18 anys que, hi predomina l'astigmatisme mig (56%), regular (94%), compost (57%) i directe (89%).

Pel que fa al rang de 19-40 anys s'observa que hi ha poca diferència entre l'astigmatisme baix (45%) i el de tipus mig (45%), predomina l'astigmatisme regular (93%), compost (64%), i directe (66%).

En el rang de 41-65 anys, destaca l'astigmatisme baix (53%), regular (90%), mixt (65%), i directe (53%).

Per acabar, en edats superiors a 65 anys, hi predomina l'astigmatisme mig (53%), regular (53%), hi ha poca diferència entre el de tipus compost (48%) respecte al mixt (46%) i finalment hi predomina el de tipus invers (47%).

Cal esmentar que els resultats no concorden amb els trobats per David Dunaway i Ian Berger, (2008), on es veu que la prevalença en el cas de l'astigmatisme, pot ser tant alt com el 70%, si totes les quantitats (en diòptries) són incloses. Mentre que si només tenim en compte de 1.25 diòptries en amunt, els estudis mostren que pot arribar a disminuir fins a un 3%.

Per altra banda, segons estudis realitzats per Chin Leung, s'afirma que l'astigmatisme disminueix un 25,8% entre els 40-50 anys, mentre que augmenta un 41,8% en persones de més de 60 anys. Aquestes dades si que es fan evidents en els nostres resultats. (Leung, 2012)

Diversos estudis com el de Mutti DO, Mitchell GL Jones LA et al., parlen de la tendència de l'astigmatisme a passar de directe a invers, cosa que pot passar degut a l'acció que fan els múscles que actuen sobre el meridià horitzontal, com s'ha mencionat anteriorment, fent que l'eix vertical sigui més pla, degut a la laxitud en el múscle palpebral que descansa sobre l'ull. (Mutti, 2004)

En l'estudi que relaciona l'astigmatisme entre edat i sexe, s'observa el següent: hi predomina: l'astigmatisme mig en edats d'entre 0 i 18 anys, de 19-65 anys i predomina el mig, i per sobre els 65 anys, s'observa que en el cas de les dones el predominant és el de tipus mig, mentre que en els homes és el de tipus baix. L'astigmatisme regular predomina en totes les edats. En el cas de les dones, l'astigmatisme compost predomina entre els 0 i els 40 anys, mentre que en el cas dels homes ho fa entre els 19-40 i en els majors de 65 anys, pel que fa el mixt, en el cas de les dones hi predomina dels 41 als majors de 65 anys, mentre que en els homes ho fa entre els 0-18 i també en els majors de 65 anys. Finalment predomina l'astigmatisme directe en els dos sexes, fins a edats superiors a 65 anys, on en dones hi predomina l'òblic, mentre que en homes hi predomina l'invers.

En segon lloc s'analitza l'estudi fet en casos de còrnies amb ectàsies, es a dir, casos de queratocons. Recordar que en aquest estudi, s'ha eliminat el rang d'edat de majors de 65 anys, ja que, en la mostra, cap pacient de dins d'aquest rang tenia ectàsia corneal. De la mateixa manera, tal i com mostra l'estudi fet per Fujimoto, que no només es troben casos d'astigmatisme en menors de 30 anys, sinó que el risc de progressió és molt més alt en pacients més joves, cosa que fa molt interessant centrar-se en aquest grups d'edat. (Fujimoto, Maeda, et al., 2016)

Pel que fa a la comparació de l'astigmatisme segons l'edat, independentment del sexe, s'observa que hi predominen l'astigmatisme mig i alt per igual valor, excepte en les edats d'entre 19 i 40 anys, on predomina l'astigmatisme mig amb un 57,1% respecte l'alt amb un 28,6%. En tot aquest estudi hi ha una clara predominança de l'astigmatisme irregular per sobre del 70%, en tots els rangs d'edat. S'observa com hi predomina el compost per sobre d'un 50% així com també ho fa el directe, menys en edats d'entre 41 i 65 anys on directe i l'oblic obtenen el mateix resultat 37.5%.

Si tenim en compte el sexe i l'edat a la vegada, s'observa que per edats d'entre 0-18 anys, en dones hi predomina l'astigmatisme alt, irregular, mig i directe, mentre que en homes hi predomina l'astigmatisme mig, irregular, compost i directe. Pel que fa al rang d'edat d'entre 19 a 40 anys, tant en homes com en dones hi predomina l'astigmatisme mig, irregular, compost, i directe. En la franja d'edat compresa entre els 41 i 65 anys, trobem més diferències entre homes i dones, ja que mentre en les dones hi predomina l'astigmatisme alt, irregular, compost i directe, en el cas dels homes hi predomina l'astigmatisme mig, irregular i s'obtenen els mateixos valors dels astigmatismes: compost i mixt (40%) i de l'invers i l'oblic (40%)

Veiem que en els diversos resultats no hi ha cap patró clarament destacable, excepte de la evident irregularitat de l'astigmatisme, tal com mostra un estudi fet a Alemanya, l'astigmatisme en casos de queratocon no és igual ni en els dos ulls d'un mateix pacient, és a dir, la progressió del queratocon en un ull és independent de la progressió de l'altre ull. (Goebels, 2017)

Cal dir que en la meua mostra tinc més homes que dones amb queratocon, tal com va passar en un estudi fet per determinar la incidència i la prevalença del queratocon segons l'edat, en aquest estudi l'edat mitja va ser de 28.3 anys, i el 60.6% eren homes. En l'estudi es demostra que la incidència actual de queratocons és de 5 a 10 vegades més alta que en estudis realitzats anteriorment. (Godefrooij, 2017)

Per altra banda, el resultat mitjà de l'excentricitat corneal de l'estudi fet en pacients amb còrnies normals, és de 0,449, cosa que la situa dins la normalitat. Diversos estudis refereixen que en còrnies normals va de 0.41 a 0.58, tenint com a valor mig aproximat $0,45 \pm 0,10$. (Shukair, 2010)

7 CONCLUSIONS

Tenint en compte l'edat del pacient, entre 0 i 40 anys, s'observen poques diferències, hi predomina: l'astigmatisme baix i mig d'igual manera, el regular, el compost i el directe. En persones de 41-65 anys hi predomina: l'astigmatisme baix, regular, mixt i directe. Finalment en persones de més de 65 anys, l'astigmatisme predominant és: mig, regular, compost i invers.

Al observar els resultats de l'estudi fet relacionant l'edat i el sexe, es troba:

En el cas de les dones, hi predominen l'astigmatisme baix i mig de manera molt similar; el regular; el compost (de 0 a 40 anys), el mixt (de 41 a majors de 65); el directe (de 0 a 65 anys) i oblic a majors de 65 anys.

En el cas dels homes, hi predominen l'astigmatisme baix i mig de manera molt similar, el regular; el compost (dels 0-40 anys), el mixt (41-65 anys) i el compost (>65 anys), el directe menys per sobre els 65 anys que es torna invers.

Partint de la meua hipòtesis que l'astigmatisme depèn de l'edat, però no del sexe, s'observa que és certa. Ja que els resultats finals són els mateixos, incloent o no el sexe, en els diversos grups d'edat. Fixant-nos en l'edat, si que és un factor determinant en el tipus d'astigmatisme, sobretot amb els canvis que experimenta en grups d'edat superiors a 65 anys, destacant el canvi que fa de directe a invers.

En l'apartat on s'estudien els queratocons, veiem que hi ha una clara diferència respecte a pacients amb còrnies normals, ja que hi predomina l'astigmatisme mig i alt, a diferència de còrnies sanes on l'astigmatisme predominant és baix-mig. Es veu clarament una predominança de l'astigmatisme irregular per sobre del 70% en tots els casos, gran diferència respecte a les còrnies normals on hi predomina clarament el regular. Els dos astigmatismes més semblants tant en còrnies ectàtiques com en còrnies normals, són els de tipus compost i directe que es mantenen força igualats en els dos casos, destacant que en el cas dels queratocons els tant per cent són molt més variants que en el cas de l'estudi fet en còrnies normals, degut a la inestabilitat corneal que presenten aquets pacients, que fa que no segueixin cap patró de normalitat.

Per altra banda, el resultat mitjà de l'excentricitat corneal de l'estudi, és: 0,449, cosa que la situa dins la normalitat. Molts estudis refereixen que en còrnies normals va de 0.41 a 0.58, tenint com a valor mig aproximat $0,45 \pm 0,10$.

Un cop acabat el treball, puc dir que fer-lo a estat molt gratificant. Pel que fa el tema, dir que treballar amb un topògraf com el Pentacam, m'ha servit molt, tant per tenir més coneixements alhora d'analitzar les dades, com per interpretar resultats. Al llarg del treball he fet memòria de molts conceptes apresos durant la carrera, que han sigut molt útils per entendre varis detalls que han anat sorgint al llarg del treball. Per tal de millorar el treball seria bo realitzar un control als pacients dels quals he extret dades, fer a cadascun una nova topografia, per veure així si varien o no els resultats obtinguts. Tot i això, els resultats d'aquest treball han sigut molt positius.

8 BIBLIOGRAFÍA

- OCULUS Optikgeräte GmbH. *Innovamed*. 2013.
https://innovamed.com/sites/default/files/downloads/Pentacam_EN.pdf.
- ADDLINK. *COMSOL Ray Optics Module*. 2016. <https://www.addlink.es/productos/comsol-ray-optics-module#5-2a>.
- F. Alarcón, E. Portuguez, C. Tambo. *Queratocono*. 2011.
<http://queratoconofuaa.blogspot.com.es/p/analisis-topografico-2.html>.
- A. Alfaro, A. Segueda, M. Armando, V. Torrez. *Slideshare oftalmología*. 2015.
<https://es.slideshare.net/vivirianaarreola3/queratocono-47544599>.
- D. Anzures. *Slideplayer.es Inc*. 2017. <http://slideplayer.es/slide/3269860/>.
- R. Bahena Trujillo. *PREVALENCIA DE ERRORES REFRACTIVOS Y FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS*. 1989. <http://www.imagenoptica.com.mx/pdf/revista33/prevalencia.htm>.
- R. Bahena Trujillo, A. Orduña Anguiano, J.A. Medina Soto, I.W. Cañas López. *PREVALENCIA DE ERRORES REFRACTIVOS Y FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS*. 2001.
<http://www.imagenoptica.com.mx/pdf/revista33/prevalencia.htm>.
- D. Dunaway and I. Berger. *Presentation to the International Society for Geographic and Epidemiologic Ophthalmology*. 2008.
<http://rosavisionenglish.blogspot.com.es/2008/12/some-numbers.html>.
- H. Fujimoto, N. Maeda, A. Shintani, T. Nakagawa, M. Fuchihata. "Quantitative Evaluation of the Natural Progression of Keratoconus Using Three-Dimensional Optical Coherence Tomography." *Invest Ophthalmology & Visual Science*, vol.59, no.3, pp.169-75, 2016.
- W.D. Furlan, J. García Monreal, L. Muñoz Escrivá. (2009) *Fundamentos de optometría, 2a ed*. València: Universitat de València, 280
- R.M. García Hernandez. *ASTIGMATISMO : Alteración refractiva. Diferentes características*. 2006. <http://rosavision.blogspot.com.es/2009/07/alteraciones-refractivas-astigmatismo3.html>.
- Explorando el Mundo de la Visión*. 2008. <http://rosavision.blogspot.com.es/2008/12/unas-cuantas-cifras.html>.
- D.A. Godefrooij, G.A. de Wit, C.S. Uiterwaal, S.M. Imhof, R.P. Wisse. "Age-specific Incidence and Prevalence of Keratoconus: A Nationwide Registration Study." *American Journal of Ophthalmology*, vol.175, pp.169-172, 2017.
- S. Goebels, T. Eppig, B. Seitz, A. Langenbacher. "[Intraindividual Keratoconus Progression]." *Klinische Monatsblätter Fur Augenheilkunde*, vol.10, pp.43, 2017.

- C.S. Kee. «Astigmatism and its role in emmetropization.» *Elsevier*, vol.114, pp.89-95, 2013.
- M.C. Kenney, D. Brown, Z. Zorapapel, S. Atilano, M. Chwa, A. Ljubimov . “Insulin-like growth factor-I (IGF-I) and transforming growth factor-beta (TGF-beta) modulate tenascin-C and fibrillin-1 in bullous keratopathy stromal cells in vitro.” *Experimental eye research*, vol.77, pp.537-46, 2003.
- G.K. Lang. *Oftalmología. Texto y atlas en color 2ª edición*. Alemania: ELSEVIER, pp.640, 2006.
- T.W. Leung, A.K. Lam, L. Deng, C.S. Kee. “Characteristics of astigmatism as a function of age in a Hong Kong clinical population.” *Optom Vis Sci.*, vol.89, no.7, pp. 984-92, 2012.
- D.O. Mutti, G.L. Mitchell, L.A. Jones, N.E. Friedman, S.L. Frane, W.K. Lin, M.L. Moeschberger, K. Zadnik. “Refractive astigmatism and the toricity of ocular components in human infants.” *Optom Vis Sci*, vol.81, no.10, pp.753-61, 2004.
- H. Nieto Rojas. *Clínica de Cirujía Ocular*. 2011.
<http://clinicadecirugiaocular.com/cco/pentacam.html>.
- G.J. Ortega Matías and B.A. Sánchez Mejía. *Slideshare-Anatomofisiología de la cornea*. 2014.
<https://es.slideshare.net/geradortega/anatomofisiologia-de-la-cornea>.
- Salto al Futuro. *Pentacam y topografía corneal*. 2015.
<http://saltoalfuturo.blogspot.com.es/2012/04/pentacam-y-topografia-corneal-la-cornea.html>.
- Servilens. *Excentricidad corneal*. 2016.
http://www.servilens.com/medir_excentricidad_corneal.html.
- T. Shukair Harb. “Universidad Complutense de Madrid.” 2010.
<http://eprints.ucm.es/12203/1/T32544.pdf>.
- M. Timsit. *ASTIGMATISME*. 2016. <http://www.ophtalmologie.fr/astigmatisme.html#nil>.
- E. Zurita Moreno. *Cornea: Actualización en Ciencias Básicas*. 2011.
https://docs.google.com/presentation/d/1s7ZAqDnFBXOjwsgsHFszf5oxmU5e3NOWJ_Gm3wd-vjc/edit#slide=id.i0.