

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE MEDICINA  
Instituto Oftalmológico Castroviejo**



**ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA CORNEAL Y  
ESTUDIO REFRACTIVO EN NIÑOS SE TRES A  
QUINCE AÑOS.**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR**

**Tamara Shukair Harb**

Bajo la dirección de la doctora

Rosario Gómez de Liaño

**Madrid, 2011**

**ISBN: 978-84-694-0086-9**

**© Tamara Shukair Harb, 2010**



**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
INSTITUTO OFTALMOLÓGICO CASTROVIEJO

TESIS DOCTORAL

**ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA CORNEAL  
Y ESTUDIO REFRACTIVO EN NIÑOS  
DE TRES A QUINCE AÑOS**

TAMARA SHUKAIR HARB  
Oftalmóloga

MADRID, JUNIO DE 2.010



**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA  
INSTITUTO OFTALMOLÓGICO CASTROVIEJO**

TESIS DOCTORAL

**ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA CORNEAL  
Y ESTUDIO REFRACTIVO EN NIÑOS  
DE TRES A QUINCE AÑOS**

TAMARA SHUKAIR HARB  
Oftalmóloga

DIRECTORA DEL TRABAJO: Dra. ROSARIO GÓMEZ DE LIAÑO

**MADRID, JUNIO 2010**

*a mis padres  
a eduardo, nara y mar*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Dra. Rosario Gómez de Liaño, mi directora de tesis, por el apoyo, colaboración y dedicación durante el desarrollo de este proyecto. A ella debo el placer de haber estudiado este interesante tema.

Al Dr. Nicolás Toledano, por sus sugerencias y comentarios que han sido muy útiles en la elaboración de este trabajo de investigación.

Al Dr. Alfonso Arias por sus consejos y orientación.

Al D. Ricardo García, Analista del Departamento de Apoyo a Investigación de la Universidad Complutense de Madrid, que me prestó tiempo y conocimiento para evaluar estadísticamente este proyecto.

Debo agradecer también al personal del Instituto de Investigaciones Oftalmológicas "Ramón Castroviejo" su colaboración y apoyo.

Finalmente a mi familia y a mis amigos, sin su apoyo e inspiración habría sido imposible llevar a cabo este proyecto.

Esta tesis es una exploración inicial de un campo que se descubre riquísimo en posibilidades de investigación, espero que sea un soporte para realizar más estudios, mejorando sus resultados y su utilidad.

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>LA CÓRNEA</b>	<b>3</b>
2.1.1	Anatomía microscópica	4
2.1.1.1	Película Lagrimal	4
2.1.1.1.1	La capa lipídica	4
2.1.1.1.2	La capa acuosa	4
2.1.1.1.3	La capa de mucina	5
2.1.1.2	Epitelio	5
2.1.1.3	Capa de Bowman	6
2.1.1.4	Estroma	7
2.1.1.5	Membrana de Descemet	7
2.1.1.6	Endotelio	8
2.1.2	Óptica ocular y la córnea normal	9
2.1.2.1	Las zonas de córnea	11
2.1.2.2	Propiedades ópticas de la córnea	12
2.1.2.3	Variaciones normales en la forma de la córnea	13
<b>2.2</b>	<b>INSTRUMENTOS PARA MEDICIONES DE LA SUPERFICIE CORNEAL</b>	<b>15</b>
2.2.1	Queratometría	16
2.2.2	Queratoscopia o Fotoquerastoscopia	18
2.2.3	Videoqueratoscopia computarizada	19
2.2.3.1	Tipos de sistemas de videoqueratoscopia	20
2.2.3.1.1	Métodos basados en reflexión	20
2.2.3.1.2	Métodos basados en proyección	20
2.2.3.1.3	Ejemplos	21
<b>2.3</b>	<b>TOPOGRAFÍA CORNEAL COMPUTARIZADA</b>	<b>25</b>
2.3.1	Introducción	25
2.3.2	Mecanismo de funcionamiento	25
2.3.2.1	La imagen Queratoscópica	25
2.3.2.2	Digitalización de la imagen	26
2.3.2.3	Cálculo del poder corneal en cada punto y localización	26
2.3.2.4	Obtención de mapas topográficos de la superficie corneal	27
2.3.3	Presentación de la información topográfica	27
2.3.3.1	Mapa de códigos de colores	28
2.3.3.2	Escalas	30
2.3.3.3	Mapas corneales más comunes	33
2.3.3.4	Factores que intervienen sobre el mapa topográfico	35
2.3.3.5	Que mapa y escala utilizar	36

2.3.4	Índices topográficos cuantitativos	37
2.3.4.1	Queratometría Simulada (Sim-K)	37
2.3.4.2	Queratometría Mínima (MinK)	38
2.3.4.3	Índice de la Regularidad Superficial (SRI)	38
2.3.4.4	Índice de Asimetría Superficial (SAI)	38
2.3.4.5	Agudeza Visual Esperada (PVA)	39
2.3.4.6	Excentricidad Corneal (e)	39
2.3.4.7	El Factor de la Forma SF (Shape factor)	40
2.3.4.8	El Factor de la Asfericidad (Q)	40
2.3.4.9	El Poder Esferoequivalente (SEP)	40
2.3.4.10	Asimetrías superiores e inferiores (S-I)	41
2.3.5	Interpretación de la topografía corneal	42
2.3.5.1	Topografía corneal normal	42
	2.3.5.1.1 Clasificación de la córnea normal	42
2.3.5.2	Aplicaciones clínicas de la topografía corneal	45
<b>2.4</b>	<b>QUERATOCONO</b>	50
2.4.1	Sospecha de Queratocono	50
2.4.1.1	Que es una sospecha de queratocono	50
2.4.1.2	Keratoconus screening	52
2.4.2	Diagnóstico y evolución del queratocono	53
2.4.2.1	Diagnóstico clínico	54
2.4.2.2	Índices topográficos para diagnóstico del queratocono	56
<b>2.5</b>	<b>REFRACCIÓN OCULAR</b>	61
2.5.1	Intruducción	61
2.5.1.1	Miopía	62
2.5.1.2	Hipermetropía	63
2.5.1.3	Astigmatismo	64
2.5.1.4	Acomodación	65
2.5.2	Métodos de refracción	67
2.5.2.1	Métodos objetivos	67
2.5.2.2	Métodos subjetivos	68
2.5.3	Autorefractómetros	68
2.5.3.1	El principio de Scheiner	68
2.5.3.2	El principio del Optómetro simple	69
2.5.3.3	Los tipos de autorrefractómetros	69
2.5.3.4	Autorefractómetro NIDEK (modelo ARK-700)	71
	2.5.3.4.1 Configuración	72
	2.5.3.4.2 Características técnicas	73
	2.5.3.4.3 Impresión	74
<b>2.6</b>	<b>LOS CAMBIOS DE REFRACCION DURANTE LA INFANCIA</b>	75
2.6.1	La refracción en los niños desde el nacimiento hasta los 5 años	75
2.6.2	La refracción en los niños durante la edad escolar (5-15 años)	79

<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>82</b>
3.1	DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA	82
3.1.1	Criterios de inclusión	82
3.1.2	Criterios de exclusión	83
3.2	DETERMINACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA	83
3.2.1	Aparato utilizado: Topógrafo corneal TMS-II	83
3.2.1.1	Descripción general del aparato	83
3.2.1.2	Forma de realizar el mapa de topografía	84
3.2.1.3	Índices topográficos utilizados	85
3.3	DETERMINACIÓN DE LA CICLOPLEJIA Y REFRACCIÓN	85
3.3.1	Aparato utilizado: Autorefractómetro NIDEK (modelo ARK-700)	85
3.3.1.1	Descripción general del aparato	85
3.3.1.2	Procesos operativos	86
3.3.1.3	Datos erróneos	87
3.3.2	Forma de realizar la medición refractiva	87
3.3.3	Medidas refractivas utilizadas	87
3.4	MÉTODO ESTADÍSTICO	88
3.4.1	Estudio de variables cuantitativos	88
3.4.2	Estudio de variables cualitativos	88
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>89</b>
4.1	PLANEAMIENTO DEL ESTUDIO	89
4.2	DATOS GENERALES	90
4.3	RELACIÓN DE LOS ÍNDICES TOPOGRÁFICOS CON SEXO Y/O EDAD	91
4.3.1.	Relación entre el Sim-k1 con la edad y/o el sexo	91
4.3.2	Relación entre el Sim-k2 con la edad y/o el sexo	93
4.3.3.	Relación entre el SRI con la edad y/o el sexo	94
4.3.4.	Relación entre el SAI con la edad y/o el sexo	95
4.3.5.	Relación entre la edad y el astigmatismo topográfico y/o refractivo	96
4.4	ESTUDIO DE LA SITUACIÓN REFRACTIVA	97
4.5	ESTADÍSTICA ANALITICA	100
4.5.1	Primer estudio estadístico	100
4.5.2	Segundo estudio estadístico	101
4.5.2.1	Estudio de los valores cuantitativos del mapa corneal	101
4.5.2.2	Estudio del equivalente esférico	107
4.6	ESTUDIO DE LA SOSPECHA DEL QUERATOCONO	108
4.7	GRAFICAS INTERACCIÓN OJO DERECHO	110
4.7.1	Astigmatismo topográfico	111
4.7.2	Astigmatismo refractivo	111
4.7.3	Equivalente esférico	112
4.7.4	SAI	112
4.7.5	SRI	113

## ÍNDICE

4.7.6	Sim-K1	113
4.7.7	Sim-K2	114
4.7.8	Ángulo del astigmatismo topográfico	114
<b>5</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>116</b>
5.1	Estudio de refracción	120
5.2	Estudio de la forma de la córnea	122
5.3	Estudio del astigmatismo	123
5.4	Estudio de regularidad	125
5.5	Estudio de queratocono	127
5.6	Cirugía refractiva en niños	130
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>132</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>134</b>
	<b>FIGURAS Y CUADROS</b>	<b>143</b>
	Anejo 1. Primer estudio estadístico	
	Anejo 2. Segundo estudio estadístico	

**1. JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS DE TRABAJO  
Y OBJETIVOS**

## 1. JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS

### 1.1. JUSTIFICACIÓN

La córnea representa la porción más importante del poder refractivo del ojo, y ofrece la gran oportunidad de corregir sus errores refractivos con cirugía.

Las técnicas de estudio por imágenes de la córnea están desarrollándose muy rápido principalmente debido a los recientes avances en cirugía refractiva y de cataratas.

La topografía corneal es un método sencillo y eficaz para el estudio de la superficie corneal, fácil de usar y de rápida realización.

En los últimos años ha aumentado la importancia de la topografía para el estudio de enfermedades como el queratocono, y para realizar el seguimiento pre y post operatorio de la cirugía refractiva, queratoplastia y cirugía de catarata.

Hay numerosos estudios sobre el cambio de la superficie corneal relacionados con la edad y/o el sexo en adultos, pero hay pocos estudios en niños; a pesar de ello, en los últimos años existe un aumento de cirugía refractiva en dicha edad, aparentemente sin complicaciones importantes.

Y como sabemos que el ojo cambia con la edad, sobre todo en los primeros años, hemos decidido estudiar la refracción (bajo cicloplejía) después de hacer la topografía.

No obstante, en esta línea de investigación aún quedan a nuestro parecer, mucho que desarrollar y perfeccionar sobre todo por la conocida importancia que para el cirujano refractivo debe tener el conocimiento exhaustivo de la superficie corneal.

### 1.2. HIPÓTESIS DE TRABAJO

Verificar si el uso de la topografía corneal es un método útil para estudiar si existen cambios en la curvatura corneal relacionados con la edad y/o el sexo en la etapa de la edad infantil, y si existe relación entre la topografía y los cambios refractivos en dicha etapa.

### 1.3. OBJETIVOS

#### 1.3.1. OBJETIVOS GENERALES

Conocer de cerca la topografía corneal en los niños y saber si tiene características especiales o relaciones con la situación refractiva.

#### 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar el cambio en la forma de la córnea con la edad.
- Comprobar si existen diferencias en la forma de la córnea entre los niños y las niñas.
- Examinar los índices topográficos cuantitativos de la córnea en niños.
- Analizar la situación refractiva y su modificación respecto a la edad entre 3-15 años.
- Estudiar el astigmatismo refractivo y su eje, y averiguar si tiene relación con el astigmatismo topográfico (corneal).
- Identificar si existen diferencias refractivas relacionadas con el sexo.
- Evaluar la posibilidad diagnóstica del queratocono mediante la topografía corneal y describir las características de los mapas corneales en este grupo de sospecha.

## **2. INTRODUCCIÓN**

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1. LA CÓRNEA

La córnea es la porción transparente del ojo, mide en el adulto aproximadamente entre 11-12.5 mm., en su diámetro horizontal y 10.5-11.5 mm., en el vertical y es más fina en el centro (una media de 0.52 mm.) que en la periferia (0.65 a 0.75 mm). Tiene forma aproximada de casquete esférico de curvatura mayor que el globo esclera. Histológicamente está formada por cinco capas: epitelio, capa de Bowman, estroma, membrana de Descemet y endotelio. En situación normal, carece de vasos sanguíneos y linfáticos [1].

Está cubierta por la película lagrimal por delante (protegiendo la córnea de la deshidratación y ayudando a mantener la superficie corneal regular) y el humor acuoso por detrás.

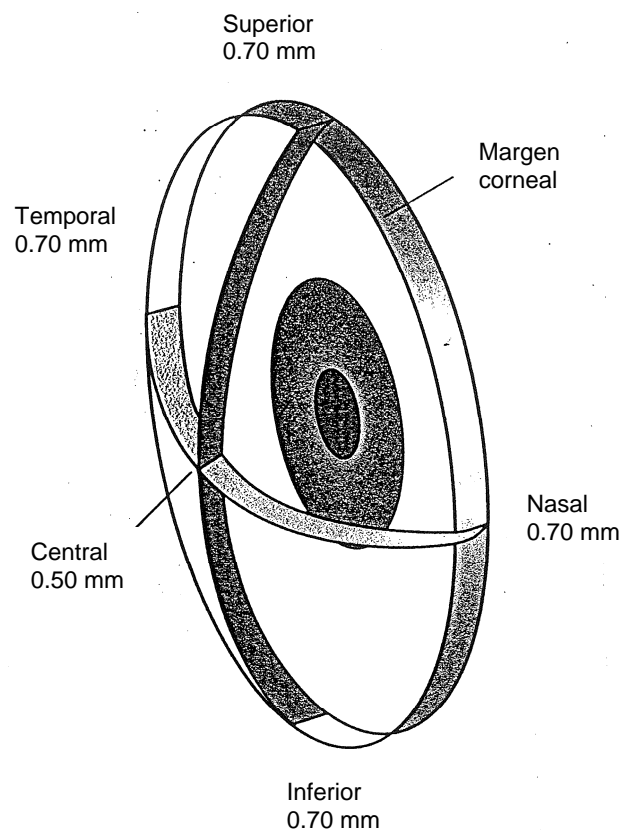
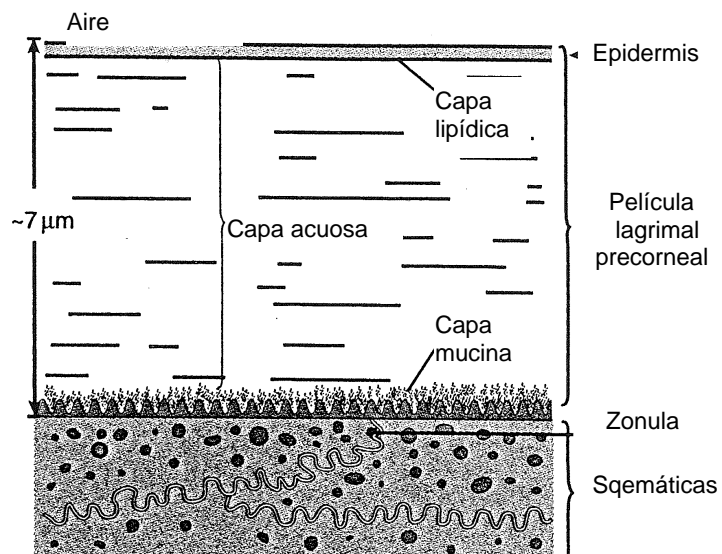


Figura 2.1. LA CÓRNEA.

## 2.1.1. ANATOMÍA MICROSCÓPICA

### 2.1.1.1. Película lagrimal

La integridad de la córnea depende de la presencia de una película lagrimal precorneal. Esta capa lubrica y humedece la superficie de la córnea, siendo fundamental para el bienestar de las células epiteliales y proporcionando una superficie óptica lisa que permita desarrollar una buena agudeza visual [2].



**Figura 2.2.** ESQUEMA DE LA PELÍCULA LAGRIMAL PRECORNEAL.

La película lagrimal consta de tres capas, la capa lipídica (la más externa), la capa media o acuosa y la capa mucina; y tiene espesor de aproximadamente  $7\mu\text{m}$  [3]. Se hace más gruesa inmediatamente después de un parpadeo y adelgaza progresivamente hasta que se rompe la película lagrimal. (Figura 2.2)

2.1.1.1.1. La capa lipídica: Tiene un espesor de  $0.1 - 0.5\mu\text{m}$  y contiene lípidos de escasa polaridad, derivada de las secreciones de las glándulas de meibomio, zeis y moll. La principal función es retrasar la evaporación de la capa acuosa.

2.1.1.1.2. La capa acuosa: Tiene aproximadamente  $6.5\mu\text{m}$  de espesor, y está compuesta por un líquido acuoso e iones de sal inorgánico, glucosa y diversas proteínas. La segregan las glándulas lagrimales principales y accesorias; por eso es una fuente de agua, glucosa, inmunoglobulinas y enzimas antimicrobianas.

## 2 INTRODUCCIÓN

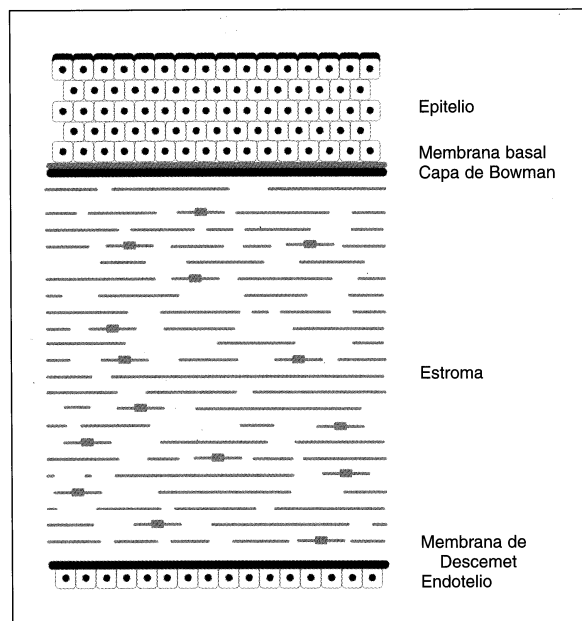
2.1.1.1.3. La capa de mucina: Cuyo espesor es de 0.2-0.5  $\mu\text{m}$  y cubre las superficies celulares epiteliales. La mucina disminuye la tensión superficial entre la superficie epitelial y la película lagrimal favoreciendo la extensión de esta última [2].

### 2.1.1.2. Epitelio

El epitelio corneal es un epitelio formado por 5 ó 6 filas de células estratificadas, no queratinizadas. Mide entre 50 y 100  $\mu\text{m}$ , y se renueva cada 7 días [3]. Está formado por tres tipos de células: células basales, columnares, alares poligonales y superficiales planas.

En el microscopio electrónico se observan células epiteliales planas y fundamentalmente hexagonales unidas entre sí a través de límites celulares rectos, mostrando numerosas microproyecciones que intensifican la adherencia de la película lagrimal.

Existen uniones estrechas alrededor de todos los bordes laterales de cada célula, que ejercen una función de barrera anatómica al paso de sustancias al espacio intercelular.



**Figura 2.3.** ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA HISTOLÓGICA DE LA CÓRNEA NORMAL.

La capa de células alares tiene una profundidad de tres células; cuanto más superficial es la célula, más plano es su aspecto. El núcleo de las células alares es paralelo a la superficie.

Las células epiteliales de la córnea están interdigitadas y fuertemente unidas entre sí por numerosos desmosomas. Estas uniones proporcionan estabilidad mecánica a la capa epitelial. Existen uniones permeables (**gap**) entre todas las células adyacentes en el epitelio.

Sirven como conductos a través de los cuales pueden pasar pequeñas moléculas de una célula a otra [2].

Las células epiteliales parece que migran centrípetamente sobre la superficie corneal. Así, las células basales y las alares se deslizan hacia la córnea inferocentral y hacia la superficie, donde tiene lugar su descamación [4].

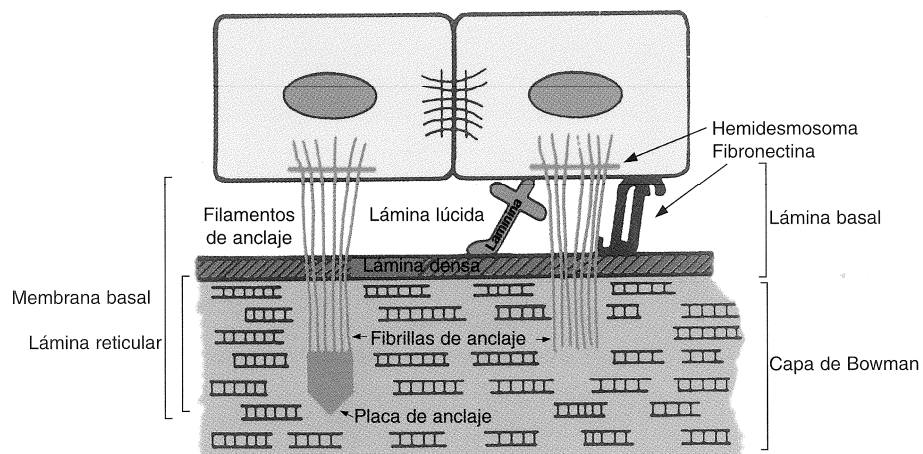
Las células basales situadas más en profundidad componen la única capa de células columnares. Estas células son redondeadas en su superficie anterior y tienen núcleos ovales que se disponen perpendicularmente a la superficie.

A continuación encontramos la membrana basal epitelial, que se compone de una zona clara anterior (lámina lúcida), de unos 23 nm de espesor, y una zona oscura posterior (lámina densa), de unos 48 nm. [3].

### 2.1.1.3. Capa de Bowman

La capa de Bowman es una zona acelular, de 8 a 10  $\mu\text{m}$  de espesor, situada debajo del epitelio. El margen anterior limita anteriormente con la membrana basal del epitelio y el borde posterior se mezcla con las fibras de colágeno anteriores del estroma. Bajo microscopia óptica, la capa de Bowman parece homogénea, pero la microscopia electrónica permite observar que está compuesta por fibrillas cortas de colágeno tipo I, con diámetros de 20 a 25  $\mu\text{m}$  y bandas de 67  $\mu\text{m}$ , dispuestas al azar en una matriz amorfa. [5]. (Figura 2.4).

Esta fibrillas de colágeno tienen un diámetro de aproximadamente dos tercios menor que las del estroma. En las porciones más profundas, estas fibrillas aumentan su diámetro y longitud y se transforman gradualmente en el estroma regular.



**Figura 2.4.** ESQUEMA DE LA MEMBRANA BASAL EPITELIAL, ESTRUCTURAS DE ANCLAJE Y CAPA DE BOWMAN.

Se suele considerar que la capa de Bowman es resistente al traumatismo, ofreciendo una barrera a la invasión corneal por microorganismos y células tumorales, pero no se ha demostrado. Por otro lado, se ha constatado que la capa de Bowman carece de capacidad regeneradora cuando se lesiona. Durante la curación de la herida se forma una capa delgada, con una fina estructura idéntica a la de la capa de Bowman; sin embargo, esta capa secundaria no recupera su espesor original [2].

### 2.1.1.4. **Estroma**

Es un tejido conectivo denso, que constituye aproximadamente el 90% del grosor de la córnea. Consta fundamentalmente de fibras de colágeno, células y sustancia fundamental. El 78% es agua. Las fibrillas de colágeno corresponden aproximadamente al 80% del peso seco de la córnea, la sustancia fundamental el 15% y los elementos celulares tan sólo un 5%. Se sabe que las fibrillas de colágeno se disponen en 200 a 250 láminas paralelas a la superficie lagrimal, láminas que se entrelazan y cruzan entre sí de forma bastante regular a menos de 90° en el estroma anterior, formando ángulos casi rectos en el estroma posterior [2].

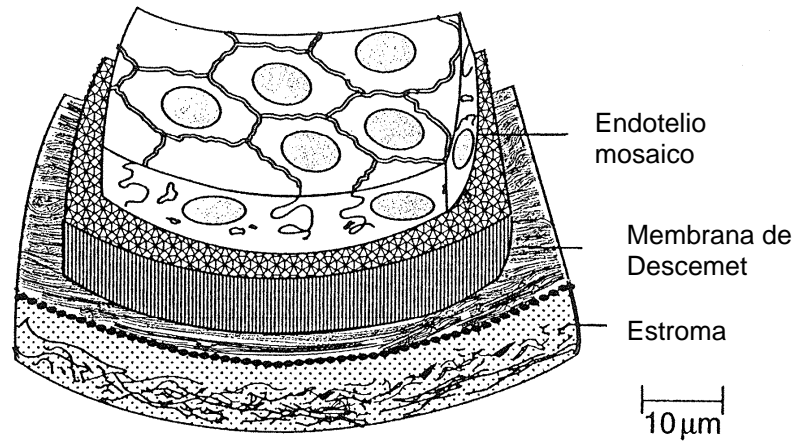
Las láminas discurren paralelas entre sí y a la superficie de la córnea, recorriendo cada una de ellas toda la longitud de la córnea. La disposición en capas de las fibrillas facilita la disección lamelar de la córnea, y gracias a la regularidad de la red fibrilar se anula las ondas dispersadas y permite la transparencia. [6].

En respuesta a la lesión del estroma, los queratocitos emigran a la zona de la herida y se transforman en fibroblastos. Estas células transformadas presentan un aumento del retículo endoplásmico rugoso y de los complejos de Golgi y una disminución de las prolongaciones citoplasmáticas. Contribuyen a la formación de la cicatriz mediante proliferación y formación de colágeno [2]. La estroma no tiene vasos ni linfáticos, pero si nervios.

### 2.1.1.5. **Membrana De Descemet**

La membrana de Descemet tiene un espesor de aproximadamente unos 3  $\mu\text{m}$  al nacer y 8 a 10  $\mu\text{m}$  en el adulto [2]. Es una lámina basal gruesa producida por el endotelio. El anillo de Schwalbe señala el final de la membrana de Descemet. Mediante microscopia electrónica se observa que la membrana de Descemet está compuesta por zonas anterior en banda y posterior homogénea. La zona anterior se produce en el útero, aproximadamente a los 4 meses de gestación y la porción posterior se produce después del nacimiento, y su grosor aumenta con la edad, más en las mujeres, llegando a ser el doble que en los hombres hacia los 70 años. [7]. Periféricamente, aparecen en el ojo normal engrosamientos localizados de la membrana de Descemet, que reciben el nombre de cuerpos de Hassall-Henle.

A diferencia de la capa de Bowman la membrana de Descemet se desprende del estroma con facilidad, regenerándose con rapidez tras la lesión [2]. (Figura 2.5).



**Figura 2.5.** MEMBRANA DE DESCOMET Y ENDOTELIO.

#### 2.1.1.6. Endotelio

Posteriormente a la membrana de Descemet se encuentra una única capa de células planas hexagonales. La microscopía electrónica permite observar las células normales de superficie plana con bordes netamente delimitados. Las células endoteliales, de forma más cuboidea y de una altura aproximada de 10  $\mu\text{m}$  al nacer, se aplanan con la edad hasta aproximadamente 4  $\mu\text{m}$  en los adultos [2].

Por lo general, no existe actividad mitótica en el endotelio tras el nacimiento. Algunas células endoteliales mueren a lo largo de la vida, dando como resultado una disminución gradual de la población de células endoteliales con la edad. Cuando se produce una pérdida celular por la edad o por un traumatismo, las células vecinas cubren la zona que ha quedado vacía. Ello da como resultado un aumento del área celular y una disminución de la densidad celular [2].

## 2.1.2. ÓPTICA OCULAR Y LA CÓRNEA NORMAL

La córnea es el elemento de mayor poder refractivo del ojo humano, alcanzando por sí misma unas 41 a 44 dioptrías en el centro de la cornea (dos tercios del poder refractivo total del ojo) [8]. Su radio medio de curvatura es de 7.8 mm (Cuadro 2.1). La córnea normal no es absolutamente transparente: casi el 10% de luz incidente es dispersada, principalmente, por el estroma.

La córnea no es una superficie esfero-cilíndrica como se pensaba, sino que se trata de una superficie esférica, donde existe un aplanamiento en la curvatura corneal desde el centro a la periferia, de tal forma que a los 5 mm este aplanamiento es de 7% respecto a la curvatura central. [9].

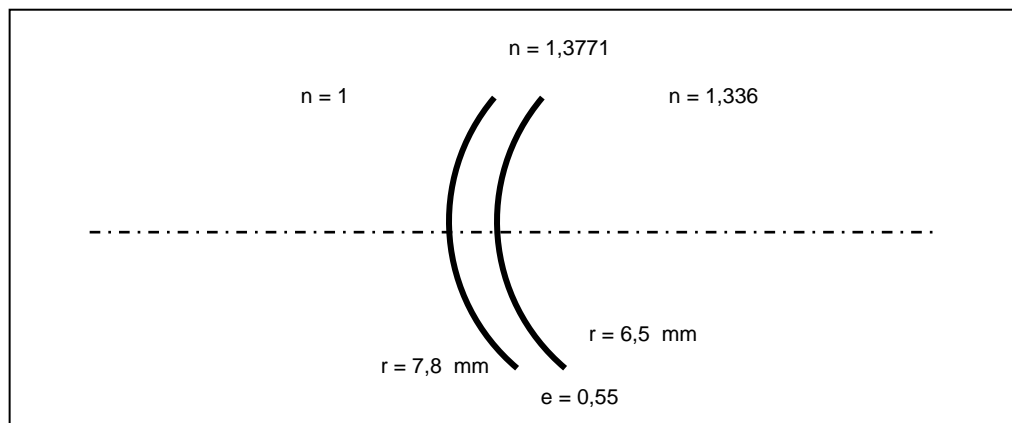
Segmento anterior	Promedio	Rango
<b>Radio central de curvatura</b>		
Superficie corneal anterior	7.8mm	7.0-8.7 mm
Superficie corneal posterior	6.7mm	
<b>Poder dióptrico</b>		
Superficie corneal anterior	49.50 D	39-48 D
Superficie corneal posterior	-6.00 D	
Poder corneal neto	43.50 D	
Poder neto del cristalino	20.00 D	
Poder total del ojo	63.50 D	
<b>Grosor</b>		
Córnea central	0.56 mm	50-60 $\mu$ m
Córnea periférica	1.20 mm	
Epitelio corneal	0.06 mm	

**Cuadro 2.1.** INDICES ANATOMICOS Y ÓPTICOS DEL SEGMENTO ANTERIOR DEL OJO NORMAL.

La cara anterior de la córnea es una superficie convexa, recubierta por la lágrima, con un radio de curvatura de 7,8 mm. Tras ella se encuentra la córnea propiamente dicha con un índice de refracción de 1,350. Esta interfase separa dos medios de gran diferencia en su índice de refracción, lo que hace que tenga un fuerte poder refractivo (+48 o 49 D aproximadamente).

## 2 INTRODUCCIÓN

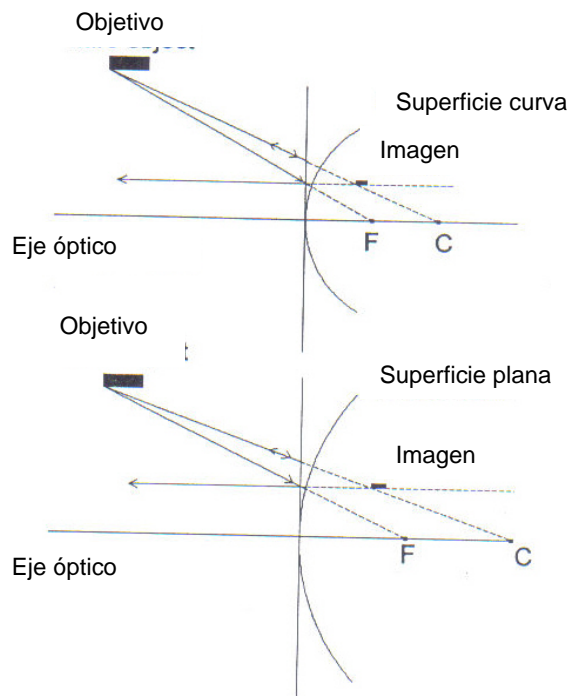
La cara posterior de la córnea es también convexa, y se encuentra 0.5-0.8 mm por detrás de la anterior. Tiene un radio de curvatura similar a la anterior, limitando la superficie corneal con el humor acuoso, que tiene un índice de refracción de 1.336 (menor que el de córnea 1,37), y esto convierte esta cara en lente divergente, siendo el poder refractivo de esta cara posterior es de -6 D. Así tenemos una córnea con una potencia total de 42-43D [10].



**Figura 2.6.** MÓDULO ESQUEMÁTICO DE LA CORNEA.

Helmholtz ha propuesto que la óptica de la córnea central se aproxima a la óptica de las lentes esferocilíndricas. Cuando esta aproximación es correcta, se puede calcular el poder refractivo del centro de la córnea.

Es una lente convexa que genera una imagen virtual de los objetos, y esta imagen estará detrás de la córnea, y su tamaño está determinado con el radio de curvatura de la superficie corneal anterior, esta imagen es más pequeña cuando la córnea es más curva (radio pequeño de curvatura) [11]. (Figura 2.7).

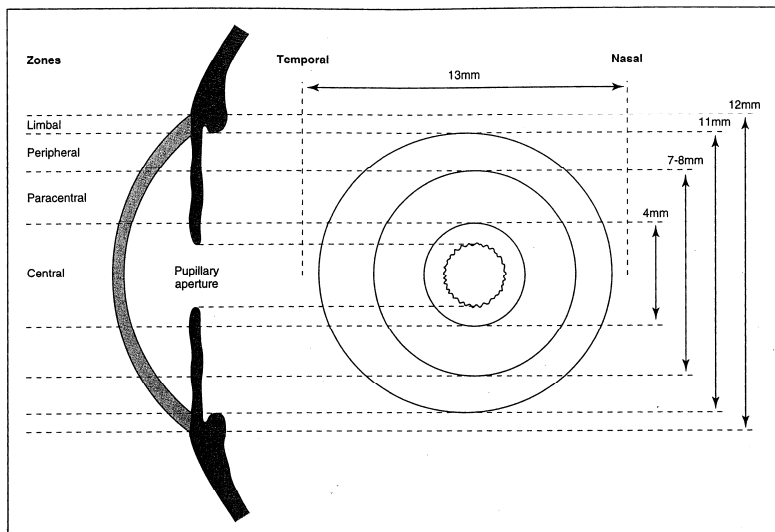


**Figura 2.7.** TAMAÑO DE LA IMAGEN DEPENDIENDO DE LA CURVATURA DE LA CORNEA.

#### 2.1.2.1. Las zonas de la córnea

La superficie corneal puede ser dividida en cuatro zonas geográficas del ápex al limbo, fácilmente diferenciables con la videoqueratoscopia en color (Figura 2.8):

- 1.- La zona central o la zona óptica (3-4 mm., centrales): cubre la pupila y es responsable de la visión de alta definición. La parte central es casi esférica, su curvatura no varía más de 0,05 mm., (0,25 D) y se denomina ápex o vértice corneal.
- 2.- La zona paracentral (7-8 mm.): en ella la córnea empieza a aplanarse junto con la zona central, es muy importante para adaptar lentes de contacto (*Contact Lents Fitting*).
- 3.- La zona periférica (11 mm.): En esta zona la córnea se hace más esférica. Es la zona de máximo aplanamiento.
- 4.- La zona límbica (12 mm.): Es como un anillo de 0,5 a 1,00 mm de ancho junto a la esclera.



**Figura 2.8.** ZONAS DE LA CORNEA.

La única parte de la córnea que contribuye efectivamente a la imagen en la mácula es la porción correspondiente al mismo diámetro que la pupila. El tamaño promedio de la pupila es aproximadamente de 2,3 a 3 mm de diámetro en luz brillante y alrededor de 4 a 4,5 mm con la luz baja [12].

El Centro Corneal de Visión (CCV) es el punto donde la línea de visión intercepta la superficie corneal. Los rayos de luz que atraviesan el ojo centrados sobre el CCV, son refractados por las interfases oculares y finalmente forman la imagen foveal. El CCV es el punto primario de referencia para la cirugía refractiva y usualmente representa el centro del área donde se aplicará la ablación en queratectomía fotorefractiva y el centro del área que se respeta durante la queratotomía radial [13].

No hay córnea tan perfecta como las bolas de calibración de un topógrafo: el ojo no está hecho de cristal pulido. El lado nasal de la córnea es más plano que el temporal. Y casi siempre en el área central de 3 mm se aprecia un ligero astigmatismo fisiológico, y no sinónimo de la necesidad de prescribir tal astigmatismo como corrección óptica del paciente.

#### 2.1.2.2. Propiedades ópticas de la córnea

Las propiedades ópticas de la córnea son [14]:

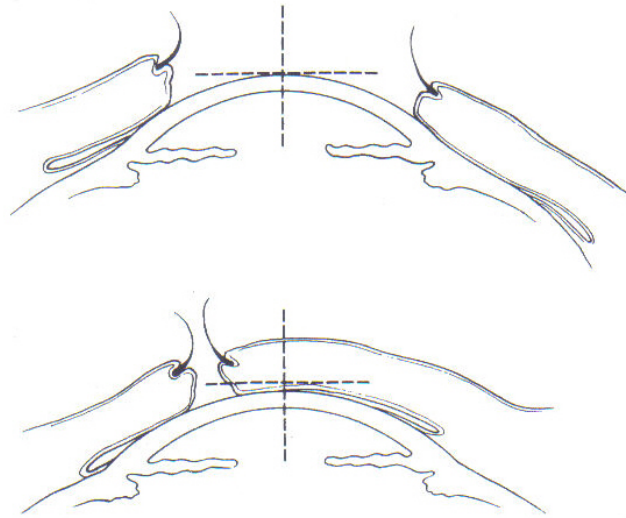
- **Curvatura:** la curvatura de las superficies anterior y posterior de la córnea pueden ser expresadas como radios de curvatura en milímetros o, clínicamente, en dioptrías queratométricas.
- **Forma:** Se presenta en micras de elevación de la superficie real con respecto a una superficie de referencia escogida.

- Superficie local: La suavidad de la superficie es ópticamente muy importante, y cualquier micro irregularidad de la superficie corneal puede disminuir la calidad de la imagen.
- Poder: Expresado en dioptrías de refracción, y es dependiente de la forma y el índice de refracción de las superficies.
- Espesor y estructura tridimensional: La cornea es esférica, y cualquier cambio en la estructura puede inducir cambios biomecánicos, tales como alteración de la elasticidad del tejido remanente.

### 2.1.2.3. Variaciones normales en la forma de la córnea

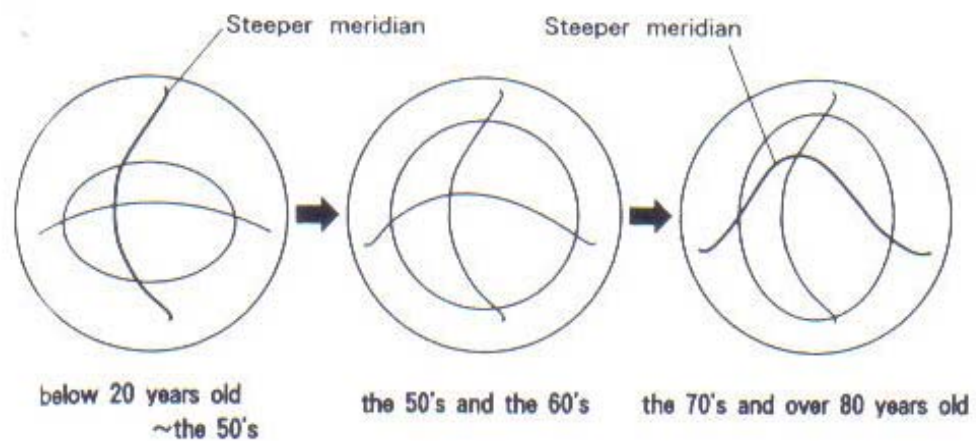
En general la cornea tiene aspecto estable, pero hay unos cambios leves que dependen de causas fisiológicas o anatómicas, incluyendo la presión de los párpados, el tiempo del día, la tonicidad de la película lagrimal, y los cambios hormonales [15].

- Variaciones momentáneas: Hay cambios morfológicos en la córnea que no se observan en una córnea normal, pero se notan en condiciones especiales como la queratopatía, distrofia endotelial de Fuchs y la intolerancia a las lentes de contacto.
- Variaciones nocturnas: Las variaciones nocturnas en la curvatura y el grosor de la córnea pueden ser por el cierre de los párpados durante el sueño. Además la disminución de la evaporación de las lágrimas y posibilidades de cambios en la tonicidad de la película lagrimal, aumentan el grosor de la cornea en un 3-8%. Estos cambios vuelven a la normalidad en dos horas con los párpados abiertos y manteniéndose así el resto del día. También la presión de los párpados puede causar aplanamiento en la córnea central durante el sueño, el cual se modifica durante el día. Hay cambios diarios que se pueden justificar por la presión de los párpados y el movimiento sobre la cornea anterior (Figura 2.9) [16].
- Variaciones mensuales: En relación a los cambios de la córnea provocados por el ciclo menstrual, la mayoría de los autores relacionan aplanamiento y el aumento del grosor en la córnea con los cambios en los niveles de estrógenos, que provocan un aumento de la hidratación de la córnea, pero estos mínimos cambios pueden ser detectables con los topógrafos y no tienen significaciones clínicas en ojos normales.



**Figura 2.9.** CAMBIOS DE LA CORNEA DEBIDOS A LA PRESIÓN DE LOS PÁRPADOS.

- Variación a lo largo de la vida: Hay pocos cambios en el astigmatismo a lo largo de la vida. En la infancia la córnea es casi esférica, y el astigmatismo es "a favor de la regla", y sigue de esta manera hasta la cuarta década de vida [17]. Con la edad, y a partir de los 50 años, disminuye la esférica y el astigmatismo es "contra la regla". El mecanismo de este cambio no se conoce todavía, pero puede ser que tenga relación con la presión de los párpados sobre la córnea a lo largo de la vida (Figura 2.10).

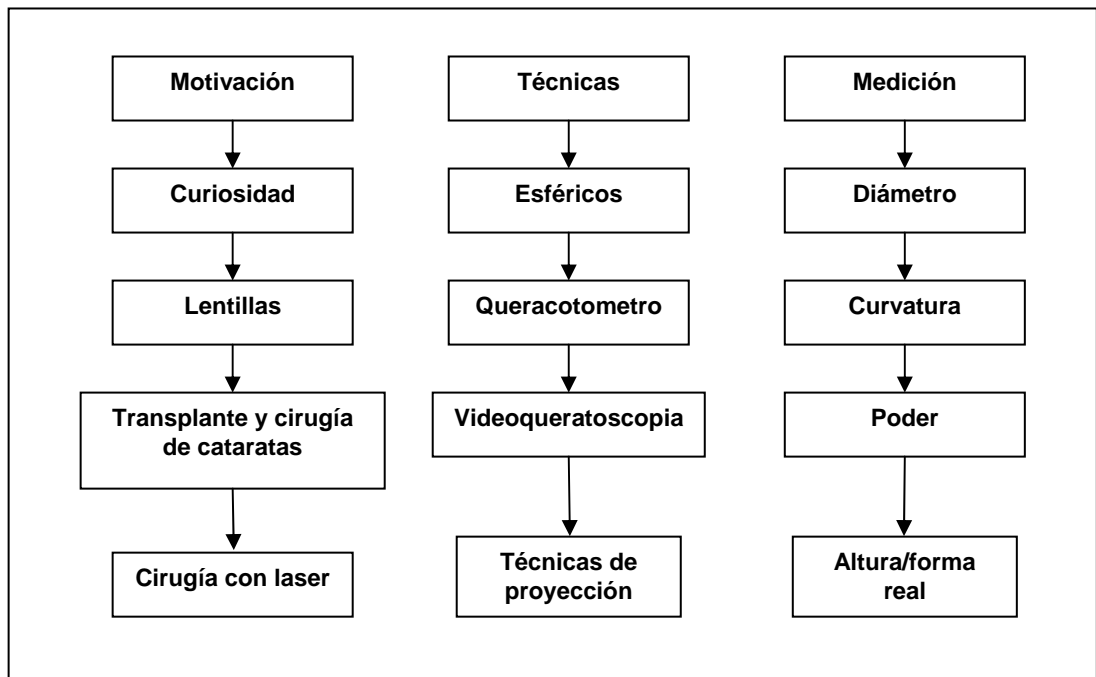


**Figura 2.10.** LOS CAMBIOS DE LA CÓRNEA CON LA EDAD.

Hay diferencias de 0,5 a 1 D., entre el poder refractivo de los meridianos de la córnea. En el 90% de los ojos el meridiano más curvo está entre  $90^\circ \pm 30^\circ$ , esto significa que el astigmatismo es a favor de la regla. Esta tendencia fisiológica que tiene la córnea (el meridiano más curvo es el vertical) no está bien explicado, pero este astigmatismo está neutralizado con el inverso en la parte posterior de la córnea o en el cristalino [15].

## 2.2. INSTRUMENTOS PARA MEDICIONES DE LA SUPERFICIE CORNEAL

Los científicos mejoraron los aparatos para estudiar la superficie corneal y la curvatura a lo largo de los años. Al principio fue suficiente un aparato para estudiar la córnea central (queratómetro), pero con el uso de las lentes de contacto hacía falta estudiar la córnea periférica (queratoscopio), y más adelante con el progreso de la cirugía refractiva era importante conocer la curvatura de la córnea en cada punto de la superficie (topógrafos).

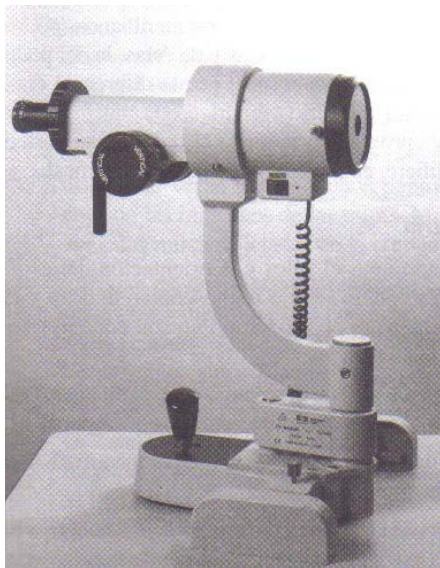


**Figura 2.11.** ESQUEMA DEL PROGRESO DE LA TOPOGRAFÍA DEPENDIENDO DE LAS DEMANDAS CLÍNICAS.

### 2.2.1. QUERATOMETRÍA

Los queratómetros miden, cuantitativamente, el radio de la curvatura de diferentes zonas corneales. Este aparato funciona proyectando las miras luminosas, en la superficie de la córnea, separadas aproximadamente 3,2 mm., y determina así, el tamaño del reflejo en función del desplazamiento necesario para que se junten sus caras internas. El tamaño de las miras será proporcional a la curvatura [18].

La keratometría permite calcular la potencia refractiva en dioptrías a partir del radio corneal (medido en metros).



**Figura 2.12.** QUERATÓMETRO DE HELMHOLTZ.

Los modernos queratómetros convierten directamente el radio corneal en dioptrías e inversamente. Son utilizados fundamentalmente para calcular el astigmatismo y las lentes intraoculares.

Aunque la teoría de la medición de la reflexión corneal puede parecer sencilla, no lo es, ya que los movimientos oculares, el descentramiento o cualquier deficiencia de la película lagrimal pueden dificultar la medición y ser el origen de algunos errores.

Entre las ventajas que posee el queratómetro destacan: [18].

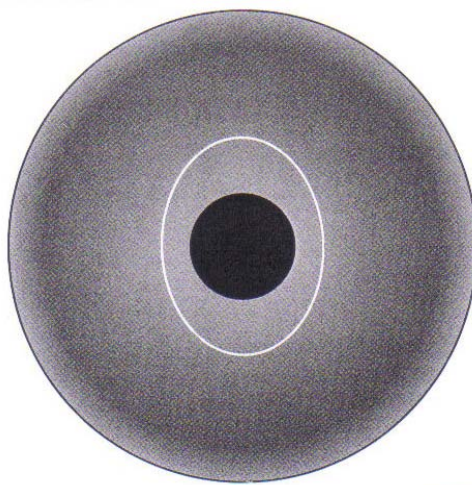
- Gran exactitud y reproducibilidad para medidas de córneas regulares.
- Realizar una medida cuantitativa de la curvatura corneal.
- Es un aparato de bajo costo y mínimo mantenimiento.
- Es un método rápido.
- Posee una gran facilidad de uso y manejo.

No obstante, también posee unas limitaciones que debemos tener en cuenta:

- El queratómetro utiliza tan solo cuatro puntos de la córnea para determinar el meridiano más elevado y el más aplanado. En córneas con astigmatismo regular estos cuatro puntos son suficientes para estimar de forma segura los valores del poder corneal central; sin embargo, en córneas irregulares, por ejemplo en cicatrices postraumáticas o después de procedimientos refractivos, la fiabilidad de esta medida es mucho menor.
- El queratómetro asume que la córnea es una superficie esférica, lo que provoca un error de cálculo.
- Para córneas con diferente poder dióptrico el queratómetro mide diferentes regiones. Así, para una córnea de 36 dioptrías, el queratómetro mide una zona de 4 mm., y para una córnea de 50 dioptrías abarca una superficie de 2,88 mm., [18].

En córneas con astigmatismo regular estos cuatro puntos son suficientes para estimar de forma segura los valores del poder corneal central; sin embargo, en córneas irregulares, por ejemplo en cicatrices postraumáticas o después de procedimientos refractivos, la fiabilidad de esta medida es mucho menor.

Por lo tanto, el queratómetro es un aparato útil para medir el radio de curvatura anterior de la córnea normal en la zona central; sin embargo, los valores de la curvatura corneal central no son suficientes para la adecuada planificación y seguimiento de los pacientes para cirugía refractiva.



**Figura 2.13.** IMAGEN REFLEJADA POR EL QUERATÓMETRO.

### 2.2.2. QUERATOSCOPIA O FOTOQUERATOSCOPIA

Es un método para evaluar cualitativamente la luz o la imagen reflejada por la superficie corneal. El queratoscopio se basa en la proyección de una pantalla iluminada cuyo reflejo en la superficie corneal es observado por el explorador a través de un orificio situado en el centro de la pantalla que incorpora una lente convergente. La luz proyectada puede proceder de una simple linterna o de un disco de Plácido (Portugal,1880). Este consiste en una serie de anillos concéntricos (10 ó 12 anillos alternos blancos y negros) o en un tubo (cono) con anillos iluminados que recubren su superficie interna, y esta es igual en los modernos topógrafos computarizados que proporcionan imágenes de la superficie corneal con mayor nitidez y precisión (más de 20 anillos), así como un mejor estudio de la córnea periférica [13].



**Figura 2.14.** ANÁLISIS DE IMÁGENES TOPOGRÁFICAS CON EL SISTEMA DEL DISCO DE PLÁCIDO.

Entre las ventajas de este sistema están:

- Es un aparato de bajo coste.
- Permite un examen rápido.
- Realiza un análisis de amplias áreas de la córnea (zonas periféricas).

Los inconvenientes del método de Plácido son:

- Presupone una determinada forma de la cornea (esférica).
- No mide la altura de cada punto.
- Solo es capaz de proporcionar información sobre un número limitado de puntos. (no obtiene datos cuantitativos).

## 2 INTRODUCCIÓN

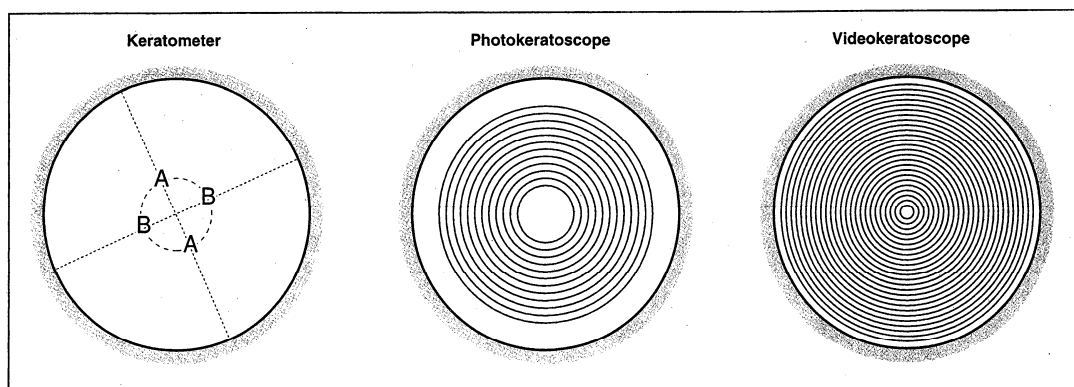
- No da suficiente información sobre la córnea central.
- Es difícil de enfocar y centrar, además el paciente es expuesto a una luz intensa.

### 2.2.3. VIDEOQUERATOSCOPIA COMPUTARIZADA

Como indica el nombre, el vídeoqueratoscopio captura la imagen queratoscópica en una película de vídeo y usa la información de esta imagen para una aproximación a la forma de la córnea explorada.

Básicamente, un topógrafo corneal de proyección consiste en un disco de Plácido, o un cono que proyecta sobre la córnea un patrón de anillos concéntricos, una cámara de vídeo que captura el reflejo corneal de la película lagrimal y un ordenador con un programa que analiza los datos y valora la distancia entre los anillos de claridad y oscuridad en un número de puntos. Cuanto más corta sea la distancia entre dos anillos, mayor será la potencia corneal y viceversa.

Los vídeoqueratoscopios que tienen conos de Plácido pequeños muestran un considerable margen de error cuando no se mantiene la distancia de trabajo requerida entre la córnea y el queratoscopio. Los ventajas de los conos pequeños (iluminación óptima y reducción de sombras causadas anatómicamente) no compensan sus inconvenientes como la escasa tolerancia al desenfoque que es sinónimo de baja reproducibilidad.



**Figura 2.15.** REPRESENTACIÓN DEL ÁREA DE LA CORNEA OBSERVADAS CON EL QUERATOMETRO, FOTOQUERATOSCOPIO Y VIDEOQUERATOSCOPIA.

Recordemos que la imagen captada por la mayoría de los topógrafos es producida por la fina película lagrimal que recubre la córnea, mimetizando la forma o contorno de la superficie corneal, por ello, hay dos grupos de topógrafos corneales: Los que usan el

principio de reflexión corneal, y los que usan el principio de proyección [13]. En el cuadro 2.2., una comparación entre los instrumentos para estudiar la superficie corneal.

<b>Instrumento</b>	<b>Queratómetro</b>	<b>Fotoqueratoscopia</b>	<b>Vídeoqueratoscopia computarizada</b>
<b>Ejemplos</b>	<b>Von helmholtz, javal</b>	<b>Queratoscopio</b>	<b>TMS, Eye Sys</b>
Número de puntos	4	muchos	6000-11000
Zona	Solo 3 mm	70% de la superficie	95% de la superficie
Rango dióptrico	30-60D	Indefinido	8-110 D
Enfoque	Alignment 2 miras Fácil	El foque de una sola imagen ( difícil)	
Miras	4 objetos	12 círculos	15-38 círculos
Record	2 números	Como un fotógrafo	Desde un vídeo
Método	Medidas	Observación	Análisis de ordenador
Información topográfica	Ninguno	Cualitativa	Cuantitativa
Exactitud	Excelente	Poco	Bien
Sensibilidad	Moderado	Baja (3DC)	0.25 D o más
Reproducibilidad	Excelente	Moderado	Muy bien (0.50D)

**Cuadro 2.2.** COMPARACIÓN ENTRE LOS INSTRUMENTOS PARA MEDICIONES DE LA SUPERFICIE CORNEAL.

### 2.2.3.1. Tipos de sistemas de videoqueratoscopia

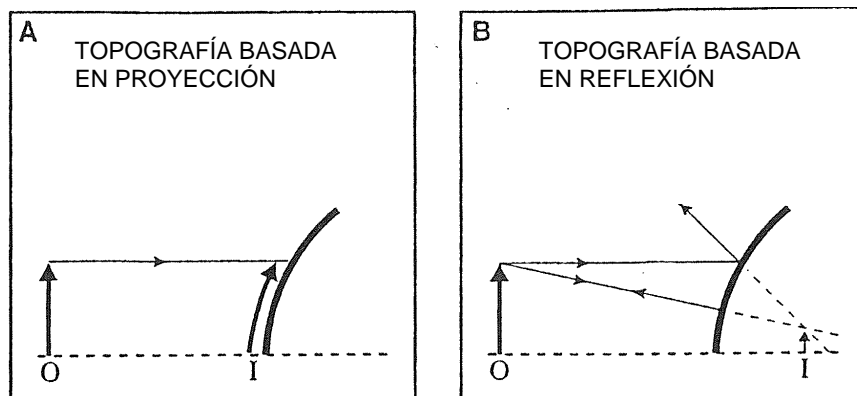
Se pueden clasificar los distintos topógrafos corneales, según la tecnología utilizada, en dos grupos [15].

#### 2.2.3.1.1. Métodos basados en reflexión

La mayoría de los aparatos utilizados en la práctica clínica de hoy funcionan con este método, midiendo la curvatura de la superficie corneal y usando esta información para el cálculo del radio de curvatura y el poder de la córnea, como los querátómetros y vídeoqueratoscopios. Con solo este método no se puede calcular la elevación corneal, y no se puede reconstruir la forma de la cornea.

#### 2.2.3.1.2. Métodos basados en proyección

Los aparatos nuevos con esta técnica pueden calcular directamente la forma de la córnea transformándola en puntos de altura donde se puede calcular la curvatura y el poder corneal también. Cada vez son más utilizados en la práctica (topografía hendidura, wavefront).



**Figura 2.16.** DIFERENCIAS ENTRE LOS DOS MÉTODOS DE TOPOGRAFÍA.

Entre las ventajas e inconvenientes de los sistemas de proyección frente a los de reflexión encontramos [19].

#### Ventajas

- Medida directa de la altura corneal.
- Capacidad de medir superficies corneales y reflectivas.
- Mayor resolución y menor dependencia del explorador.
- Precisión uniforme en toda la córnea.
- Exento de aberración esférica.

#### Inconvenientes

- Ausencia de instrumentos estándar.
- Complejos de utilizar
- Necesidad de validación de la experiencia clínica.
- No existen mapas topográficos estándar o de referencia,
- Mayor duración del examen

#### 2.2.3.1.3. Ejemplos

##### 1. Vídeoqueratoscopios; tecnología basada en el disco de Plácido

A. EYE SYS 2000: (Corneal Análisis System), se compone de un queratoscopio con 18 anillos que recogen información de 360 hemimeridianos, analizando 6.480 puntos de la superficie de la córnea [18].

Este aparato utiliza tanto los algoritmos sagitales como los tangenciales, y presenta incorporado en su software dos programas:

## 2 INTRODUCCIÓN

- Programa STARS. Para cirugía refractiva.
- Holladay Diagnostic Summary. Para comparar cuatro mapas en una sola pantalla.

B. COMPUTED ANATOMY SYSTEM. TMS: Es un topógrafo completamente automático y pequeño. Hay tres tipos el TMS-1, el TMS-2 (utilizado en este estudio) y el TMS-3. Se compone un quertoscopio con 25-31 anillos de luz y cuenta 256 meridianos de un total 7000 puntos [13].

Dispone de programas opcionales: mapas de altura y un asistente para lentes de contacto y detección de queratocono.

Entre las características más importantes del topógrafo corneal TMS-2 se pueden comentar las siguientes.

- Permiten un examen rápido
- Tiene un sistema de autofocus para un enfoque perfecto
- La pantalla tiene posibilidad de presentaciones simples, múltiples, isométricas y compuestas.
- Tiene un software de impresión rápida
- Posee mando único de enfoque y disparo
- El software permite la localización de la pupila
- Tiene la posibilidad de comparar los mapas
- Posee un software de screening del queratocono y de lentes de contacto

Dentro de las especificaciones se encuentran las siguientes:

- Número de anillos: 28 y 34
- Cobertura de la córnea: 0.4 - 11 mm., de diámetro
- Rango de dioptrías: 9 - 109 dioptrías.
- Reproducibilidad: +/- 0.25 dioptrías.
- Margen de seguridad: +/- 0.10 dioptrías.
- Cobertura de centro corneal desde 0.19 mm., del centro.
- La distancia media de trabajo: 70 mm.
- Tipos de mapas: axial, tangencial, refractivo y de altura.
- Opciones para ver mapas: singular, dual, múltiple, diferencial, meridional 3D y numérico.
- Detección de queratocono: análisis Klyce-Maeda , y clasificación Smolek-Klyce.

C. EYE MAP EH-290 (Alcon): Es un sistema modificado de 23 anillos de Plácido de gran diámetro, y recoge información de 360 hemimeridianos, calculando un total de 8.200 puntos. Se supone que el diseño del disco de Plácido modificado y patentado es muy preciso y

sensible. Se ofrece un programa para las lentes de contacto y la detección de queratocono, así como extensa información estadística corneal.

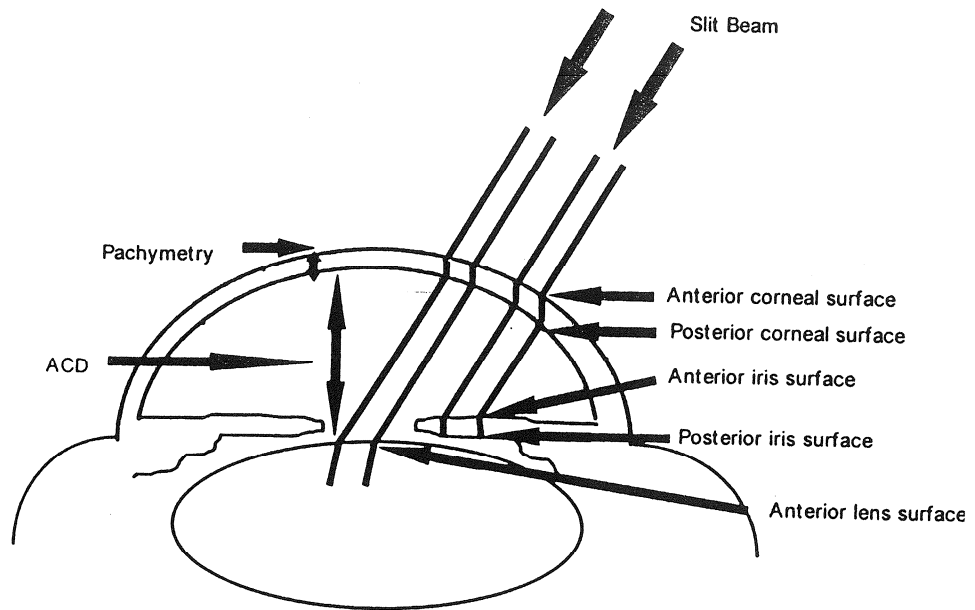
D. TOPÓGRAFO CORNEAL KERATON: Permite la captación automática de la imagen, y a cada lado del cono existe una pequeña prominencia en la que se aloja un sistema detector del vértice corneal, lleva 26 anillos de Plácido para estudiar 256 meridianos, desde el vértice a la periferia, de 4.608 puntos [13], y permite sacar mapas más exactos de las superficies esféricas. Cada mapa se calcula de forma separada sin necesidad de conversiones, disminuyéndose de ese modo las probabilidades de error [14].

### 2. Basados en otras tecnologías

A. PAR TECHNOLOGY System CTS-1000: Se utiliza la técnica denominada *rastero fotogrametría* para determinar la configuración de la córnea. La información que aporta este topógrafo consiste en un mapa de elevación, y aproximadamente se analizan 1.700 puntos en 18 meridianos. Este aparato utiliza fluoresceína, con lo que la trama proyectada en dos dimensiones puede ser registrada por una cámara de vídeo, capturándola [18].

B. KERAMETRICS System, THE CLAS-1000: Se basa en la tecnología del láser *interometría holográfica* para obtener una imagen tridimensional de la superficie corneal. Se analizan alrededor de 250.000 puntos y por eso permite detectar pequeñas diferencias locales en la superficie corneal.

C. ORBSCAN II Z System: Se obtiene una imagen real de la córnea calculando por triangulación la posición del eje "z" (altura) con una lámpara de hendidura y un disco de Plácido (con 40 anillos), mediando la curvatura y la elevación de la cara anterior y posterior de la córnea [13]. El sistema capta 40 imágenes, 20 con luz hendida proyectada desde la derecha y 20 desde la izquierda. La captación de cada imagen dura 0,7 segundos. Es capaz de medir la profundidad de la cámara anterior, el diámetro pupilar, la queratometría simulada, y la paquimetría corneal. Ofrece un mapa de paquimetría corneal con mediciones de limbo a limbo [19]. En la Figura 2.17 se observan las superficies medidas con el Orbscan desde la superficie corneal anterior a la superficie anterior del cristalino.



**Figura 2.17.** SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL ORBSCAN II (Z SYSTEM).

### 2.3. TOPOGRAFÍA CORNEAL COMPUTARIZADA

#### 2.3.1. INTRODUCCIÓN

Con el auge de la cirugía refractiva, los cirujanos refractivos empezaron a remodelar córneas de pacientes y necesitaron un nuevo instrumento para controlar los cambios de la forma de la córnea. A finales de la década de los 80, el Dr. Stephen Klyce desarrolló la topografía corneal computarizada como un sistema de medida de la superficie corneal y para [18]:

- Monitorización de la superficie corneal antes y después de los distintos procedimientos de cirugía refractiva.
- Mejor adaptación y diseño de las lentes de contacto.
- Diagnóstico de patologías corneales (queratocono, degeneración marginal pelúcida)

Al ser la superficie corneal anterior el mayor componente refractivo de la córnea, no es difícil entender que la mayoría de las técnicas refractivas hayan actuado sobre esta zona.

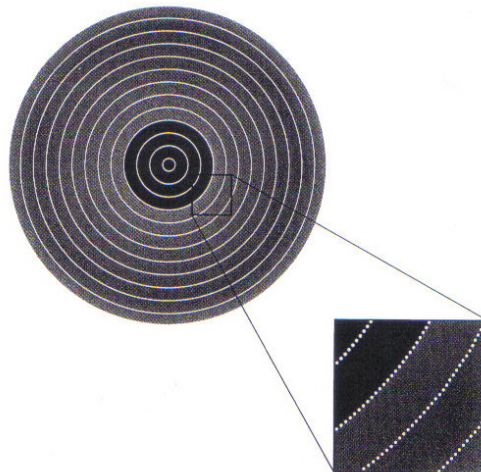
Todavía no existe un sistema perfecto para determinar la verdadera forma de la superficie corneal, pero tenemos que basarnos en los instrumentos de que disponemos, a la espera del fruto de nuevas tecnologías más precisas que están siendo desarrolladas [12].

#### 2.3.2. MECANISMO DE FUNCIÓN DE LA TOPOGRAFÍA CORNEAL

La topografía corneal combina los principios del queratoscopio (utilización de pantalla proyectora de anillos concéntricos múltiples de luz). La imagen reflejada es capturada con una cámara de video conectada a un ordenador, lo que permite el análisis de los datos a través de programas computarizados y representando los resultados en una variedad de formatos de colores, imágenes y escalas.

Existen unas características comunes a todos los topógrafos corneales, relativas a:

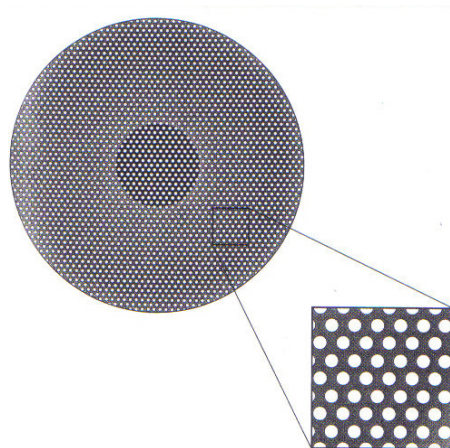
2.3.2.1. **La imagen queratoscópica:** El vídeoqueratoscopio reproduce un mapa corneal a partir de la imagen virtual de círculos concéntricos o miras (15-25 anillos según el topógrafo utilizado) generados por la reflexión en la córnea de los círculos iluminados que el queratoscopio proyecta sobre la misma, y esta imagen es capturada por una videocámara situada en el centro de las miras. Esta imagen varía dependiendo de la distancia entre la cámara y la córnea, y mejora con el contraste entre el color de los círculos y el fondo del mismo (Disco duro) (Figura 2.18).



**Figura 2.18.** IMAGEN QUERATOSCÓPICA.

2.3.2.2. **Digitalización de la imagen:** El vídeoqueratoscopio digitaliza estos círculos o miras creando puntos individuales que pueden ser medidos (5.400 puntos analizados por el topógrafo Topcon, 6.480 puntos en el topógrafo EyeSys, y 8.280 puntos por el topógrafo EyeMap, entre otros) y determina la posición de cada punto a medir a lo largo de cada mira queratoscópica que se extiende desde el centro a la periferia.

2.3.2.3. **Cálculo del poder corneal en cada punto y localización:** El *software* del ordenador analiza la información midiendo la distancia desde el centro de la córnea a cada punto de las miras. Un algoritmo adecuado asigna a cada punto una posición en el espacio. Hay dos tipos de algoritmos (axiales o sagitales y tangenciales) para calcular la distancia axial y la curvatura de una zona localizada de la córnea.



**Figura 2.19.** PODER CORNEAL EN CADA PUNTO DE LA SUPERFICIE.

2.3.2.4. **Obtención de mapas topográficos de la superficie corneal:** donde el ordenador recompone los miles de puntos y mediciones de curvatura corneal y los datos así obtenidos son volcados a la pantalla del ordenador en forma de mapas topográficos.

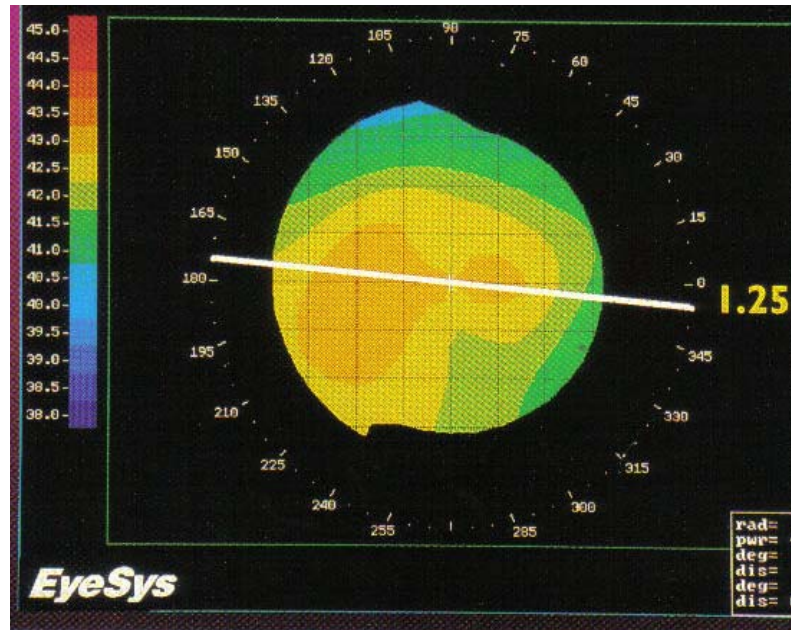


Figura 2.20. MAPA TOPOGRÁFICO

### 2.3.3. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

Los datos usados para generar los mapas en código de colores deben ser confiables, si se desea que dicho mapa resultante tenga valor clínico significativo. Cuando se utilizan los instrumentos basados en los discos de Plácido, es importante examinar la imagen del videoqueratoscopio junto con el mapa topográfico de colores. De esta manera el clínico puede evaluar si el mapa está basado en una imagen confiable, que fue procesada apropiadamente.

En 1988, Klyce introdujo el concepto de mapas de códigos de color como un método para hacer, esta información obtenida con el topógrafo, más útil y más sensible para el examinador. Cada color en el mapa está asignado para definir un rango de medidas: información de la forma traducida en dioptrías [11].

El objetivo final de la topografía corneal es obtener detalles, datos correctos de la superficie corneal y transformarlo en formato clínico. La interpretación del mapa tiene que ser con unos básicos para estudiar los cambios y diagnosticar las patologías.

La precisión de la información topográfica informatizada depende de la adquisición adecuada de buenas imágenes. El enfoque deficiente, la descentración y las sombras pueden afectar negativamente la imagen.

Hay varios cálculos que se pueden obtener con el topógrafo, como la altura, la curvatura y el poder de la córnea, y se transforma en números, colores y escalas.

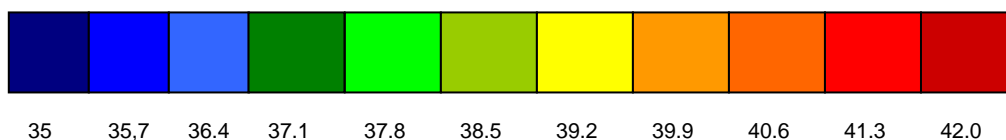
### 2.3.3.1. Mapa de códigos de colores

Los colores de la escala de color que vienen registrados en los mapas de topografía corneal corresponden a lo siguiente [13]. (Figura 2.21):

**Colores fríos:** (violetas y azules): potencias bajas. Corresponden a curvaturas planas, dioptrías bajas.

**Colores verdes y amarillos:** colores aplicados a las córneas normales de potencias medias.

**Colores templados o cálidos:** (naranjas y rojos): potencias altas. Corresponden a curvatura escarpadas, dioptrías altas.



**Figura 2.21.** CÓDIGO DE COLORES

Los colores se muestran en la barra vertical a un lado del mapa topográfico. El ordenador transmite la imagen a la pantalla de vídeo, reproduciéndola en colores y en números. La imagen de vídeo en la pantalla del ordenador proporciona una escala relativa de colores a un lado, la cual es ampliada o reducida dependiendo del rango de las curvaturas corneales que se están midiendo. Por ejemplo la zona más plana de una córnea específica es de 37 dioptrías y la zona más curva de 45 dioptrías, la escala relativa de colores asignada por el ordenador sería azul oscuro para las áreas de 37 dioptrías y rojo oscuro para las áreas de 45 dioptrías. Los colores intermedios se distribuyen entre estos dos parámetros [20].

También en los mapas de altura, donde las zonas altas se presentan con colores cálidos y las zonas bajas con colores fríos. Es muy importante revisar la escala de color en cada mapa estudiado, porque existen diferencias dependiendo del tipo de escala utilizada. Por ejemplo, en el caso de queratocono, la zona roja en el mapa de altura es el punto más alto, el cual es el ápice del cono, pero el mismo punto en el mapa de curvatura es la zona más curvada, el cual está ubicado en el lado inferior del cono.

## 2 INTRODUCCIÓN

En la topografía corneal las diferencias de color no siempre son sinónimo de diferencias en los valores de medición (dioptrías o radios), sino que pueden ser sinónimo de un cambio voluntario en la escala de color por parte del explorador. La mayoría de programas de los topógrafos permite aumentar el tamaño de una imagen para ver ciertos detalles. La realización de una topografía corneal previa a la intervención es imprescindible en los candidatos a cirugía refractiva, con la finalidad de identificar posibles ectasias corneales o queratoconos que podrían, de realizarse la intervención, conducir al fracaso.

Esencialmente, el mapa proporciona una estimación de la forma y el poder refractivo de la córnea. Esta información es utilizada para calcular la cantidad de ablación necesaria en cada área, pero hay que recordar que la información obtenida no es perfecta. Al interpretar los mapas de color, debe observarse particularmente si el patrón es lo suficientemente irregular para causar preocupación sobre la confiabilidad del mapa y para determinar la posición de la pupila en relación con el patrón de la curvatura mostrado en el mapa. La única manera de obtener agilidad en la lectura y la evaluación de mapas es a través del estudio y la práctica [13].

Con el cambio de la curvatura corneal varía el poder refractivo de la córnea como se indica en el cuadro 2.3.

RANGO DE CURVATURA	DIOPTRIAS
7,00	47,43
7,09	46,83
7,21	46,05
7,31	45,48
7,39	44,93
7,51	44,21
7,60	43,68
7,69	43,17
7,81	42,51
7,90	42,03
7,99	41,55
8,11	40,94
8,20	40,49

**Cuadro 2.3.** RELACIÓN ENTRE EL RANGO DE CURVATURA DE LA CÓRNEA Y LAS DIOPTRIAS.

### 2.3.3.2. Escalas

En las escalas se figura el tipo de las medidas transformadas: La altura en mm o  $\mu\text{m}$ , la curvatura en mm, el poder en dioptrías D, y los colores.

Las escalas de milímetros, micras o dióptricas en que se presentan los mapas de curvatura, de elevación o refractivos pueden ser de tres tipos:

- La escala absoluta (estándar):

Los valores máximos y mínimos en que se reajustan los colores son fijos, esto facilita la comparación homogénea entre los mapas (del mismo ojo, entre los dos ojos o con otras personas). La elección de los colores en esa escala esta relacionada con la variación del poder corneal en población normal. Casi el 66% de la población tiene el poder corneal central dentro de una desviación estándar ( $\pm 1\text{DS}$ ) de la media (42-45D), y esto está presente en los colores adjuntos en la escala. Menos del 3% de la población tiene el poder central más allá de  $\pm 3\text{DS}$ , representada con el rojo y el azul oscuro. Cuando se ven estos colores en el mapa, la córnea es anormal [21].

Los valores de 35.5 a 50.5 varían en intervalos de 1.5D, mientras los valores colindantes de 9.0 a 35.5 y de 50.5 a 101,5 varían en intervalos de 5.0D

En el cuadro 2.4., figura el código de colores usado en la escala absoluta y está basado en el cambio de la curvatura de la córnea en una población. La curvatura media está en color amarillo o verde (dependiendo del tipo de aparato utilizado). Las zonas curvadas figuran en colores cálidos y las zonas planas en colores fríos.

POBLACIÓN	INCLINACIÓN	CURVATURA (mm.)	PODER (D)	COLOR
+ 3 DS	CURVADO	7,0	48,0	ROJO
+ 1 DS		7,5	45,0	NARANJA/AMARILLO
MEDIO	PROMEDIO	7,8	43,5	AMARILLO/VERDE
- 1 DS		8,0	42,0	VERDE/AZUL CLARO
- 3 DS	PLANO	8,7	39,0	AZUL

\* DS; Desviación estándar.

**Cuadro 2.4.** CODIGO DE COLORES USADO EN LA ESCALA ABSOLUTA.

- Escala normalizada (relativa):

Los valores son variables en función de los encontrados en la córnea analizada. Esta escala usa números de colores ajustados automáticamente para determinar el rango de los valores dióptricos en un solo mapa. Esta escala puede ser diferente con cada examen del ojo, y usa intervalos cortos entre los colores, lo que permite más detalles, pero hace falta revisarla con cuidado antes de leer el mapa. Esta escala no permite la comparación entre dos córneas diferentes.

- Escala ajustable:

Donde se puede elegir los intervalos y el rango de dioptrías, eso cambia las informaciones topográficas. Si usa intervalos largos el rango de la zona es mayor, pero se pierde detalles. Y si usa intervalos cortos eso lleva a aumentar irregularidades sin significación clínica. Los intervalos más usados son 1 y 1.5 D. En esta escala es posible comparar diferentes mapas, basta con seleccionar el mismo valor central y mismo salto.

Después de confirmar la confiabilidad de la imagen del fotoqueratoscopio, el cirujano debe asegurarse de que se utilice una apropiada escala de colores [21].

En las escalas absolutas el reconocimiento de los colores suministra información inmediata acerca de si la córnea es anormalmente plana o curva, y por lo tanto alerta al clínico acerca de córneas que requieren exámenes adicionales.

La mayoría de sistemas de vídeoqueratografía pueden ser programados para suministrar escalas normalizadas donde se pierde el valor de los colores como elemento diagnóstico.

Las escalas normalizadas deben ser usadas como una ayuda para complementar los análisis obtenidos con una escala absoluta.

Entre las escalas absolutas de código de colores más usadas, está la de Klyce /Wilson de 1.5 dioptrías y la de Waring /Maguir de 1.0 dioptrías. En un estudio en el 1994 [22], figura que las escalas con 1.5 D son mejores que las de 1.00 D para estudiar la córnea.

En 1999, el Instituto Nacional Americano de Estándares (ANSI) emitió un informe titulado "Sistemas de Topografía Corneal-Terminología Estándar Requerimientos" para estimular el uso de escalas que permitieran una mejor comparación de los mapas topográficos producidos por diferentes compañías. Este informe no especifica un único conjunto de colores, pero sugiere tres combinaciones numéricas y de escala de colores: 0.5, 1.0 y 1.5 dioptrías [23].

2 INTRODUCCIÓN

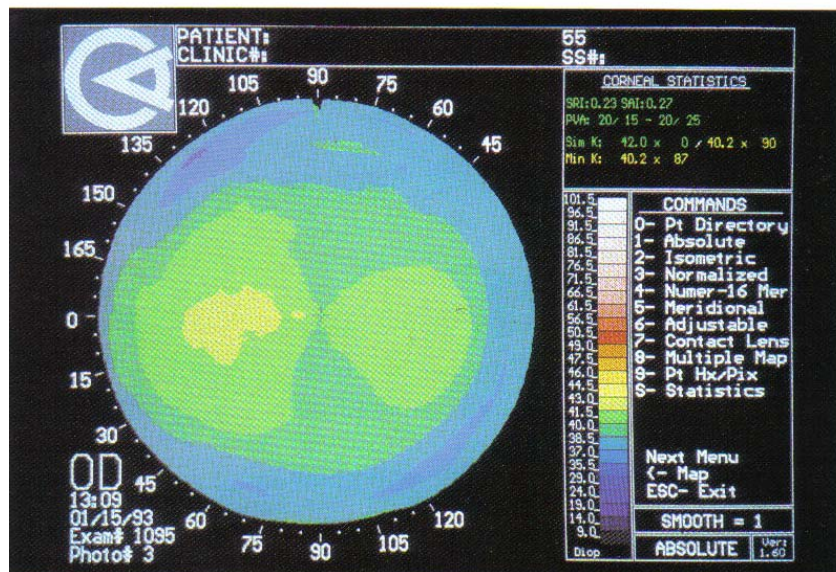


Figura 2.22. MAPA TOPOGRÁFICO CON ESCALA ABSOLUTA.

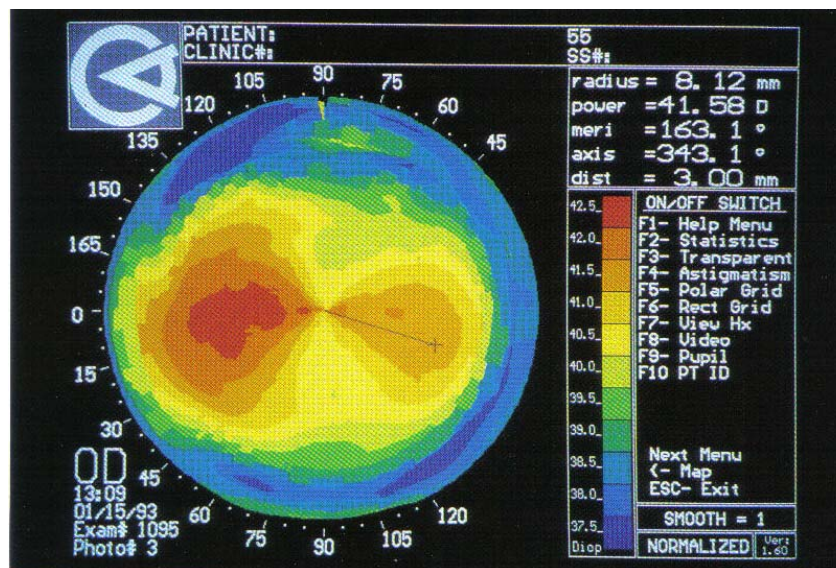


Figura 2.23. EL MAPA ANTERIOR CON ESCALA NORMALIZADA.

### 2.3.3.3. Mapas corneales más comunes

La topografía corneal se representa en mapas con código cromático y estos mapas pueden ser de curvatura, de elevación o refractivos.

A. **Mapa axial (sagital):** Es el mapa inicial y el más utilizado. Proporciona datos basados en la fórmula del queratómetro. Mide la curvatura en cierto punto de la superficie corneal en una dirección axial relativa al centro. Requiere los cálculos del centro de la imagen (cuando se prolonga o acorta el centro de curvatura hasta el eje óptico, el valor obtenido es del radio axial). Es útil para determinar las características generales de la córnea y para clasificar el mapa corneal. Es el tipo más estable que permite diferenciar entre córneas esféricas, astigmáticas e irregulares [19].

B. **Mapa tangencial (meridional):** es una representación que permite la medición de la potencia de una gran parte de la córnea, basándose en una fórmula matemática. Mide la curvatura en cierto punto de la superficie corneal en dirección meridional con relación a los otros puntos del anillo en particular. Se utiliza para medir distancias corneales en el mapa, y para localizar un cono o posición del vértice de un queratócono, así como para localizar el diámetro y la posición de la ablación después de una ablación quirúrgica refractiva con láser [19].

Los mapas axiales y meridionales deben ser representados teóricamente en las unidades de radios de curvatura (milímetros) en cada punto de la superficie corneal. Debido a que los centros de la curvatura de la córnea normal están situados fuera del eje óptico y al lado contrario de dicho eje, los valores de la curvatura axial, según nos alejamos del centro de la córnea hacia la periferia, son más pequeños, y por eso los colores de los mapas axiales en la media periferia y periferia son más cálidos que los de los mapas tangenciales.

C. **Mapa de altura (elevación):** es muy útil en formato numérico o de sección transversal para cuantificar la elevación o la profundidad de un defecto corneal (ulceración, zona de ablación, queratócono y otros). Algunos topógrafos muestran un mapa en relación con una superficie esférica de referencia, mediante la comparación con una esfera de referencia ideal calculada a partir de los datos de la topografía.

Los colores cálidos indican que la córnea real está por encima de la esfera y los fríos lo contrario. En una córnea normal sin astigmatismo encontramos colores rojos en los 360° de la periferia, mientras si existe astigmatismo en el meridiano más curvo se observan colores azules, o los más fríos [24].

D. **Mapa refractivo:** es un mapa derivado del mapa axial mediante el uso de la regla de Snell para calcular el poder de refracción de la córnea. Se usa antes y después de la cirugía corneal [19].

Cuando se quiere conocer el verdadero poder refractivo de la córnea, en dioptrías, para una incidencia de luz paralela al eje óptico, se debe hacer uso del mapa refractivo. Las dioptrías de los mapas de curvatura representan también el poder refractivo de la córnea, pero para una incidencia de luz paralela al eje que contiene el centro de curvatura del punto que se analiza. Los mapas refractivos dan una información importante sobre la cuantía de la aberración esférica de la córnea.

En la práctica los colores en la misma región de un mapa de elevación y uno de curvatura axial a menudo se encuentran contrarios. El eje vertical de 90 grados es más curvo en aquellos casos de astigmatismo con la regla, además el área superior típicamente está deprimida (azul en el mapa de elevación y más curvo, rojo en el mapa axial) [24].

E. **Mapa de elevación elíptica:** representa la altura de la córnea en micrómetros, en diferentes puntos de la córnea. Es útil para visualizar el aspecto corneal, concuerda mejor con la forma inherentemente elíptica de la córnea sana.

F. **Mapa tridimensional:** se utiliza para visualizar la forma general de la córnea de un modo más realista, puede ser rotado y modificado en la forma deseada. Algunos instrumentos como los queratógrafos de Oculs y el Haag-Streit CTK 922 ofrecen un excelente análisis tridimensional cinético de la topografía corneal.

G. **Mapa de irregularidad:** se usa después la cirugía refractiva para detectar irregularidades que pueden explicar una baja agudeza visual. Se calcula la mejor corrección esfera/cilindro para la córnea sustrayendo la corrección [25]. Se ofrece un índice que mide la excentricidad (una medida de asfericidad) y la cantidad de astigmatismo que ha sido restada de la información córnea original [14].

H. **Mapa fotoqueratoscópico:** Este mapa permite reconocer visualmente una córnea regular o una irregular, mostrando la imagen de los discos Plácidos reflejados en la superficie ocular.

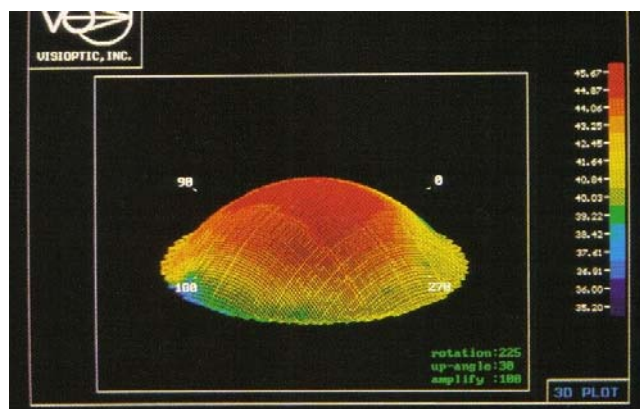


Figura 2.24. MAPA TOPOGRAFICO DE ALTURA (ELEVACION).

2.3.3.4. Factores que intervienen sobre el mapa topográfico

Hay que saber distinguir entre los cambios topográficos reales de la córnea misma o los producidos por factores externos. Ante la presencia de anomalías en la integridad de la córnea (queratitis) o en su transparencia (edema importante o leucoma), la topografía pierde fiabilidad, y ante una topografía anormal se vuelve a repetir para descartar la influencia de los factores externos en el momento de la toma de la misma.

1. La película lagrimal: Las imágenes del queratoscopio se forman a través del reflejo que ocurre en la capa de la película lagrimal. La película lagrimal puede no causar problemas si es uniforme sobre la totalidad de la superficie córnea, pero puede causar problemas si el paciente experimenta lagrimeo, lo suficientemente excesivo, como para formar lagos lagrimales, esto distorsiona los anillos del queratoscopio y produce errores de digitalización. Y puede verse alterada por la calidad, cantidad y estabilidad de la película lagrimal (ojo seco). Esto se puede evitar pidiendo al paciente que parpadee varias veces antes de realizar el examen.

Las lágrimas artificiales pueden alterar los resultados de la vídeokeratografía y por ello se recomienda esperar por lo menos 5 minutos entre la aplicación de las lágrimas artificiales y la realización de la evaluación con el queratoscopio y con el topógrafo [12].

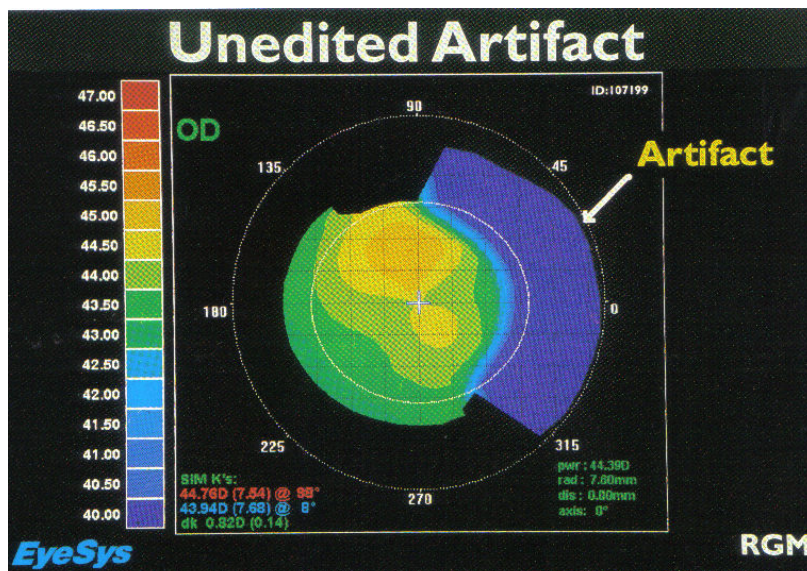


Figura 2.25. IMAGEN INCOMPLETA O DISTORSIONADA.

2. Los párpados: Los párpados y las pestañas (pestañas largas, triquiasis, blefaroptosis o blefarospasmo) también son responsables de ciertas anomalías topográficas, sobre todo en la parte superior. El párpado tenso puede provocar un aplanamiento corneal en su borde

que hará que la zona continua de la córnea se abombe por redistribución epitelial, dando valores de curvatura más cerrados, manteniendo la potencia córnea constante [24].

3. El enfoque: La imagen depende del operador y la colaboración del paciente, y para capturar una imagen topográfica buena hace falta que esté la córnea en el centro del cono " relativo con el disco Plácido", y el paciente tiene que mantener el enfoque sobre el objeto en el centro del disco Plácido (depende de la distancia de trabajo y el tamaño del cono). Errores pequeños en el enfoque, dan como resultado cambios y asimetría topográfica [15].

### 2.3.3.5. **Que mapa y escala utilizar**

Lo más habitual en los topógrafos basados en el disco de Plácido es utilizar el mapa de curvatura tangencial con escala relativa si se analiza un único mapa topográfico.

El mapa tangencial da más información de la anomalía que presenta la córnea comparado con los mapas de curvatura axial, elevación y refractivo; sin embargo si se analizan varios mapas a la vez es recomendable la escala absoluta, ya que entonces los mismos colores representan el mismo valor y se puede comparar visualmente.

El mapa refractivo es muy poco utilizado en la práctica y el de elevación es el más frecuente en topógrafos con tecnologías distintas a la de los discos de Plácido [24].

2.3.4. ÍNDICES TOPOGRÁFICOS CUANTITATIVOS

La interpretación visual que el explorador hace de los mapas a color de la topografía corneal es esencialmente subjetiva, por ello, el clínico necesita unos parámetros cuantitativos que le permitan valorar la regularidad y la calidad óptica de la córnea de forma más global que la hasta ahora utilizada, esto es, mediante la estimación de la transparencia corneal por la lámpara de hendidura y la regularidad de la queratometría o miras queratoscópicas. Dingledein, Wilson y Klyce [26], crearon varios índices cuantitativos que facilitan la interpretación de la información topográfica y la amplitud de sus utilidades para análisis clínicos y de investigación.

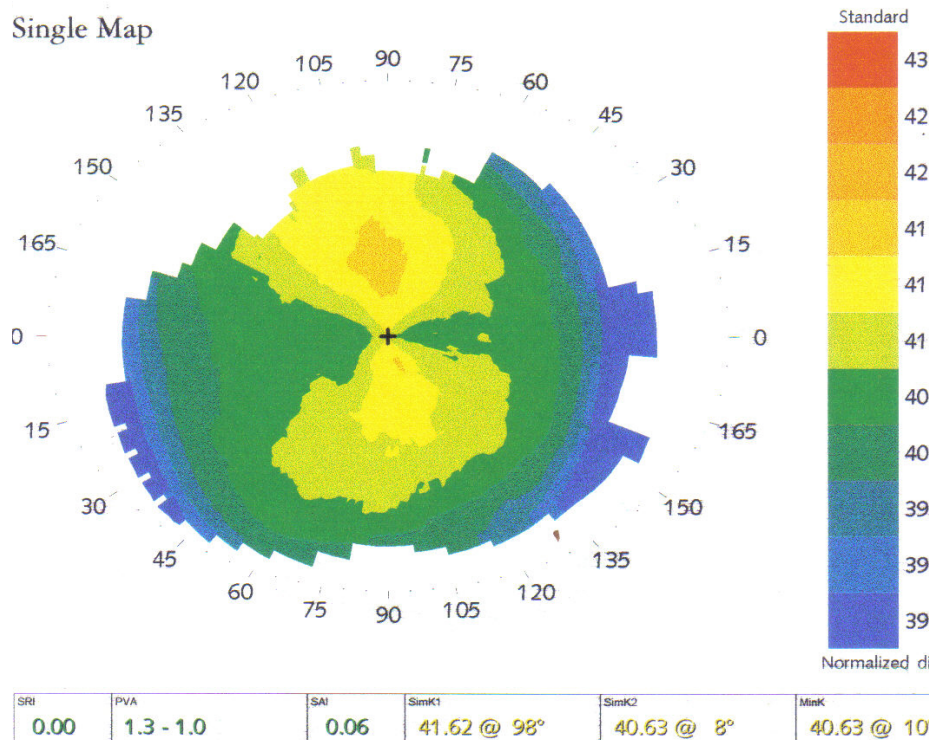


Figura 2.26. MAPA TOPOGRÁFICO

2.3.4.1. Queratometría Simulada (Sim-K)

Es el índice que indica el poder y el eje de los meridianos (Simulated Keratometry).

Fue calculada a partir de los puntos de potencias sobre las miras 7, 8 y 9 del vídeoqueratoscopio (estos anillos fueron seleccionados porque su posición relativa al centro de la superficie corneal se aproxima a la posición donde el queratómetro determina la curvatura de la córnea) para un total de 128 meridianos equiespaciados [18]. El meridiano

más elevado se define como el de mayor poder dióptrico medio. El poder en cada meridiano, es el poder medio en seis puntos determinados por la intersección del meridiano con la mira específica. **Sim-K1** es el eje mayor, de mayor potencia y más curvo y **Sim-K2** es el eje menor, está a 90° de SimK1 y es el más plano [25]. El valor cilíndrico de la córnea (el astigmatismo corneal) es la diferencia entre el meridiano mayor y el menor.

Las lecturas cilíndricas menores a 0.20 dioptrías, clínicamente no significativas, no se reportan; en esos casos, en su lugar, se reporta su equivalente esférico. [14].

El valor **Sim-K** es utilizado para cuantificar el poder dióptrico de la córnea, con el fin de calcular el valor del cilindro y el eje topográficos, identificando así las diferencias entre los exámenes iniciales y finales [26].

### 2.3.4.2. Queratometría Mínima (MinK)

Mide la media de la potencia córnea dióptrica entre los anillos 6, 7 y 8 y presenta la evaluación mínima en cada meridiano [25].

### 2.3.4.3. Índice de Regularidad Superficial (SRI)

Mide la fluctuación de potencia punto a punto sobre la superficie corneal, y aumenta en astigmatismo irregular (Surface Regularity Index). Existe una gran correlación entre el SRI y la agudeza visual corregida con gafas si los otros componentes del ojo son normales, cuanto más regular sea una superficie más bajo será el valor del SRI y mejor será la agudeza visual.

SRI se calcula basándose en la regularidad local de la superficie, en un área corneal incluida sobre una pupila virtual de aproximadamente 4.5 mm en promedio [14].

Este índice puede ser útil para predecir el funcionamiento óptico de la superficie anterior de la córnea, y representa la diferencia de gradiente de poder dióptrico, en valor absoluto, entre pares de miras sucesivas, correspondientes a cada uno de los 256 puntos por anillo que evalúa el ordenador y utiliza solo los 10 primeros anillos del videoqueratoscopio, que corresponden a la zona central de la córnea o la zona óptica.

La córnea normal tiene SRI menor que 0.5. Si es mayor indica que el centro de la córnea es de menor calidad óptica o irregular [13].

### 2.3.4.4. Índice de Asimetría Superficial (SAI)

Se determinó por suma valorada centralmente de las diferencias en el poder corneal entre puntos correspondientes separados 180° en las miras centrales del videoqueratoscopio a lo

largo de 128 meridianos equidistantes. El SAI (Surface asymmetry index) se aproxima a cero en una superficie totalmente simétrica y aumenta cuanto más asimétrica es la forma.

El valor normal es inferior a 0.5 y aumenta en el queratocono, después de un trauma, cirugía refractiva y queratoplastia [24]. Puede ser útil para el progreso de las enfermedades corneales como el queratocono.

El SAI se correlaciona con la Agudeza Visual Potencial (PVA) como originalmente fue descrito por Klyce y Wilson, y es el primer intento de correlacionar la calidad óptica de la superficie corneal con la agudeza visual [25].

En el topógrafo **Tomey** sus valores aparecen en la parte inferior del mapa topográfico en color verde cuando son normales, amarillo si son dudosos o rojos si son anormales.

### 2.3.4.5. **Agudeza Visual Esperada (PVA)**

Este índice define las variaciones de la agudeza visual esperada (expresado en unidades de Snellen) pasada sobre la topografía dependiendo, del Índice de Regularidad Superficial (**SRI**) y del Índice de Asimetría Superficial (**SAI**) [25], si la córnea es el único factor para limitar la visión y no existen otras causas como opacidades en el cristalino o degeneraciones en la retina.

Cualquier irregularidad en la topografía corneal, en la zona óptica disminuye la potencia visual del ojo, porque la córnea es responsable del 70% del poder refractivo y esto afecta SRI y PVA directamente.

Además, alteraciones en el tiempo de la rotura lagrimal "BUT" o cualquier cambio en la película lagrimal reduce la visión, y también PVA y SRI, como en el ojo seco o en los ojos abiertos durante mucho tiempo. Así mismo, córneas con astigmatismo irregular, portadores de lentes de contacto con "Warpage", queratoplastia o queratitis presentan un PVA bajo.

Estos parámetros cuantitativos proporcionan considerable información útil, tanto para uso clínico como para investigación, incrementan la información sobre la superficie corneal cuando se combinan con la inspección visual de los mapas topográficos codificados a color, al ser incorporados al software del topógrafo [18].

### 2.3.4.6. **Excentricidad corneal (e)**

La forma normal de la córnea no es la de una esfera sino la de una elipse prolata que indica que su curvatura va aplanándose según nos alejamos del centro hacia la periferia. La cuantificación de ese aplanamiento se representa mediante el valor de excentricidad "e". En córneas normales es de  $0,45 \pm 0,10$  [24].

## 2 INTRODUCCIÓN

La excentricidad de una córnea es la relación de las distancias existentes entre los puntos de la córnea al foco y a la directriz, y nos dará idea de las diferencias de curvatura entre la zona central y la periférica.

La excentricidad que se representa con signo negativo entre 0 y 1 nos advierte de una elipse oblata.

La excentricidad obtenida va a tener por lo tanto utilidad para:

- Adaptar lentes de contacto RPG esféricas, permitiéndonos calcular la separación borde lente de contacto – córnea y por lo tanto diseñar las curvas periféricas a medida.
- Adaptar lentes de contacto RPG esféricas pudiendo elegir la excentricidad de éstas en función de la de la córnea.
- Predecir en ortoqueratología la reducción potencial de dioptrías de miopía.
- Calcular la lente de geometría inversa adecuada en ortoqueratología mediante la comparación de las sagitas corneal y de la lente de contacto.

### 2.3.4.7. El factor de la forma SF (Shape factor)

Es una medida de la asfericidad de la córnea, como un derivado de la excentricidad es su cuadrado ( $e^2$ ).

Estos valores se calculan para las zonas 4.5 y 8 mm .Los valores para el meridiano más curvo se muestran en rojo mientras que para el más plano en color azul.

### 2.3.4.8. El factor de la asfericidad (Q)

Es igual al factor de la forma en valor negativo  $-SF$ . En la población adulta joven el valor normal es de  $-0,23 \pm 0,08$ , y en los queratoconos y otras patologías ectásicas de la córnea el valor es más negativo al aumentar el prolatismo corneal.

Por ejemplo, si el valor medio de la excentricidad de una córnea normal es 0,45, el SF medio de una córnea normal será  $0,45^2$ , es decir; 0,20, y el valor de Q medio será - 0,2.

### 2.3.4.9. El poder esfero equivalente (SEP)

Es el poder refractivo efectivo de la córnea en la zona de tres milímetros. Se calcula usando datos de todos los meridianos. Es más real que la queratometría para calcular LIO (lente intraocular) en córneas con astigmatismo irregular.

### 2.3.4.10. Asimetrías superiores e inferiores (S-I)

Se calcula la diferencia del poder corneal entre la parte superior e inferior y tiene mucha importancia para diferenciar el queratocono. Las asimetrías topográficas adquieren gran importancia, sobre todo las relacionadas con la aceptación para una cirugía refractiva corneal. Las complicaciones importantes post-quirúrgicas, como la ectasia, aparecen relacionadas con asimetrías topográficas previas a la intervención. Ante cualquier duda hace falta un análisis con una topografía más detallada con un topógrafo como Orbscan, donde además de la cara anterior se tendrá información de lo que acontece en la posterior [24].

En el cuadro 2.5 se representan algunos de los índices cuantitativos, su descripción y aplicación:

Índice cuantitativo / parámetro	descripción	Aplicación
Queratometría simulada SimK	El eje de mayor poder de la córnea central y el eje perpendicular	Comparado con el queratómetro Limitado
El poder esfero equivalente SEP	El poder refractivo efectivo entre zona de 3 mm.	Calcular LIO en cuando haya astigmatismo irregular
Asfericidad Q	Plano o curvatura de la periférica	Aberración óptica después de la cirugía refractiva
Índice de asimetría superficial SAI	La diferencia entre los meridianos	El progreso de las enfermedades corneales.
Inferior-superior I-S	La diferencia del poder corneal entre la parte superior e inferior	Diferenciar el queratocono de la córnea normal
Índice del queratocono KPI	Sale depende de ocho índices	Detectar el queratocono y descartar otras enfermedades de la córnea
Índice da regularidad superficial SRI	Variedad local en los colores	Detectar el astigmatismo irregular
Agudeza visual esperada PVA	El rango de la agudeza visual esperada.	El efecto del astigmatismo sobre la agudeza visual

**Cuadro 2.5.** LOS ÍNDICES CUANTITATIVOS PRESENTADOS EN EL MAPA TOPOGRÁFICO.

Existen otros índices que varían significativamente entre los diferentes sistemas, y el clínico debe evaluar la utilidad de la información suministrada por el topógrafo específico que esté utilizando antes de confiar en esa información.

También al valorar las topografías, es importante conocer los límites de la fiabilidad de las imágenes obtenidas, y eso varía de un aparato a otro, para distinguir los cambios verdaderos (alteraciones corneales) y los falsos (por factores externos como los párpados).

### 2.3.5. INTERPRETACIÓN DE LA TOPOGRARIA CÓRNEAL

La correcta interpretación de los mapas topográficos requiere un conocimiento y una experiencia clínica en los patrones más frecuentes por parte del explorador.

Para mostrar la potencia superficial en distintos puntos de la córnea, los topógrafos modernos se basan en el código de colores de la Universidad del Estado de Louisiana [13].

Los clínicos prefieren los valores de potencia (medidos en dioptrías) a los valores de radio (medidos en milímetros), aunque todos los topógrafos pueden presentar mapas de la córnea en ambos valores. Cuando el explorador modifica los valores y establece nuevos parámetros, las escalas de color también se modifican [27].

Los sistemas de topografía basados en la proyección adoptaron una escala de color similar para representar sus mapas de altura. Las áreas altas, elevadas, se representan en colores cálidos, mientras que las áreas bajas, deprimidas, se representan en colores fríos [13].

Los colores no siempre representan un mapa de elevación; corresponden a valores de curvatura. Por lo tanto, la córnea está más curvada o elevada en el centro (verde) y se aplana hacia la periferia (azul). El lado nasal se hace azul más rápidamente, indicando que fisiológicamente- la córnea nasal es más plana que la temporal [28].

Cada mapa tiene una escala de color y asigna un color particular a cierto rango dióptrico queratométrico. Nunca se debe basar una interpretación sólo en el color. El valor en dioptrías queratométricas es crucial en la interpretación clínica de los mapas y tiene que ser examinado al realizar la interpretación de todos los mapas. [14].

#### 2.3.5.1. Topografía corneal normal

La topografía corneal normal puede tener muchos patrones topográficos, porque ninguna córnea humana muestra la regularidad de las esferas de calibración de un topógrafo. Varios autores realizaron trabajos para lograr una calificación que simplificara los diferentes patrones topográficos de normalidad (Bogan et al. [29], Rabinowitz et al. [30] y Naufal et al. [31]), defendiendo cinco patrones.

##### 2.3.5.1.1. Clasificación de la córnea normal

A. Redondo (esférico): Se presenta en el 20-23 % de los casos. En este tipo de patrón los cambios de poder dióptrico en el mapa topográfico se realizan de forma gradual y no significativa desde la zona más central a la periferia.

B. Óvalo: Se presenta en el 21-25 % de los casos. Es una variación del anterior donde los cambios en poder dióptrico son más pronunciados en el eje longitudinal que en el

## 2 INTRODUCCIÓN

transversal. No existen diferencias entre este patrón y el anterior en términos de refracción y queratometría.

C. Astigmatismo simétrico: Se presenta en el 18-20 % de los casos, donde el eje con mayor poder dióptrico es simétrico entre si, y a su vez, perpendicular al eje de menor poder dióptrico (pajarita simétrica).

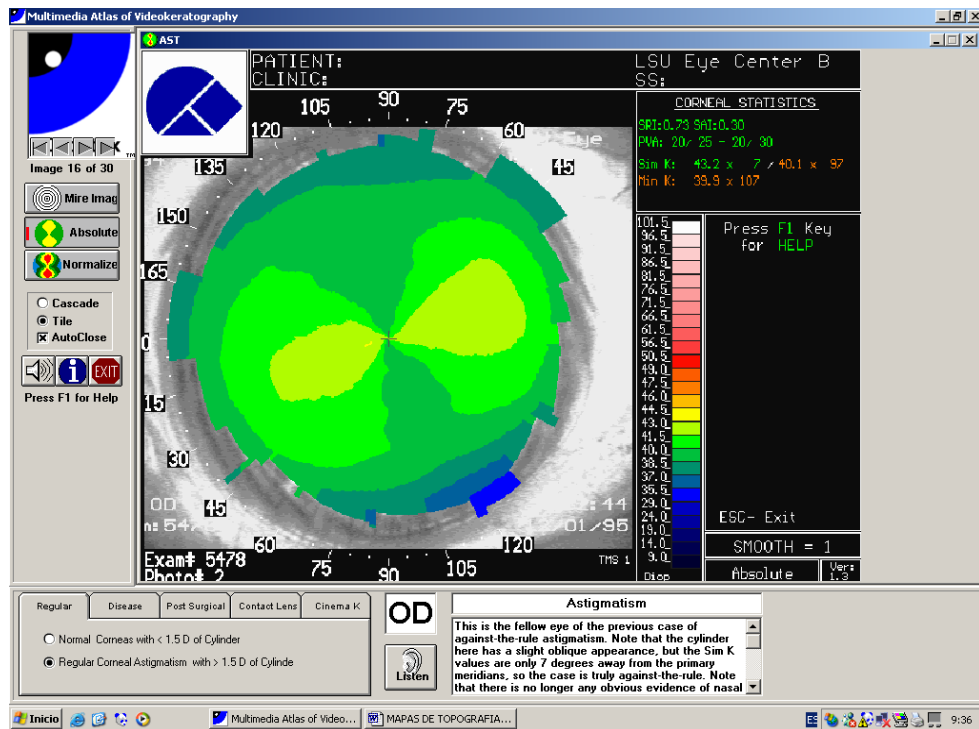


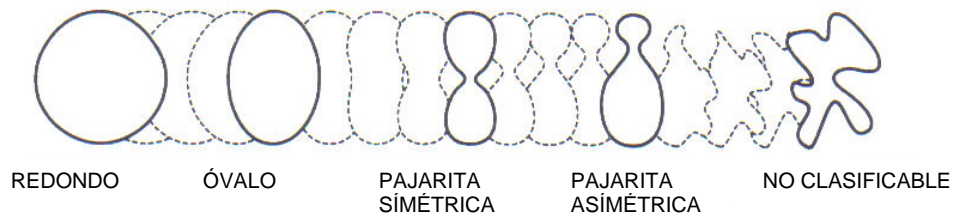
Figura 2.27. ASTIGMATISMO REGULAR.

D. Astigmatismo asimétrico: Se presenta en el 32 % de los casos, como en el anterior, salvo que, en el eje de mayor poder dióptrico no existe simetría entre los dos hemimeridianos (pajarita asimétrica).

E. Irregular: Se presenta en el 6- 7% de los casos, formado por una serie de patrones topográficos que no pueden clasificarse por unas características concretas.

En el cuadro 2.6 se observa el porcentaje de cada tipo de la topografía córnea del ojo normal, comparando varios estudios [15].

2 INTRODUCCIÓN



**Figura 2.28.** CLASIFICACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA CORNEAL NORMAL.

VIDEOKERATOSCOPIA				PROYECCIÓN	
Bogan et al.		Rabinowitz et al.		Naufal et al.	
Redondo (esférico)	23%	Redondo	21%	Isla	29%
Óvalo	21%	Óvalo	25%		
		Curvatura superior	4%		
		Curvatura Inferior	12%		
Astigmatismo Simétrico	18%	“bow tie” simetrico.	20%	Canto regular	17%
		Pajarita simétrica con hachas(ejes) sesgadas	2%	Canto incompleto	23%
Asimétrico	32%	Pajarita asimétrica, curvatura inferior	7%	Canto irregular	28%
		Pajarita asimétrica, curvatura superior	3%		
		Pajarita asimétrica, con hachas(ejes) sesgadas	1%		
Irregular	7%	Irregular	6%	No clasificado	3%

**Cuadro 2.6.** CLASIFICACIÓN E INCIDENCIA (%) DE TOPOGRAFÍA EN CÓRNEAS NORMALES.

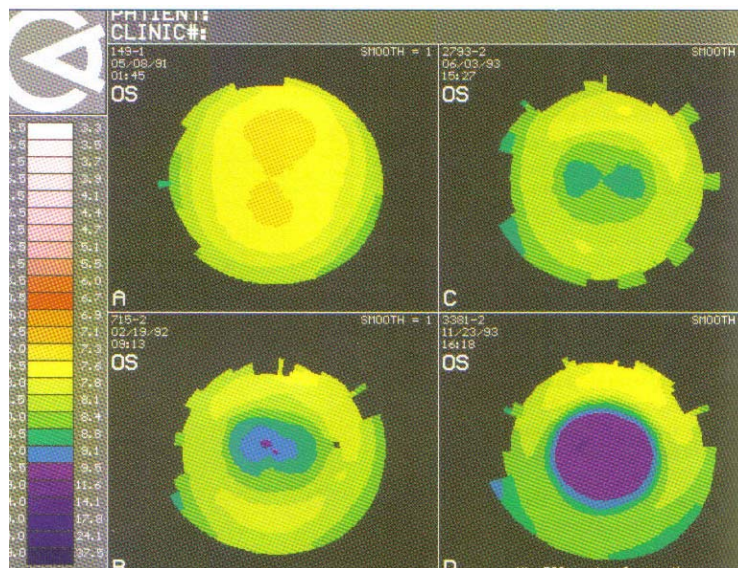
### 2.3.5.2. Aplicaciones clínicas de la topografía corneal

Desde su introducción a mediados de la década de 1980 el topógrafo se constituyó en un instrumento superior para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades corneales, permitiendo un reconocimiento de patrones y de colores, facilitando la distinción entre una topografía normal y una anormal.

La topografía corneal permanece como una herramienta importante en la práctica (clínica), se utiliza para conocer la curvatura de la córnea y poder detectar en ella patologías, cuantificar sus aberraciones, planificar determinadas cirugías y adaptar lentes de contacto [14].

Entre algunas de sus utilidades e indicaciones podemos citar las siguientes [14]:

- Valoración pre y postoperatoria de pacientes sometidos a cirugía refractiva: la detección de queratocono es de particular importancia en pacientes que planean una cirugía refractiva porque es contraindicación para la cirugía. La topografía corneal es útil en la evaluación de los efectos y estabilidad de todos los procedimientos refractivos
- Evaluación del astigmatismo irregular especialmente después de una queratoplastia penetrante donde la topografía es muy valiosa para la detección del astigmatismo postoperatorio, y planear la retirada de la sutura.
- Seguimiento de las úlceras y cicatrización corneal postraumática. Midiendo la irregularidad de la córnea con el topógrafo podemos determinar la proporción de pérdida de agudeza visual atribuible a una úlcera o defecto epitelial situado en el eje visual o cercano al mismo [13].
- Adaptación de lentes de contacto: La topografía corneal es especialmente valiosa en la adaptación de superficies corneales complejas (por ejemplo después de queratoplastia penetrante, y en caso de queratocono).
- Estudio de la calidad de la película lagrimal.
- Valoración pre y postoperatoria de los anillos corneales intraestromales.
- Cirugía de catarata después de cirugía refractiva: Permite calcular la lente intraocular cuando no es posible obtener los valores preoperatorios. Se usa el valor más plano de la cornea central, o medir un promedio de los valores topográficos alrededor de la zona central (3 mm).



**Figura 2.29.** LOS CAMBIOS EN LA CORNEA DESPUÉS DE LA CIRUGÍA REFRACTIVA.

Las aplicaciones clínicas más importantes de la topografía son la detección de las patologías corneales: específicamente queratocono y otras degeneraciones.

A. Enfermedades ectásicas de la córnea y cambios inducidos por lentes de contacto:

La topografía corneal computarizada a menudo suministra evidencia de enfermedad ectásica, antes de que haya un adelgazamiento significativo de la cornea, o signos en el examen con la lámpara de hendidura.

En la degeneración de Terrien se nota aplanamiento del perfil corneal y un astigmatismo alto contra la regla. En el pterigion se observa un astigmatismo a favor de la regla causado por un aplanamiento focal de la córnea por la cabeza del pterigion (la mayoría están localizados en el meridiano horizontal). Este astigmatismo puede ser inducido por tracción mecánica del pterigion o la retención de la película lagrimal adyacente a la cabeza del pterigion.

Aunque el queratocono y la degeneración marginal pelúcida son distrofias corneales ectásicas, los patrones topográficos son muy diferentes. La topografía de la degeneración marginal pelúcida se caracteriza por un contorno muy curvo en la córnea periférica prelimbar, con áreas de alto poder dirigidas en forma radial hacia el centro, desde los meridianos oblicuos inferiores. Este patrón típicamente sugiere una mariposa o una configuración de una **C** perezosa. Además existe un área de aplanamiento justo debajo del centro de la córnea generando una refracción con astigmatismo alto contra la regla [14].

## 2 INTRODUCCIÓN

El patrón topográfico típico del queratocono se caracteriza por un poder central alto, una córnea inferior curva, una amplia diferencia entre el poder del ápex corneal y el de periferia, y a menudo disparidad entre el poder central de las dos corneas de un paciente dado. Mientras podemos ver valores de K centrales y en la zona medio-periférica muy altos con la periferia extrema plana en el queratoglobos, y en este caso la curvatura hace máxima en una zona de inflexión medio-periférica donde está el máximo adelgazamiento.

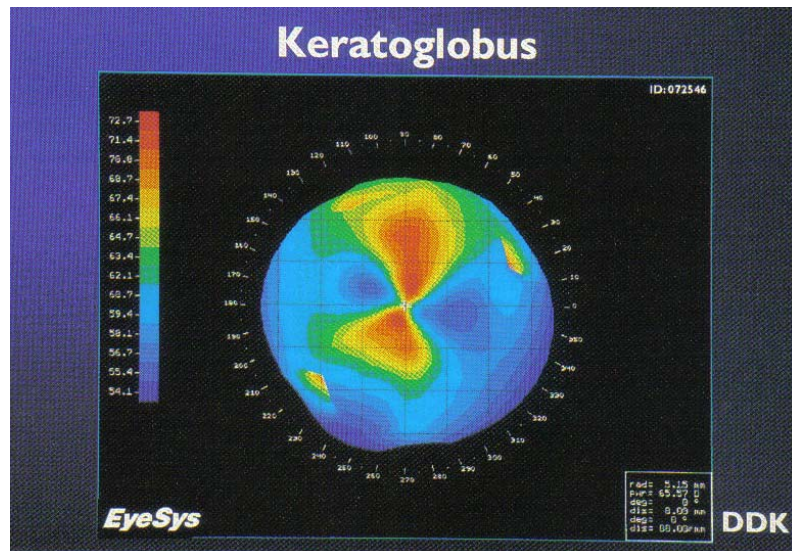
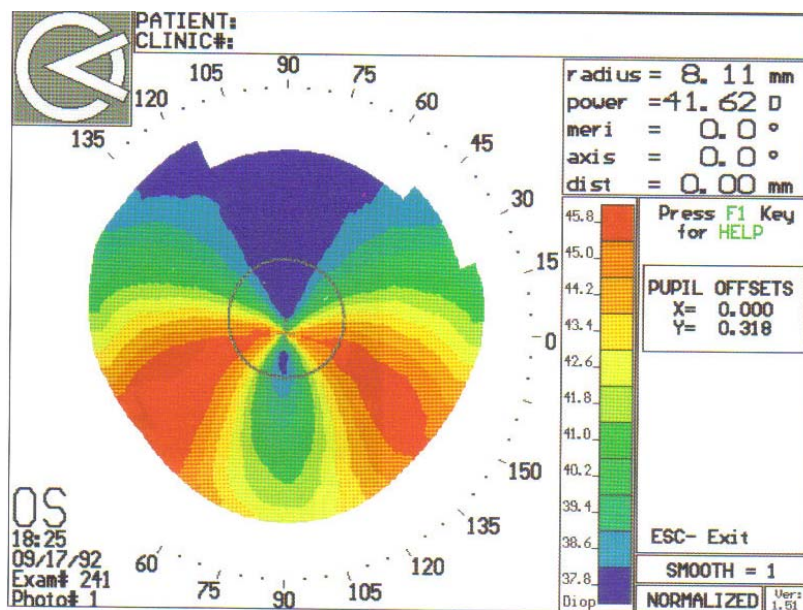


Figura 2.30. QUERATOGLOBO.



**Figura 2.31.** DEGENERACIÓN MARGINAL PELÚCIDA.

B. Queratocono o moldeado corneal “corneal warpage”:

En los candidatos de cirugía refractiva los cambios inducidos por lentes de contacto son una anomalía topográfica común en esas personas, y esta condición es frecuentemente confundida con un queratocono [24].

Harnstein fue el primero en observar los cambios en la forma de la córnea por el uso de las lentes de contacto y lo llamó “*warpage*”. [14]. Otros autores usaron este término para defender los cambios topográficos relacionados con las lentillas. Los cambios son muy frecuentes con el uso de las lentes de contacto rígidas y toman más tiempo en resolverse (entre tres semanas y unos meses en casos severos).

Por otra parte, los cambios por lentes de contacto blandas se resuelven a los tres o cuatro días de discontinuar su uso en general (pocos tardarán unas semanas hasta que los patrones topográficos sean normales). Estos pacientes son asintomáticos, y usan las lentillas muchas horas sin problemas, pero algunos comentan que no pueden aguantar las lentillas o que la agudeza visual ha disminuido.

Los signos topográficos incluyen astigmatismo central irregular, pérdida del aplanamiento progresivo normal de la córnea, del centro a la periferia, y una correlación entre la posición de reposo del lente de contacto en la córnea y el patrón topográfico.

Un patrón topográfico relativamente frecuente y que hace dudar sobre su etiología es el que muestra en las topografías de los usuarios de lentes de contacto sobre todo las rígidas con años de utilización. Ese patrón es compatible con la existencia de un queratocono o de una deformación corneal inducida por lentes de contacto. En estos casos, el valor de la excentricidad corneal (**e**) ayuda a su clasificación. Esos patrones con valores de **e** más bajos de lo normal (< 0.35) suelen ser debidos a un moldeado corneal “*corneal warpage*”, mientras que esos patrones con valores de **e** normales o más elevados (>0.55) indican presencia de queratocono.

Ante cualquier cambio en la topografía es mejor suspender el uso de los lentes, monitorizando la topografía hasta que haya un patrón normal y estable.

## 2 INTRODUCCIÓN

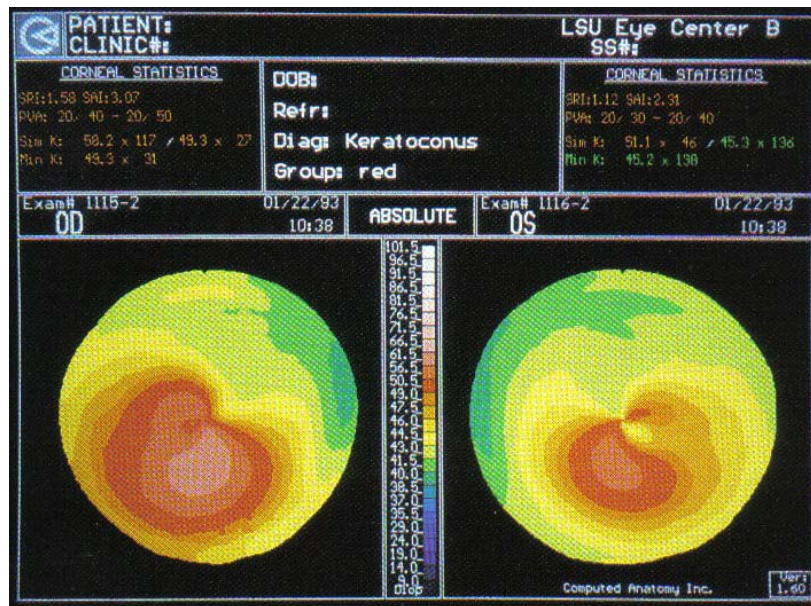


Figura 2.32. QUERATOCONO.

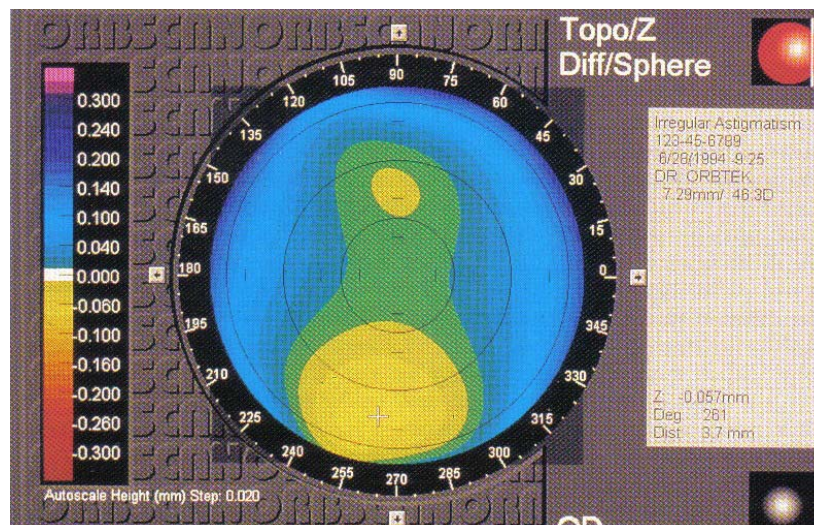


Figura 2.33. MOLDEADO CORNEAL (WARPAGE) POR EL USO DE LENTES DE CONTACTO.

## 2.4. QUERATOCONO

### 2.4.1. SOSPECHA DE QUERATOCONO

#### 2.4.1.1. Qué es una sospecha de queratocono

La sospecha de queratocono depende de la topografía de una córnea con aspecto de queratocono leve, sin signos clínicos tradicionales del queratocono ni historial de trauma ni uso de lentes de contacto [32].

El término “sospecha de queratocono” (**KERATOCONUS SUSPECT**) originalmente sugerido por George Waring M.D., es una forma apropiada de referirse a córneas con encurvamiento inferior sin adelgazamiento corneal, ni signos de queratocono en la lámpara de hendidura [32].

Uno de los más importantes signos de verdadero queratocono es la progresión y en algunos casos, dicha progresión en el tiempo es la única evidencia conclusiva de la existencia de la enfermedad [33].

Si el paciente es usuario de lentes de contacto, la sospecha del queratocono puede ser por (corneal warpage) o pseudoqueratocono, y hace falta estar sin lentillas un tiempo y volver a hacer la topografía para ver si ha mejorado el aspecto o se ha eliminado la sospecha.

En general el diagnóstico de sospecha se hace en pacientes con buena agudeza visual y aspecto clínico normal de la córnea, donde se confirma sólo con la topografía corneal.

El aspecto topográfico puede ser al principio una zona localizada curvada en la periférica inferior de la córnea, con tres o cuatro colores o aumento de 4.5 D en esa zona. El segundo tipo es una curvatura central localizada con colores irregulares. Al final el tipo puede ser como un **8** irregular (astigmatismo corneal).

El “queratocono preclínico” es un caso de queratocono real que no ha avanzado para llegar a ser diagnosticada clínicamente, y es distinta a una sospecha con el mapa topográfico.

La mejor decisión en estos casos, en los cuales existe una sospecha de queratocono pero no existen signos que lleven a un diagnóstico definitivo, es observar al paciente para evaluar si ocurre algún cambio en el patrón topográfico o el espesor corneal. Sin embargo, aun si no hay cambios en uno o dos años, el queratocono podría estar presente, de acuerdo a estudios que han señalado que el queratocono frecuentemente tiene periodos de progresión separados por periodos de estabilidad [34].

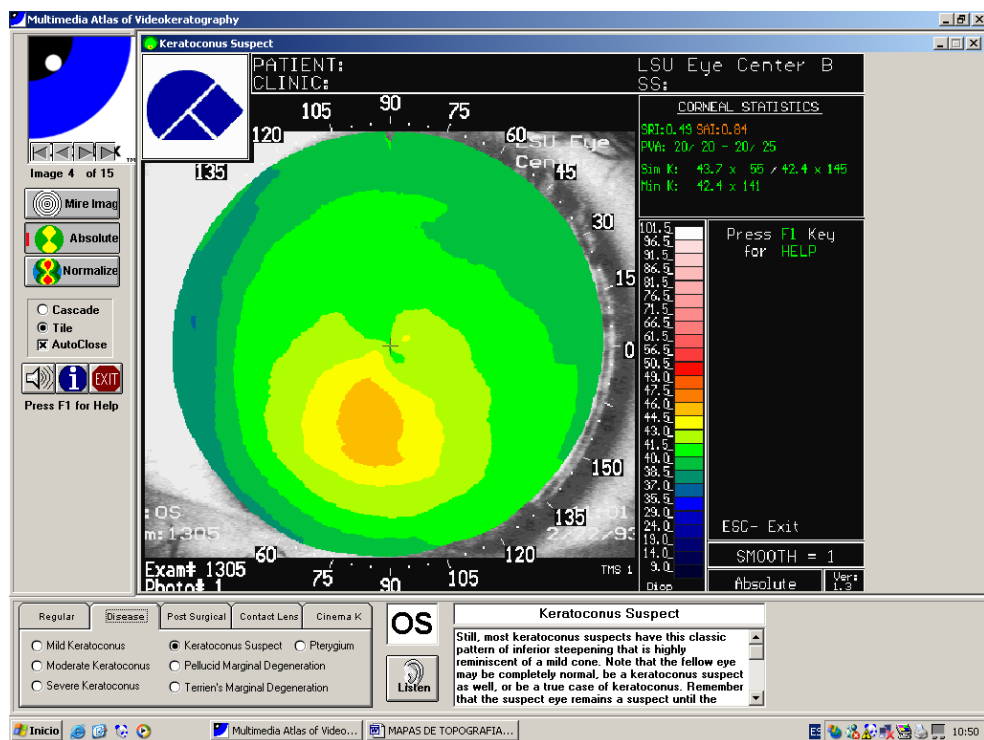


Figura 2.34. SOSPECHA DE QUERATOCONO.

Cuando una córnea se diagnostica como queratocono y la otra córnea es sospechosa con la topografía, podemos decir que esa córnea es un queratocono preclínico porque tiene mayor posibilidad de manifestarse con signos clínicos dentro de unos meses, o cuando vemos una serie de topografías anteriores de un queratocono clínico donde también se dice que puede ser ejemplo de queratocono preclínica.

Hay otro término que refiere el queratocono no real donde se dice “pseudoqueratocono” para distinguir una córnea parecida superficialmente a queratocono con mapa topográfico de sospecha. Hace falta examinar la córnea muy bien, porque la causa pueden ser algunas enfermedades de la estroma o por el uso de las lentes de contacto (corneal warpage); al contrario de la sospecha del queratocono donde el examen de la córnea es normal.

Ahora es difícil saber cuántos casos de sospecha de queratocono progresan a queratocono clínico. En un estudio sobre los candidatos de cirugía refractiva, se han encontrado 5.7 % de los ojos con sospecha de queratocono con una zona curvada localizada en la topografía, y todos estos casos llegaron a ser queratoconos reales con signos clínicos [34].

La topografía es un método importante y cuando hay un caso de sospecha, hace falta vigilarlo.

#### 2.4.1.2. Keratoconus screening

En los aparatos nuevos de videoqueratografía es posible detectar un queratocono con los mapas de color antes de que aparezcan los signos clínicos, y eso puede ser gracias a los criterios de Klyce , Wilson y Rabinwetz . Podemos utilizar los pasos siguientes para vigilar al paciente con topografía corneal sospechosa de queratocono:

1. Definir el tipo del queratocono en la topografía. Las características del queratocono con la topografía en general es una área localizada de curvatura anormal en el cuarto inferior de la córnea en general. A veces hay córneas normales con una curvatura alta (k: 48-50 D) y normal de limbo a limbo, y estas córneas hay que distinguirlas de las córneas con queratocono donde la curvatura está localizada con un rango de 2-3 intervalos de 1.5 D en el mapa de color. Para verlo es mejor utilizar la escala absoluta con intervalos de 1.5 D, y no hace falta escalas con intervalos mas pequeños para detectar córneas clínicamente anormales [34].
2. Las características del queratocono: Normalmente las dos córneas tienen simetría entre sí, y casi siempre tienen aspecto parecido como en un espejo, y el queratocono es una enfermedad bilateral, pero una córnea es más avanzada que la otra, por ejemplo si una córnea tiene el cono en el centro, lo más probable es que la otra también pero en otra etapa.

Podemos distinguir 4 etapas del queratocono con la topografía:

- a. Sospecha de queratocono, donde no hay signos clínicos y sólo se detecta con la topografía.
- b. Queratocono leve, cambios en la topografía y síntomas visuales. Se nota el reflejo de las tejas con retinoscopia.
- c. Moderado, cambios topográficos marcados y signos clínicos como el anillo de Fleicher y estrías de descemet.
- d. Avanzado, visión baja y, con indicaciones quirúrgicas.

El progreso del queratocono está relacionado con la edad del paciente, donde es más notable en los jóvenes de los 20 años que en la gente de más de 40 años.

3. Seudoqueratocono: puede ser relacionada con el uso de las lentes de contacto (corneal warpage). Usar las lentillas puede modificar la superficie corneal de manera parecida al queratocono y normalmente igual en ambos ojos. El paciente del seudoqueratocono normalmente tiene astigmatismo corneal y una historia del uso de lentes de contacto. Cuando las lentillas no están centradas, pueden producir aumento en la curvatura corneal en el otro meridiano, entonces se cambia la topografía con el tiempo por el uso de las lentillas. Si los tipos del queratocono en ambos ojos son parecidos, hay mucha posibilidad de que sea un seudoqueratocono.

4. Hay que estar seguro de la estabilidad de la topografía antes de la cirugía refractiva. Mucha gente usa lentes de contacto y hace falta estar sin lentillas dos semanas como mínimo antes de la topografía para descartar moldeado corneal o *corneal warpage*, pero hay pacientes que necesitan más de 6 meses hasta que la topografía sea estable. En general en los pacientes que utilizan las lentillas, repetimos la topografía y la refracción cada 2-3 semanas hasta llegar a la estabilidad.
5. Como sabemos con los aparatos avanzados de topografía cada vez hay más sospechas con una zona aislada de curvatura alta en la córnea inferior sin signos clínicos, en este caso hay que repetir la topografía y observar si cambia con el tiempo o si está estable. Si está estable, hay que decidir si la cirugía puede mejorar la agudeza visual corrigiendo sólo el defecto esférico.

### 2.4.2. DIAGNÓSTICO Y EVOLUCIÓN DEL QUERATOCONO

El queratocono es una ectasia corneal axial progresiva de origen no inflamatorio que aparece con un adelgazamiento en el centro de la córnea o en la parte paracentral inferior, astigmatismo irregular, miopía y protrusión apical cónica. En general es bilateral, pero existe una incidencia de queratocono unilateral del 0.5%- 4%, aunque el riesgo de progresar un queratocono en el otro ojo (en casos unilaterales) es casi el 50% en 16 años [35].

Varios estudios dicen que 2% hasta 5% de los pacientes con miopía candidatos a cirugía refractiva tienen queratocono o sospecha de queratocono [36-37].

Según otros estudios reportados, la incidencia (anual) en la población general varía entre un rango de 1 y 4.6 por 2000 habitantes y su prevalencia en 54.5 casos por 100 000 habitantes (0.05%) [38-39].

Existen unas evidencias que sugieren, como mínimo, importantes influencias genéticas en la patogenia del queratocono, como que es bilateral pero la mayoría de queratoconos se presentan como casos aislados [40], hay asimetría frecuente en las alteraciones topográficas en ambos ojos [41], y al menos un 6-15 % de los pacientes con queratocono tienen familiares afectados. [42-43].

Es importante identificar esta patología en los sujetos candidatos a cirugía refractiva porque puede ser una contraindicación para la misma, por eso hace falta hacer una topografía corneal (si es posible anterior y posterior) y paquimetría a cada paciente antes de decidir la cirugía.

La topografía tiene un papel muy importante en la detección de los casos subclínicos de esta ectasia, del diagnóstico diferencial, el progreso y el manejo (control de progresión, las lentas de contacto y el control antes y después de la queratoplastía penetrante).

#### 2.4.2.1. Diagnóstico clínico

El diagnóstico clínico del queratocono se realiza mediante:

La historia clínica: La forma típica es de un paciente joven sobre los 20 años , que consulta por síntomas de disminución de agudeza visual con aumento en el astigmatismo miópico, pero puede aparecer desde muy temprano y progresa hasta al menos la cuarta o quinta década.

Lámpara de hendidura: Depende de la fase del queratocono, donde puede oscilar desde un aspecto normal hasta una serie de signos clásicos como estrías de **Vogt**, el anillo de **Fleischer**, opacidades superficiales o profundas y adelgazamiento estromal. En los queratoconos avanzados es clásico el signo de **Munson** (deformación en “V” del párpado inferior en la mirada hacia abajo), cicatrización e hydrops córnea (edema corneal central).

Queratometría y queratoscopio: Si el queratocono está en una fase inicial no se detecta nada, porque mide sólo cuatro puntos situados a unos 3 mm en el centro de la córnea, pero puede ser que aparezca distorsión corneal en los anillos y un encurvamiento de la córnea ínfero temporal, progresando hacia la periferia y los demás cuadrantes.

Paquimetría: Adelgazamiento corneal.

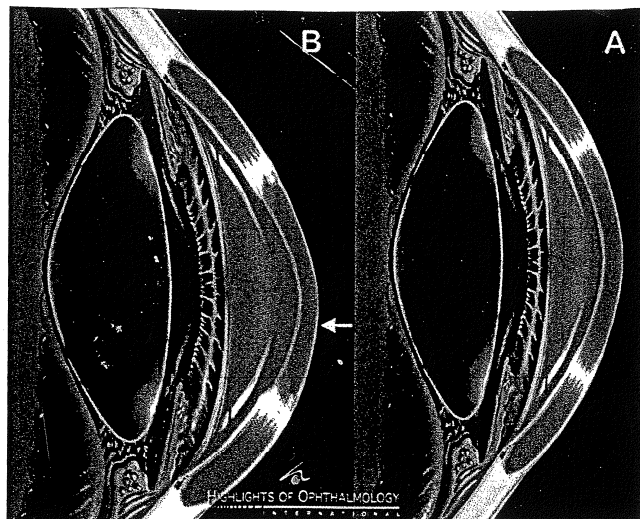


Figura 2.35. EL QUERATOCONO.

Topografía computarizada: Es el único modo para detectar el queratocono y evaluar su progresión y descartar otras ectasias corneales, donde se pueden detectar las manifestaciones incluso varios años antes de que se vean los signos clínicos.

El análisis topográfico es el método más sensible para detectar *corneal warpage* subclínico u oculto [25].

Los fotoqueratoscopios confirmaron que el primer signo del queratocono es un encurvamiento de la córnea ínfero temporal progresando hacia la periferia y los demás cuadrantes [44].

Los videoqueratoscopios asistidos por ordenador permiten obtener mapas codificados según colores, así como diversos índices cuantitativos. Estos instrumentos producen mapas de la curvatura corneal, basados en un algoritmo axial o tangencial [45].

Estos sistemas suministran información adicional útil para mejorar la interpretación de los mapas en código de colores que el médico puede usar para decidir si una córnea en particular puede tener queratocono. Es importante que el clínico también examine el mapa topográfico en busca de anomalías y utilice otras informaciones clínicas tal como la paquimetría para determinar la posibilidad de que un queratocono u otra anomalía estén presentes.

#### 2.4.2.2. Índices topográficos para diagnóstico del queratocono

Algunos sistemas ofrecen paquetes con diferentes programas. Por ejemplo el *Resumen Diagnóstico de Holladay* (HDS) origina 4 mapas y 15 parámetros corneales que incluyen dos mapas de poder refractivo en escala estándar y normalizada, un mapa de perfil de diferencia para la determinación de la forma corneal en relación con la esfericidad normal, y un mapa de distorsión para mostrar la calidad óptica de la córnea.

Los 15 parámetros corneales suministran información cuantitativa acerca de la córnea para una pupila de 3 mm., tales como el poder refractivo efectivo, el astigmatismo regular, la asfericidad, y la agudeza visual esperada.

El clínico debe evaluar cuidadosamente el descriptor corneal y los programas de análisis suministrados con el modelo del topógrafo que seleccione y determine su utilidad y confiabilidad [25].

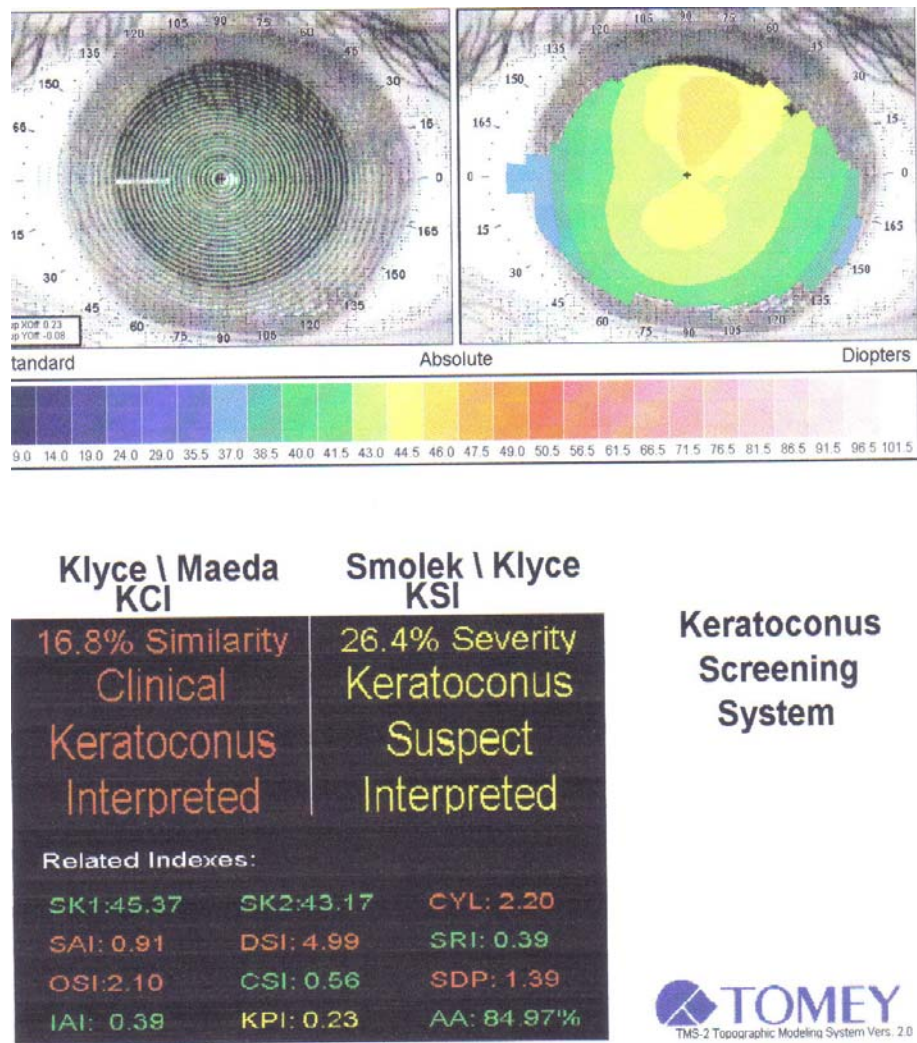
No siempre coincide la posición clínica del vértice del cono con la zona de mayor curvatura.

El patrón típico de encurvamiento inferior suele apreciarse mejor en casos moderados, mientras en los avanzados la mayor irregularidad puede hacer que la curvatura máxima se sitúe en otros sectores [46].

Rabinowitz y McDonnell [47] fueron los primeros en desarrollar un método numérico para detectar el queratocono a través de videoqueratografía, y describiendo los siguientes índices cuantitativos.

1. El poder corneal central, calculado en los anillos 2, 3 y 4 del disco de plácido.
2. Índice de asimetría infero- superior (I/S), calculado a partir de los datos en los anillos 14,15 y 16 del videoqueratómetro. Se seleccionan los puntos de intersección en la córnea superior y otros en la córnea inferior de las miras con los hemimeridianos espaciados cada 30, y el índice se extrae de la sustracción entre el valor superior y el inferior, de modo que se arroja un valor positivo, indica que existe un incurvación en la córnea inferior, mientras que, un valor negativo es indicativo de un abombamiento en la zona superior.
3. Diferencia en el poder corneal entre ambos ojos a partir del poder dióptrico central.

2 INTRODUCCIÓN



**Figura 2.36.** ÍNDICES TOPOGRÁFICOS CUANTITATIVOS PARA DIAGNÓSTICO DEL QUERATOCONO.

Los índices de Rabinowitz-McDonnell se basan en área más curva (Sim K) y la diferencia en curvatura entre puntos inferiores y superiores (I/S), como en el cuadro 2.7.

	<b>Sim K</b>	<b>Valor I-S</b>
Normal	Hasta 47.2	Menos que 1.4
Sospechosa de queratocono	47.2 – 48.7	1.4 - 1.9
Queratocono	Más que 48.7	Más que 1.9

**Cuadro 2.7.** ÍNDICES RABINOWITZ-MCDONNELL.

Algunos algoritmos computarizados han sido diseñados para ayudar al clínico en la identificación de queratocono.

Se ha establecido unos parámetros para diferenciar el queratocono como [48]: El aumento de la curvatura o la potencia dióptrica central de la córnea por encima de 47 D, asimetría de las curvaturas entre las mitades superior e inferior (I-S mayor de 1.4 D), y angulación de al menos 30 entre las direcciones de los radios de mayor curvatura por encima y debajo del eje horizontal.

Además Maeda, Klyce y Smolek [49] detectaron patrones de queratocono mediante cálculo del índice de predicción del queratocono (KPI) basado en el análisis de ocho índices topográficos:

1. Poder corneal medio ACP : Es la zona corregida con el poder corneal medio dentro de la zona óptica. El tamaño de la zona óptica y su localización está estimado con la apariencia de la pupila dentro de la imagen del ojo capturado con la videoqueratografía. Con el área-corregida significa que hemos contado alta densidad de los puntos en las miras interiores. ACP es casi igual que el equivalente esférico de la córnea, el cual se calcula con el poder queratometrico, y por eso no es real cuando se trata de una córnea operada de queratometria fotorefractiva con islas centrales. Los ACP anormales pueden ser por las mismas causas de anomalía de los valores del equivalente esférico en queratometria, como el queratocono “alto” y después de la cirugía refractiva “bajo”. Se calcula mediante Sim-K1, y Sim-K2.
2. El índice de la asimetría superficial SAI :Se determinó por suma valorada centralmente de las diferencias en el poder corneal entre puntos correspondientes separados 180° en las miras centrales del videoqueratoscopio a lo largo de 128 meridianos equidistantes. El SAI (*Surface asymmetry index*) se aproxima a cero en una superficie totalmente simétrica y aumenta cuanto más asimétrica es la forma [18].
3. Índice de sector diferencial DSI: Reporta las diferencias máximas de poder corneal medio entre dos sectores consecutivos .Está alto en el queratocono paracentral o periférico y después de queratoplastía. Los valores normales son 1.7929+/- 0.585, aumentan a 9.59 +/- 3.152 en queratoplastía y llegan hasta 12.911 +/- 5.53 en queratocono avanzado [49].
4. Índice de factor opuesto OSI: si dividimos la córnea en ocho sectores separados [49] se representan las diferencias máximas encontradas entre el poder dióptrico en sectores opuestos. Este valor está elevado en queratocono y algunas queratoplastias, y muy parecido al DSI. Los valores son normales en 0.707+/- 0.377, y se aumentan a 3.651+/-2.117 en una queratoplastia y 11.015 +/- 2.142 en queratocono moderado [49].
5. Índice centro-periferia CSI: calcula las diferencias medias de poder corneal medio para un área central de 3 mm y la periférica de 3-6 mm.

6. Índice del astigmatismo irregular IAI: se incrementa con el aumento del astigmatismo irregular localizado en la superficie corneal, y es distinto a SRI, pero está menos relacionado con la agudeza visual. El valor normal anda en  $0.331 \pm 0.051$  y en el queratocono avanzado llega a  $0.816 \pm 0.094$ .
7. Porcentaje de el área analizada AA: las áreas cubiertas por las miras, y disminuye cuando hay astigmatismo irregular, trauma y queratocono, pero también puede ser porque el ojo no está bien abierto. Esta zona puede estar limitada depende del margen de los párpados, el tiempo de BUT, la película lagrimal, ojo seco, y cirugías, donde se producen discontinuidades en las miras, además en las córneas con trasplante corneal y queratocono avanzado en la zona del ápice y después de los traumas.
8. Poder óptico cilíndrico CYL: Se calcula de las diferencias en el poder de Sim K1 y K2, y por eso puede ser diferente al que calculamos con el queratómetro. Los valores más altos de lo normal se encuentran con patologías corneales como el queratocono, traumas, moldeado "*warpage*" fuerte por lentes de contacto y cirugías refractivas descentradas. El valor normal es  $0.6 \pm 0.242$ , y en PRK llega a  $0.918 \pm 0.547$  aumentando hasta  $9.33 \pm 4.319$  en queratocono avanzado.

Estos parámetros anteriores están incorporados al software del topógrafo, además y los parámetros de Rabinowitz-MacDonell donde existe sospecha de queratocono:

- Poder corneal central mayor o igual de 47.2 D.
- Índice ínfero- superior I/S mayor o igual a 1.4 D
- Diferencias en el poder corneal central entre ambos ojos superior a 1 D.

La aplicación de los tres parámetros a la vez permite una sensibilidad del 98 %.

Maeda, Klyce y Smolek, utilizaron tres métodos para detectar el queratocono: [30-50].

1. Queratometría superior a 45.7D.
2. Los tres índices de Rabinowitz-McDonnell.
3. El sistema experto de clasificación con los ocho índices anteriores KPI.

Con esto llegaron a una sensibilidad del 98% y una especificidad del 99%.

La dificultad se plantea ante mapas de aspecto sospechoso en ojos clínicamente normales, y en especial en pacientes que desean hacer cirugía refractiva, entre los cuales pueden superar el 6 %. [51-52].

Todo esto está incluido en el software del topógrafo y se llama "Keratoconus Screening System".

Existen dos métodos:

- Smolek/ Klyce con casi 100% de sensibilidad, especificidad y exactitud, utilizando el índice de severidad del queratocono (**KSI**) para detectar sospecha del queratocono cuando alcanza 0.15, y un queratocono a partir de 0.30.
- Klyce/Maeda con el índice del queratocono (**KCI**) pasando sobre la analítica de los ocho índices anteriores o KPI. Este varía entre 0% (no hay queratocono) hasta 95 %.

Para diferenciar los sospechosos de queratocono, se recomienda utilizar los mapas con escala absoluta, donde los intervalos son iguales para todos los colores.

Se ha visto que sólo 0.5 % de los sujetos normales (en apariencia) tienen rasgos similares al queratocono, como asimetría I-S, aunque más leves [30].

Pero ahora con las nuevas tecnologías y los aparatos como el ORBSCAN se puede medir la curvatura córnea anterior y posterior, y el espesor de la córnea, y permite así obtener mapas de elevaciones. Estos patrones de ectasia en las caras anterior y posterior ayudaran a diferenciar los queratoconos reales de pseudoqueratoconos debidos a otras causas de astigmatismo irregular, alteraciones de la película lagrimal, fijación excéntrica, etc. [44].

## 2.5. REFRACCIÓN OCULAR

### 2.5.1. INTRODUCCIÓN

El ojo humano se considera un sistema óptico que forma imágenes invertidas sobre la retina, de objetos que se encuentran a distintas distancias del ojo.

Cuando la fuente luminosa está cercana, los rayos luminosos son divergentes al llegar al ojo, mientras que si se encuentra distante, llegarán paralelos. En oftalmología se consideran paralelos los rayos provenientes de una distancia mayor de 6 metros, debido al pequeño tamaño del orificio pupilar [53].

Los rayos luminosos llegan a la retina después de atravesar la córnea, humor acuoso, cristalino y vítreo. Debido a los diferentes índices de refracción de estos medios, alteran su dirección a medida que los atraviesan. Si la imagen no enfoca sobre la fovea, los objetos aparecen borrosos.

Teniendo en cuenta los defectos de refracción esferocilíndricos (miopía, hipermetropía y astigmatismo), hay que distinguir dos situaciones ópticas: Emetropia y ametropía.

1. **Emetropia:** es el estado refractivo del ojo normal, en el cual los rayos luminosos que llegan paralelos de un objeto distante, con la acomodación relajada, quedan enfocados en la fovea, dando una imagen nítida.
2. **Ametropía:** es la situación en que los rayos de luz enfocan delante del plano de la retina (miopía) o detrás (hipermetropía) y la imagen de un objeto lejano es borroso [54].

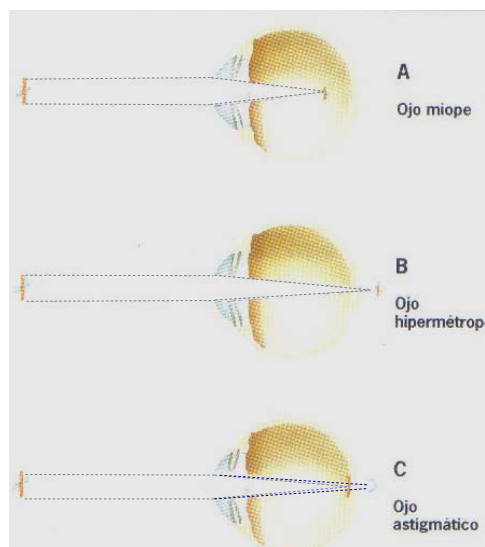


Figura 2.37. MÓDULO ESQUEMÁTICO DE LAS AMETROPIAS.

## 2 INTRODUCCIÓN

En teoría, la ametropía resulta de una anomalía en el aparato dióptrico o un cambio anormal en la longitud del globo ocular. El aparato dióptrico enfoca los rayos paralelos de la luz delante o detrás de la retina produciendo miopía o hipermetropía.

El concepto de que el sistema refractivo es muy fuerte o muy débil se refiere a si la longitud axial es fijo, o puede ser que el poder dióptrico del ojo es fijo y la longitud axial variable.

Durante el desarrollo ocular existe una tendencia natural hacia la emetropización, probablemente porque el propio estado refractivo es el que regula el crecimiento ocular. La miopía es rara en el nacimiento, aunque en algunas ocasiones es congénita.

La emetropización es el proceso por el cual se produce el cambio en la refracción en los primeros años de vida; donde se reducen todos los errores refractivos hacia la emetropía. Diversos factores activos y pasivos combinan guiando la refracción [53].

1. **Emetropización pasiva:** ocurre con el crecimiento del ojo. La elongación del eje axial del ojo, que ocasiona una importante miopía, se compensa con la reducción del poder refractivo del cristalino y de la córnea, que se hace más plana con la edad
2. **Emetropización activa:** describe el papel de la experiencia visual en el control del crecimiento del ojo. El mecanismo todavía no está claro.

Normalmente, en la etapa fetal el ojo es miope por la curvatura del cristalino, al nacimiento y durante los primeros meses es hipermetrope y con el aumento de la longitud axial se progresa hacia la emetropía.

Existe una tendencia a la hipermetropía hasta los 7 años de edad aproximadamente, y luego la tendencia se invierte hacia la miopía hasta la edad adulta [55].

### 2.5.1.1. Miopía

La miopía es la ametropía en la cual los rayos provenientes del infinito se enfocan delante de la retina por alteraciones en la longitud axial o en el poder de las dioptrías oculares. El ojo miope tiene una potencia refractiva excesiva.

Este defecto de la refracción se traduce en una disminución de la agudeza visual de lejos y se corrige con lentes cóncavas o negativas [55].

Desde el punto de vista clínico, se puede clasificar la miopía en 3 tipos:

1. Miopía simple: corresponde a defectos refractivos inferiores a 6 D y no se asocia a lesiones retinianas degenerativas.
2. Alta miopía: con más de 6 D.

3. Miopía degenerativa: es de aparición en la infancia con longitudes axiales inestables y progresión acentuada.

Mientras desde el punto de vista óptico:

1. Miopía axial: es el tipo más frecuente. Hay aumento del diámetro anteroposterior del ojo.
2. Miopía de curvatura: por incremento de la curvatura de la córnea o del cristalino.
3. Miopía de índice, por aumento del índice de refracción del cristalino o la córnea.
4. Miopía de posición por luxación anterior del cristalino.
5. Miopía nocturna por mayor curvatura del cristalino en la contracción pupilar, aberración cromática o esférica al dilatar la pupila.

La velocidad de progresión de la miopía es difícil de predecir, muchas miopías congénitas pueden hacerlo de forma lenta, sin embargo un paciente con antecedentes familiares de miopía y rápida progresión durante la primera década de la vida, apunta hacia la miopía magna. [55].

#### 2.5.1.2. Hipermetropía

Es el tipo de ametropía esférica en la que los rayos paralelos de luz, estando la acomodación relajada, no quedan enfocados en la retina, sino detrás de ésta, ocasionando una imagen borrosa, porque forma en la retina círculos de difusión de mayor tamaño.

Es la ametropía más frecuente sobre todo en niños, y persiste durante la vida en el 50% de la población. Las 2 o 3 dioptrías de hipermetropía de la infancia tienden a decrecer en la adolescencia, estacionarse en la edad media y aumentar en la vejez debido a los cambios del cristalino [56].

En general, el ojo hipermetrope es de pequeño tamaño, no solo en su diámetro anteroposterior sino en todas direcciones. La córnea es más pequeña y el cristalino es de tamaño normal

Se puede clasificar dependiendo de las características estructurales en:

1. Simple, por variaciones biológicas normales
2. Patológica producida por alteraciones congénitas o adquiridas fuera de las variaciones normales.
3. Funcional: producida por alteraciones en la acomodación.

La hipermetropía simple puede ser:

- Axial: diámetro de ojo más corto.
- Refractiva: existe debilidad en el sistema refractivo, y se divide en:

- A. Hipermetropía de curvatura: La curvatura de la córnea y/o el cristalino es más suave de lo normal
- B. Hipermetropía de índice: disminución del índice de refracción de una parte o todo el sistema óptico del ojo.
- C. Por alteración en la posición del cristalino: desplazamiento posterior [56].

### 2.5.1.3. Astigmatismo

Es la condición refractiva en la que el sistema óptico del ojo no es capaz de formar un foco puntual de la luz en la retina, a partir de un objeto puntual. Ello se produce porque los meridianos del sistema óptico del ojo no refractan la luz en el mismo punto [54].

En el ojo astigmata aparece un meridiano de máxima potencia y otro de mínima. Estos se denominan meridianos principales y son perpendiculares entre si en los denominados astigmatismos regulares, mientras que no lo son en los astigmatismos irregulares.

El eje del astigmatismo nos va a indicar la orientación de los meridianos principales, y se cuantifica de 0-180°.

Las causas que producen astigmatismo pueden ser tres: diferente curvatura, error de centrado o diferente índice de refracción [54].

El astigmatismo causado por la diferente curvatura de los meridianos principales del ojo es debido a la córnea principalmente. De forma general, el meridiano vertical es más curvo que el horizontal, alrededor de 0.50D, conocido como astigmatismo directo. Este astigmatismo se acepta como fisiológico y parece ser que se debe a la presión del párpado superior sobre la córnea. Con el envejecimiento, el parpado va perdiendo tensión y el astigmatismo directo puede desaparecer o incluso convertirse en un astigmatismo inverso, siendo el meridiano horizontal más curvo que el vertical.

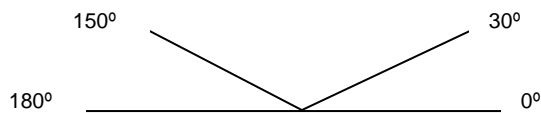
Podemos distinguir entre astigmatismo corneal, interno y refractivo:

1. El astigmatismo corneal es el producido por la cara anterior de la córnea. Es el principal causante de todo el astigmatismo del ojo y suele ser directo y de escaso valor.
2. El astigmatismo interno está producido normalmente por el cristalino y, en menor medida, por la cara posterior de la córnea.
3. El astigmatismo refractivo es el resultado de la suma aritmética del astigmatismo corneal y el interno. Este será el astigmatismo que habrá que corregir refractivamente.

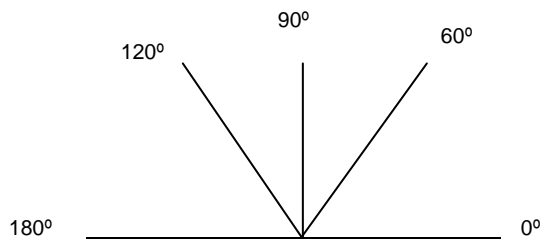
## 2 INTRODUCCIÓN

El astigmatismo refractivo se puede clasificar según el eje en [54]:

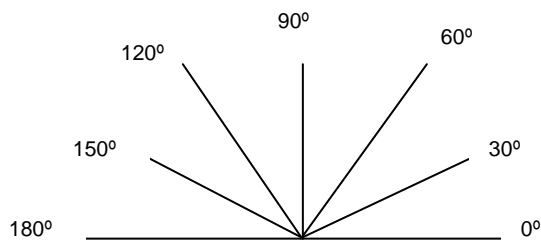
1. Astigmatismo directo o a favor de la regla: donde la curvatura del meridiano vertical es mayor que la del horizontal. El eje de este tipo de astigmatismo suele estar a  $0^\circ$ / $180^\circ$ , aunque aquí también se incluyen aquellos cuyo eje está entre  $0^\circ$  y  $30^\circ$ , así como entre  $150^\circ$  y  $180^\circ$ .



2. Astigmatismo inverso o contra la regla: la curvatura del meridiano horizontal es mayor que la del vertical. En este caso se sitúa a  $90^\circ$ , aunque se considera inverso también aquellos cuyo eje está entre  $60^\circ$  y  $120^\circ$ .



3. Astigmatismo oblicuo: en este caso se incluyen aquellos astigmatismos que tienen su eje comprendido entre  $30^\circ$  y  $60^\circ$  y entre  $120^\circ$  y  $150^\circ$ .



### 2.5.1.4. Acomodación

Es la capacidad que tiene el ojo de variar su refracción global y poder enfocar con nitidez en la retina objetos que se encuentran próximos [57]. El mecanismo puede ser por cambios en

la forma y el poder óptico del cristalino, cambios en el tamaño pupilar, cambios en la longitud axial del globo ocular y los cambios en la curvatura corneal [54].

La acomodación es la capacidad para producir una potencia refractiva aditiva en el ojo mediante el aumento de la curvatura del cristalino [58]. Con este mecanismo un ojo emétrope puede enfocar en la retina los rayos divergentes que le llegan de un objeto situado a menos de 6 metros de distancia. La acomodación está muy desarrollada en el niño, un niño de tres años puede tener 17 dioptrías de acomodación, pero un niño de 10 años tendrá 14 D que decrecen a 10 D a los 25 años, a 6 D a los 40 años. [59].

La parálisis de la acomodación con medicamentos es la manera más fiable y objetiva para efectuar el estudio de la refracción sobre todo antes de los cuarenta años. En los niños, cualquier intento de estudio de un defecto refractivo debe realizarse bajo cicloplejía en todos los casos.

Existen varios medicamentos para paralizar la acomodación en los niños, pero en la práctica se usan tres:

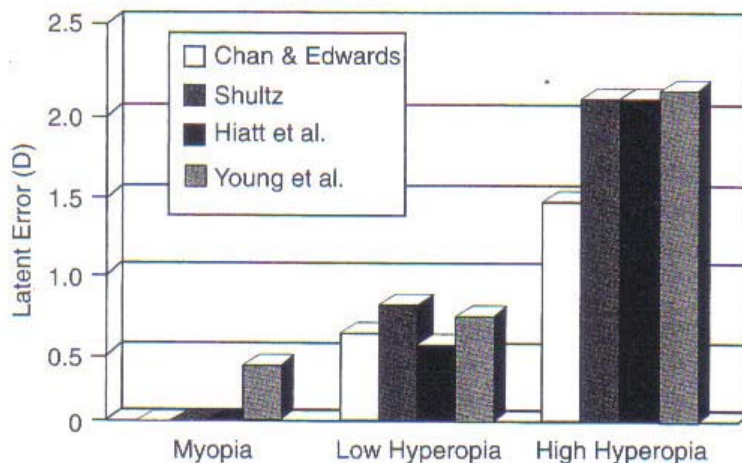
Ciclopentolato, tropicamida y atropina.

Lo ideal sería realizar la refracción siempre en condiciones de cicloplejía en todos los grupos de edad, pues nos proporcionaría un valor objetivo del estado refractivo del ojo prescindiendo el factor dinámico y la variabilidad que supone el cambio de la curvatura del cristalino.

Y como la acomodación es alta en los niños y jóvenes se considera obligatorio realizar a la refracción bajo cicloplejía en todos los pacientes menores de 20 años [59].

En los estudios publicados siempre es recomendable usar tropicamida o ciclopentolato para realizar estudios de refracción en niños, porque la atropina se usa principalmente en el examen de la refracción en el estrabismo convergente de aparición tardía [60].

En nuestro estudio hemos usado el ciclopentolato 1%. Su característica más importante es la producción de una midriasis rápida con obtención de cicloplejía máxima a los 30 minutos, con una duración de una hora. Su efecto ciclopléjico dura alrededor de 12 - 24 horas. Existen diversas pautas acerca de su posología [60].



**Figura 2.38.** DIFERENCIA EN LA REFRACCIÓN CON Y SIN CICLOPLEJIA.

### 2.5.2. MÉTODOS DE REFRACCIÓN

Existen dos métodos para estudiar la refracción: objetivo y subjetivo.

#### 2.5.2.1. Métodos objetivos:

La retinoscopia: En los niños realizamos la retinoscopia sistemáticamente bajo cicloplejía. El retinoscopio es un instrumento dotado de luz propia y en la mayoría de los casos se utiliza un retinoscopio de franja.

Se trata de iluminar la retina del paciente, pasando la luz a través de la pupila, y al mismo tiempo que se mueve la franja de luz de un lado a otro se van colocando lentes delante del ojo que se estudia hasta neutralizar el movimiento.

Es importante efectuar la exploración siempre a la misma distancia de trabajo, y que nuestro ojo y el del paciente se sitúen a la misma altura para evitar cambios en los resultados.

Refractometría automática: En los niños siempre se utiliza bajo cicloplejía, y para que el resultado sea fiable, el niño tiene que fijar muy bien, de manera centrada, el aparato (autorefractómetro).

Comparando la retinoscopia con la refracción automática: la retinoscopia tiene su fiabilidad máxima en la averiguación del eje, seguido de la potencia del astigmatismo, es menos fiable

en el cálculo de la potencia esférica y como la graduación subjetiva es más fiable en el cálculo de la potencia esférica que en la averiguación del eje del astigmatismo [61].

### 2.5.2.2. **Métodos subjetivos**

La refracción subjetiva se basa en las respuestas del propio paciente para obtener la corrección óptica con la cual él vea mejor, por eso su valor depende de la cooperación y la capacidad de observación.

En los niños se realiza bajo cicloplejia mediante esquiascopia complementada o no, con el refractómetro automático para obtener datos que nos permitan realizar una prescripción lo más precisa posible. Se comprende que la combinación de ambos sistemas es idónea [62].

Se trata de un método que requiere tiempo y paciencia

### 2.5.3. AUTORREFRACTÓMETRO

Los autorrefractómetros son instrumentos destinados a medir de manera objetiva el estado refractivo del ojo. Algunos de estos aparatos pueden efectuar medidas subjetivas e incluso obtener una topografía simple de la córnea al incorporar una serie de anillos de Plácido. Independientemente de su nivel de sofisticación tecnológica, estos aparatos se basan en dos principios:

#### 2.5.3.1. **El principio de Scheiner**

En el año 1619, Scheiner descubrió que el punto en el que un ojo se enfocaba se podía determinar de una forma muy exacta colocando un doble agujero (tipo estenopeico) delante de la pupila del ojo a explorar. Los rayos de luz que entraban en el ojo desde un objeto remoto se limitaban por los agujeros del estenopeico a dos pequeños haces, pero si el ojo era miope los haces se cruzaban entre ellos antes de alcanzar la retina, de tal forma que dos pequeños puntos de luz aparecían. Si el ojo era hipermetrope, los rayos de luz se interceptaban en la retina antes de encontrarse y dos pequeños puntos de luz surgían. Moviendo el objeto ya fuera óptica o mecánicamente hasta que apareciera un solo punto de luz, como en el caso del ojo emétrope donde los rayos coinciden en la retina en un solo punto, el examinador podía determinar el punto lejano del ojo y por lo tanto su defecto de refracción. Ese principio de Scheiner es la base de muchos refractómetros automáticos [63].

### 2.5.3.2. El principio del Optómetro simple

El principio del optómetro fue por primera vez descrito en 1759 por Porterfield y permite una continua variación en la potencia del instrumento refractivo. En vez de usar lentes de prueba intercambiables, utiliza una sola lente convergente, colocada a su distancia focal desde el ojo, o desde el plano de las gafas del paciente. La luz del objetivo se introduce en el ojo con vergencia, ésta será diferente dependiendo de la posición del objetivo con respecto al ojo [63].

Si la vergencia de la luz en el plano focal del optómetro se mide, se observa que es directamente proporcional al desplazamiento del objetivo. Así se puede construir una escala con distintos espacios que mostrará el número de dioptrías de corrección que este método simula en el plano de gafa.

Este método es equiparable al método de refracción que utiliza distintas lentes de prueba de distintas potencias esféricas intercambiables [63].

La tecnología moderna ha conseguido que los instrumentos sean prácticos y exactos. Los instrumentos se agrupan en varias categorías objetiva o subjetiva. Los autorrefractómetros objetivos precisan una cooperación mínima del paciente, sólo que se mantenga quieto y mire recto hacia delante. Los autorrefractómetros subjetivos, por otra parte precisan la respuesta del paciente, en particular en la fase de ajuste final de la medida refractiva [63].

### 2.5.3.3. Los tipos de autorrefractómetros

Con los aparatos objetivos el examinador no necesita la colaboración del paciente, y se observa la formación de la imagen sobre la retina aplicando un sistema oftalmoscópico. Pero al utilizar luz visible, el test es un estímulo acomodativo, y para evitar el problema de la acomodación ante el estímulo visible, se desarrollaron los optómetros en que se utiliza como fuente luminosa la radiación infrarroja [64].

Se dividen en tres tipos:

#### A. Autorrefractómetros objetivos:

Los autorrefractómetros objetivos iniciales llegaron a disponerse en los años setenta. Utilizan luz infrarroja entre 800 nm y 900 nm, para iluminar el test que se proyecta sobre la retina, manteniendo la luz visible para el test utilizado en la fijación [64].

## 2 INTRODUCCIÓN

Los refractores de luz infrarroja dan buenos resultados en ojos sanos con pupilas medianas a grandes, pero disminuyen su exactitud en cataratas inmaduras o pupilas con diámetro inferior a 3 mm. Tienen una exactitud suficiente como para identificar una refracción sin cambios, y refracciones postoperatorias estables, pero los resultados no son suficientemente fiables para servir de base en una prescripción de gafas [63].

El primer desarrollo de un optómetro con infrarroja se debió a Collins en 1937 y luego desde mediados de los años sesenta, han salido multitud de modelos al mercado que se pueden clasificar en tres grupos [64]:

- Autorrefractómetros de coincidencia (pasados en el principio de Scheiner).
- Autorrefractómetros de barrido retinoscópico.
- Autorrefractómetros basados en el análisis de la calidad de la imagen retiniana.

### B. Combinación de refractores objetivos y subjetivos:

En los últimos años se ha añadido a varios autorrefractómetros objetivos capacidad subjetiva. Por ejemplo, el eje cilindro y el esférico se ajustan manualmente de acuerdo con la respuesta del paciente a varios optotipos que se le presentan. La parte objetiva de la refracción con estos instrumentos es similar a la de los autorrefractómetros objetivos. En algunos se han incorporado pruebas de brillo y para cerca, pero existe todavía el problema de la miopía instrumental en pacientes hasta los 40 años [63].

### C. Autorrefractómetros subjetivos

El analizador de visión utilizaba al principio un nuevo sistema óptico para refractar al paciente en un “espacio libre” por medio de un espejo cóncavo alejado 3m. Este nuevo método de refracción utilizaba tarjetas con líneas astigmáticas en dos meridianos independientes separados 45° para llegar al eje y cilindro final.

En otro autorfractometro subjetivo, la secuencia de pasos refractivos era automática, de modo que el operador no tenía que recordar el paso siguiente. El sistema precisaba un operador experimentado para obtener unos resultados refractivos bastante exactos, que solían utilizar como base para la prescripción.

Posteriormente surgió otro instrumento proyectado para simplificar la refracción subjetiva. Las lentes cilíndricas dentro del foróptero se reemplazan por cilindros cruzados, y se añade una escala de medida del eje [64].

Existen diferentes fuentes de error en la medida que realizan los autorrefractómetros:

1. Error por alineación: Si el paciente se mueve o no mantiene la fijación durante la medida, el resultado es erróneo. Los autorrefractómetros actuales tienen un mecanismo de autocontrol.
2. Acomodación del paciente: cuando mira dentro del instrumento tiende a variar su acomodación durante la medida, conocida como "miopía instrumental". Esa situación puede ser un problema cuando no se utiliza la cicloplejía.
3. Astigmatismo irregular: cuando las pupilas son estrechas, la refracción obtenida a través de ellas no es la misma con la pupila en midriasis.
4. Error en el calibrado del instrumento como consecuencia de la utilización de radiación infrarroja.
5. El tiempo de la medida: El parpadeo satura la señal prolongando la medida y estimulando el estrés acomodativo que provoca tener que mirar a través de un instrumento.

La mayoría de estos problemas son tenidos en cuenta por los fabricantes y corregidos en la medida de lo posible.

La utilidad de los autorrefractómetros en la secuencia del examen visual destinado a obtener la compensación en gafas o lentes de contacto del paciente está fuera de toda duda. Sin embargo, hay que tener en cuenta que sólo son un apoyo que puede sustituir perfectamente la esquiáscopia [64].

Por ejemplo, la acomodación del paciente, se intenta solucionar incorporando un optotipo de miopización para utilizar como tarjeta de fijación, tarjeta que suele ser un paisaje en el que destaca al fondo un objeto alejado para relajar la acomodación.

La precisión de un instrumento se puede valorar considerando su validez y su fiabilidad. La fiabilidad viene determinada por la repetibilidad de las medidas, mientras que la validez se considera como el grado con que el aparato se ajusta a la verdadera medida [64].

#### 2.5.3.4. Autorefractómetro: NIDEK (Modelo ARK-700)

Este aparato (usado en este estudio) es un auto refractómetro/queratometro, mide subjetivamente la potencia refractiva y cilíndrica así como la curvatura corneal (potencia refractiva corneal),

#### 2.5.3.4.1. Configuración

Monitor TV: Visualiza el ojo del paciente, el Retículo, el indicador de enfoque, la medición KM (curvatura corneal), contador de mediciones, anillo de mira proyectado sobre el ojo del paciente, etc.

Pantalla: Visualiza las mediciones AR (potencia refractiva), CS (tamaño corneal), PS (tamaño pupilar) y PD (distancia pupilar). Los indicadores R (derecha) o L (izquierda) señalan el lado del ojo bajo medición así como el lado del ojo del resultado de medición en la pantalla.

Tapa de los mandos: Dentro del instrumento existen dos mandos para fijar las condiciones de la medición, un mando para imprimir la “representación gráfica del ojo” y mandos para fijar el contraste y brillo del monitor de TV.

Tornillo de fijación: Se utiliza para fijar el cuerpo principal móvil a la unidad base. Para fijar el cuerpo principal, lleva este cerca del centro de la unidad base y, presionando el mando, girarlo en el sentido contrario a las agujas del reloj. Para fijar el cuerpo en cualquier posición, gire el mando en el sentido de las agujas del reloj.

Indicador de memoria: Mientras el resultado de la medición permanece en memoria, este indicador estará encendido. Se apaga cuando después de haberse impreso el resultado, se comienza una nueva medición.

Joystick: Se utiliza para iniciar la medición AR/KM o PD. Se utiliza también para cambiar el número de orden de los parámetros del sistema.

Anillo de mira: Este anillo debe estar bien enfocado y situado céntricamente con respecto al artículo al efectuar la medición. Con este anillo proyectado sobre la córnea, puede observarse la forma corneal.

Indicador de pupila mínima: Indica el mínimo tamaño pupilar medible. El instrumento puede no efectuar la medición cuando el ojo bajo medición es más pequeño que este anillo de puntos o si las pestañas se superponen a este.

Modo MIX: Los resultados de cilindro serán indicados por una lectura (+) cuando la potencia refractiva es positiva para cualquier ángulo de eje. En otros casos, los datos del cilindro se expresarán con el signo (-).

- El modo de cilindro puede cambiarse incluso después de la medición.
- Los datos serán impresos con el estado de selección en el momento de activar la impresión.

Ventana de medición: El paciente mira al test a través de esta ventana.

## 2 INTRODUCCIÓN

Marca de posición altura ojo: Es una guía para situar la posición en altura del ojo del paciente antes de la medición. La altura de la mentonera debe ajustarse de modo que el nivel central del ojo del paciente queda casi alineado con esta línea.

Mando de la mentonera: Al girarse, desplaza el mentonera hacia arriba o abajo. Puede utilizar la marca de altura del ojo como guía para regular a una altura cómoda para la medición.

### 2.5.3.4.2. Características técnicas

#### **Medición de potencia refractiva (AR)**

1. Potencia esférica
  - a. Límites de medida -18.00 D hasta +23.00 D
  - b. Intervalo de lectura 0.01D/0.12D/0.25D
2. Potencia cilíndrica (c)
  - a. Límites de medida 0D hasta +/-8D
  - b. Intervalo de lectura 0.01D/0.12D/0.25D
3. Eje cilindro (A)
  - a. Límites de medida 0 hasta 180
  - b. Intervalo de lectura 1 / 5
4. Mínimo diámetro pupilar medible 2.5 mm.
5. Distancia al vértice 0,10.5,12,13.75,15 y 16.5 mm
6. Visualización del test Sistema miopizador automático

#### **Medición de curvatura corneal (KM)**

1. Curvatura corneal (R1,R2,AVE)
  - a. Límites de medida 5.00 mm hasta 10.00 mm
  - b. Intervalo de lectura 0.01mm
2. Potencia corneal
  - a. Límites de medida 33.75D hasta 67.5D(n=1.3375)
  - b. Intervalo de lectura 0.01D/0.12D/0.25D
  - c. Índice refractivo corneal n=1.3375/1.336/1.332.
3. Potencia cilíndrica corneal (CYL)
  - Límites de medida 0D hasta +/-10.00D
  - Intervalo de lectura 0.01D/0.12D/0.25D
4. Eje cilindro corneal (AXIS)
  - a. Límites de medida 0 hasta 180
  - b. Intervalo de lectura 1 / 5
5. Límites de medida KM 3.3 mm sobre la cornea (curvatura de 7.7)
6. Tamaño del anillo de mira 2mm sobre la cornea (curvatura de 7.7)

#### **Tiempo de medición**

1. Medición AR 0,3 segundo/ojo
2. Medición KM inferior a 0,1 segundo/ojo
3. Mediciones en serie inferior a 2 segundos/ojo

## 2 INTRODUCCIÓN

El instrumento puede realizar varias pruebas:

1. medición en refractómetro AR.
2. medición del tamaño corneal CS.
3. medición del tamaño pupilar PS.
4. medición de la distancia interpupilar PD.
5. medición del radio sagital.

### 2.5.3.4.3. Impresión

Una vez terminadas las mediciones, pulsando el botón de imprimir, los datos medidos serán impresos. Una vez efectuada la impresión, los datos anteriores serán borrados al iniciar la siguiente medición.

## 2.6. LOS CAMBIOS DE REFRACCIÓN DURANTE LA INFANCIA

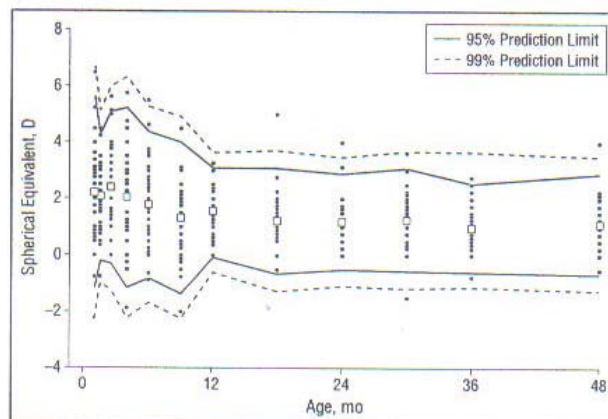
### 2.6.1. LA REFRACCIÓN EN LOS NIÑOS DESDE EL NACIMIENTO HASTA LOS 5 AÑOS

De todos los componentes ópticos del ojo, la longitud axial, la curvatura corneal y la del cristalino son los responsables de la situación refractiva del ojo y su emetropización, donde el aumento de la longitud axial va acompañado de una reducción del radio de la córnea y/o el cristalino [60].

La córnea del neonato, alcanza las proporciones adultas al final del segundo año de vida. Al nacer, el poder dióptrico medio de la córnea es de 55 dioptrías, disminuyendo a lo largo del primer año a 45D [60].

El cristalino sigue creciendo toda la vida. Al nacer, es esférico con un espesor de 4 mm. Durante el primer año duplica su tamaño. Su potencia disminuye entre los tres y los catorce años a causa de un aplanamiento progresivo [60].

El crecimiento del ojo tiene relación directa con los defectos refractivos y el proceso de emetropización se debe fundamentalmente al crecimiento coordinado del ojo, donde existe una compensación y una adecuación de todos los componentes de forma conjunta.



**Figura 2.39.** EQUIVALENTE ESFERICO EN RECIEN NACIDOS.

El recién nacido es hipermetrope en general (entre una y cuatro dioptrías), y el astigmatismo con más de una dioptría se encuentra en más de 50% de los niños menores de 3 años [65], y el astigmatismo más frecuente en esa edad es contra la regla [66] y decrece hasta 12% a

## 2 INTRODUCCIÓN

los cuatro años y medio [67] y al 5.2% a los doce años, pero a partir de cinco años el astigmatismo que se encuentra es a favor de la regla [60].

En la edad escolar no se encuentran variaciones importantes de la refracción, y el porcentaje de miopes es muy pequeño a esta edad. El porcentaje de la miopía aumenta entre los 9-19 años hasta el 25.7 % [68].

Los prematuros (30-35 semanas gestacionales) tienen la longitud ocular axial corta (15.1 +/- 0.9 mm), córneas curvas (53 +/- 2.5 D) y el poder refractivo del cristalino alto (43.5 +/- 3.6 D) comparando con niños nacidos al final del embarazo [69].

Con 40 semanas, la longitud axial aumenta a 16.8 +/- 0.6 mm, y la córnea aplana a 51 +/- 1.1 D, y el poder del cristalino disminuye a 34.4 +/- 2.3 D [70].

En el primer año de vida el ojo crece muy rápido. Durante las primeras 6 semanas de la vida, la córnea aplana de media de 51 dioptrías a 44 dioptrías [69], la longitud axial aumenta de 17 mm al nacer a 20 mm con un año, y el poder refractivo del ojo disminuye de 34 D a 28 D con 6 meses de edad [70].

La hipermetropía es la condición normal en niños, y persiste durante la vida en el 50% de la población. Las 2 ó 3 dioptrías de hipermetropía de la infancia tienden a decrecer en la adolescencia, pero en algunos casos puede incrementarse entre las edades de 5 a 14 años [69].

Los niños durante el primer año de vida tienen error refractivo del 1.0 a 1.25 D de hipermetropía y el 15-30% tienen astigmatismo de más 1 D [69].

El 5% de los niños entre 6-9 meses tienen más de 3 D de hipermetropía y el 5% tienen más de 3 D de miopía [71]. A la edad de 3 años el porcentaje del astigmatismo de una dioptría o más, disminuye a 8% [69].

El ojo tiene una longitud de casi 17 mm al nacer. Desde el nacimiento hasta los 6 años, el ojo crece 5 mm aproximadamente, perdiendo 4 D del poder corneal, y 20D del poder del cristalino.

Ese crecimiento llega a 24 mm en los adultos emetrópicos, y la parte más importante de este crecimiento está en el periodo de la infancia [72].

## 2 INTRODUCCIÓN

Normalmente, en la etapa fetal el ojo es miope por la curvatura del cristalino, al nacer y durante los primeros meses es hipermetrope, luego se progresa a la emetropia con el aumento de la longitud axial [73].

El mayor crecimiento del ojo tiene lugar entre primeros 12-18 meses de la vida, luego el crecimiento es más lento, y llega al tamaño de adulto casi con 13 años.

Este crecimiento tiene dos fases [72]:

### A. La fase rápida infantil

Los componentes del ojo crecen rápido en los primeros tres años de vida. En los neonatos el ojo mide 17 mm de longitud, con el poder corneal de casi 49 D. Estas dimensiones se cambian rápido en los siguientes 9-18 meses. El modelo general de los cambios es que crece la longitud axial, la cámara anterior y la cámara vítrea; y aplanan el radio de curvatura de la superficie anterior y posterior del cristalino [72].

Al principio, en la fase rápida inicial la longitud axial aumenta de 17 mm a 23 mm. Si el ojo es emétrepe, ese crecimiento necesita que esté acompañado con la reducción del poder refractivo del ojo casi 20 dioptrías pero no está claro si el responsable es el cristalino o la córnea [73].

### B. La fase lenta juvenil

El error refractivo en el meridiano vertical cambia de hipermetropía baja a emetropía con la edad. La curvatura central en el meridiano vertical no se afecta por la edad. Se observa que se disminuye el poder del cristalino durante la edad escolar, tal vez para compensar el aumento de la longitud axial en esa edad. Aumenta solamente 1 mm., en esta etapa.

En esa fase lenta cualquier cambio en el cristalino sin aumento en la longitud axial o un aumento excesivo resulta en miopía [72]. Varios estudios han demostrado que el ojo crece entre los 3-13 años casi 1 mm en la longitud axial.

Ese crecimiento pequeño, si no hay cambios compensatorios, resulta en reducir la hipermetropía de casi 3 D. El cambio actual en refracción es por el aplanamiento del cristalino y la córnea.

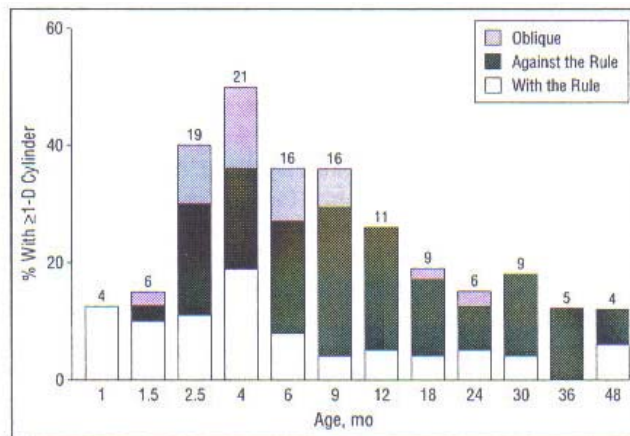
Con el aumento de la edad hay una bajada gradual en la hipermetropía y la refracción se acerca a la emetropia. El 6% de los niños siguen teniendo errores refractivos altos con la

## 2 INTRODUCCIÓN

edad de 6-9 meses, la mayoría son hipermetrópicos, y ese grupo tiene el mayor riesgo de estrabismo y ambliopía. No hay cambios significativos en una refracción normal después de los 13 años [73].

El astigmatismo tiene tendencia alta en la infancia, y se reduce con la edad [74]. En la edad de 3-5 años el porcentaje de astigmatismo es similar a los adultos.

El eje del astigmatismo también cambia; en los niños pequeños el astigmatismo dominante es contra la regla, pero es más común a favor de la regla en los niños mayores de 5 años. Los niños que no tienen astigmatismo el primer año de vida tienen poca probabilidad de tenerlo luego [73].



**Figura 2.40.** EL CAMBIO DEL ASTIGMATISMO CON LA EDAD ENTRE 1 Y 48 MESES.

El porcentaje de la miopía es 2% a los 6 años de edad. Lo interesante del progreso del ojo es que en los siguientes 8 años el ojo crece solo 1 mm., más, pero el porcentaje de la miopía aumenta hasta 15% en la edad de 15 años.

Los recién nacidos tienen un error refractivo medio de +2.0 D, pero otros estudios sobre prematuros dicen que estos niños tienen errores refractivos miópicos.

La emetropia es la situación refractiva ideal del ojo, que es alcanzada con el crecimiento ajustado de los componentes del ojo con la edad; pero la curvatura de la córnea llega a las disminuciones de los adultos con 8 semanas de edad, y la disminución del poder del cristalino comienza con el aumento de la longitud axial del ojo durante el primer año de vida [69].

### 2.6.2. LA REFRACCIÓN EN LOS NIÑOS DURANTE LA EDAD ESCOLAR (5-15 AÑOS)

El primer estudio sobre los errores refractivos en los niños con una muestra grande es de Negrel AD, et al [75], que incluye varios estudios de varios países sobre niños entre 5-15 años, estudia la agudeza visual, los errores refractivos bajo cicloplejía y ambliopía.

En el estudio sobre los niños de Chile [76], los resultados muestran que la miopía (de -0,5 D o menor) en los niños de 5 años es 3,4% , aumenta a 19,4% en niños y 14,7 % en niñas con la edad de 15 años .

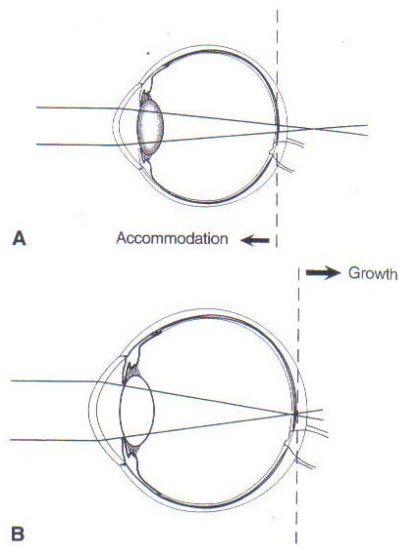
La hipermetropía de 2.0 D o más, disminuye de 22.7% en la edad de 5 años a 7.1% en la edad de 15 años en niños y de 26.3% a 8,9% en la niñas con el aumento de la edad. Las niñas tienen alto riesgo de miopía comparando con los niños.

El equivalente esférico medido bajo cicloplejía, disminuye con la edad en los dos sexos. Y la media del error refractivo en todos los edades era +1.0D en niños y +1.01 D en las niñas.

En el estudio sobre los niños de China [77], en niños entre 5-15 años, los resultados muestran que la miopía de -0,5 D o menor en los niños de 5 años es casi 0, aumenta a 36.7% en niños y 14,7% en las niñas con la edad de 15 años .

La hipermetropía de 2.0 D o más disminuye de 8,8% en niños, y de 19,6% en las niñas a menos de 2% en ambos sexos con la edad de 15 años.

En otro estudio sobre la refracción en niños de Mutti et al,[78] entre 5-14 años, se demuestra que los ojos miopes son “prolata”, es decir, la longitud axial es más larga que el diámetro ecuatorial, y los emmetropicos son más “obalata”, siendo el factor principal el cristalino.



**Figura 2.41.** DIFERENCIA ENTRE EL OJO DEL NIÑO Y DEL ADULTO.

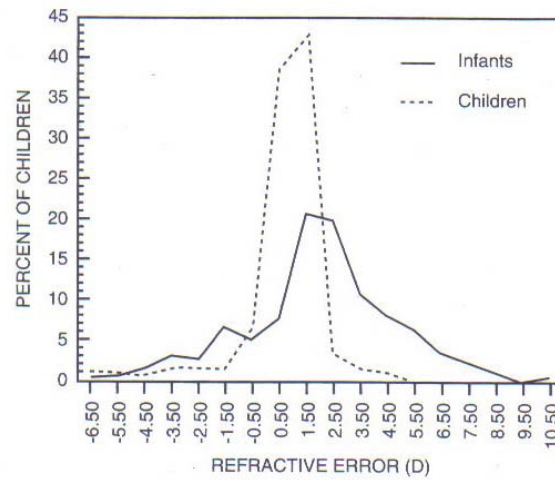
En el estudio de COMET [79] sobre niños miopes entre 6-11 años se describe que las niñas tienen la longitud axial más corta que los niños y la córnea más curva siendo el radio de la curvatura del meridiano horizontal 44D, y el vertical 44,8 D en los niños 43,5D, 44.2D. El radio de curvatura de la córnea era 43,7+/- 1,4D en el meridiano horizontal, y 44.5 +/- 1,4D en el meridiano vertical.

Hay diferencias en la refracción con y sin cicloplejía, llegando a 0.77+/- 0,45 D más de hipermetropía usando tropicamida, y 0,91 +/- 0,57D, usando el cicloplejico en niños hipermetropicos [80], pero en niños miopes la diferencia es menos de 0.25 D en el equivalente esférico [79].

En los estudios publicados de Karla Zadnik et al en 2003 [81] y en 2004 [82] vemos que en el grupo de edad entre 6-14 año el 10.1% es miope y 8.6% es hipermetrope. Las niñas tienen el ojo más corto y la cornea más curva comparada con los niños.

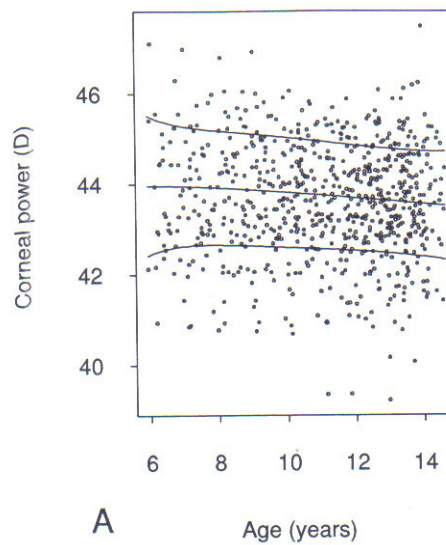
En un grupo de niños emétopes entre 6-15 años, se mantiene la emetropia con una combinación entre el aumento de la longitud axial y los cambios en el cristalino. En este grupo con la edad aumenta la longitud axial, la profundidad de la cámara anterior y de la cámara vitrea; y del otro lado disminuye el grosor y el poder refractivo del cristalino y la cornea.

## 2 INTRODUCCIÓN



**Figura 2.42.** EL ERROR REFRACTIVO ENTRE EL RECIEN NACIDO Y LA EDAD ESCOLAR.

El poder de la córnea cambia poco en la edad escolar, y esta demostrado en varios estudios [81-82-83].



**Figura 2.43.** EL PODER CORNEAL EN LA EDAD ESCOLAR.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para conseguir alcanzar los objetivos trazados en este trabajo hemos hecho un estudio comparativo, descriptivo y prospectivo.

Hemos realizado topografías de córnea y estudio de refracción bajo cicloplejía, en una consulta de oftalmología pediátrica, a niños que colaboraban y tenían menos de 16 años de edad.

Se ha realizado una exploración oftalmológica compuesta por:

- Biomicroscopia, en la exploración del segmento anterior.
- Topografía corneal.
- Refracción bajo cicloplejía.

Se han utilizado para esta investigación dos aparatos: un topografo corneal (TMS-II) y un autorefractómetro NIDEK.

Se han analizado cuatro índices cuantitativos de topografía relacionándolos con la edad y el sexo: La queratometría simulada 1 (SimK1), la queratometría simulada 2 (SimK2), el índice de la regularidad superficial (SRI) y el índice de la asimetría superficial (SAI).

También, se han analizado los datos de refracción bajo cicloplejía y su relación con la edad y el sexo: equivalente esférico, astigmatismo refractivo y su eje.

Para analizar el tipo de astigmatismo se ha utilizado el ángulo del SimK1 como referencia para el astigmatismo topográfico y el ángulo del astigmatismo refractivo.

#### 3.1. DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA

Se ha realizado un estudio de topografía corneal y estudio refractivo bajo cicloplejía en 100 niños de entre 3 y 15 años, en una clínica pediátrica, según acudían a la clínica y tuviesen la edad adecuada para el estudio.

##### 3.1.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

La selección de los niños se realizó teniendo en cuenta las siguientes características:

- Edad entre 3-15 años.
- Examen con lámpara de hendidura en el ojo elegido para realizar la prueba de la topografía normal.
- Sin historia de cirugía ocular previa en el ojo elegido para realizar la prueba de la topografía.

- Sin ningún tipo de tratamiento ocular.
- Que no hayan utilizado lentes de contacto.
- Niños que colaboran para realizar la topografía.

### 3.1.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Los criterios de exclusión han sido:

- Tener alteraciones en la exploración microscópica (ulcera, leucoma corneal, pterigion, queratitis).
- Uso de lentes de contacto.
- Tener menos que 3 años o mayor de 15 años
- Estar dilatado antes de realizar la topografía.
- Traumatismo ocular.
- Alteraciones en la película lagrimal.

Teniendo en cuenta el estudio de Zadnik del 2003 [81], donde dice que los cambios se notan más entre 6 y 9 años, dividimos la muestra en 3 grupos de edad: menores de 6 años, entre 6 y 8 años y mayores de 8.

## 3.2. DETERMINACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

La prueba ha sido realizada mediante el Topógrafo Corneal Modelo TMS-II, marca Tomey.

### 3.2.1. APARATO UTILIZADO: TOPÓGRAFO CORNEAL TMS-II (MARCA TOMY)

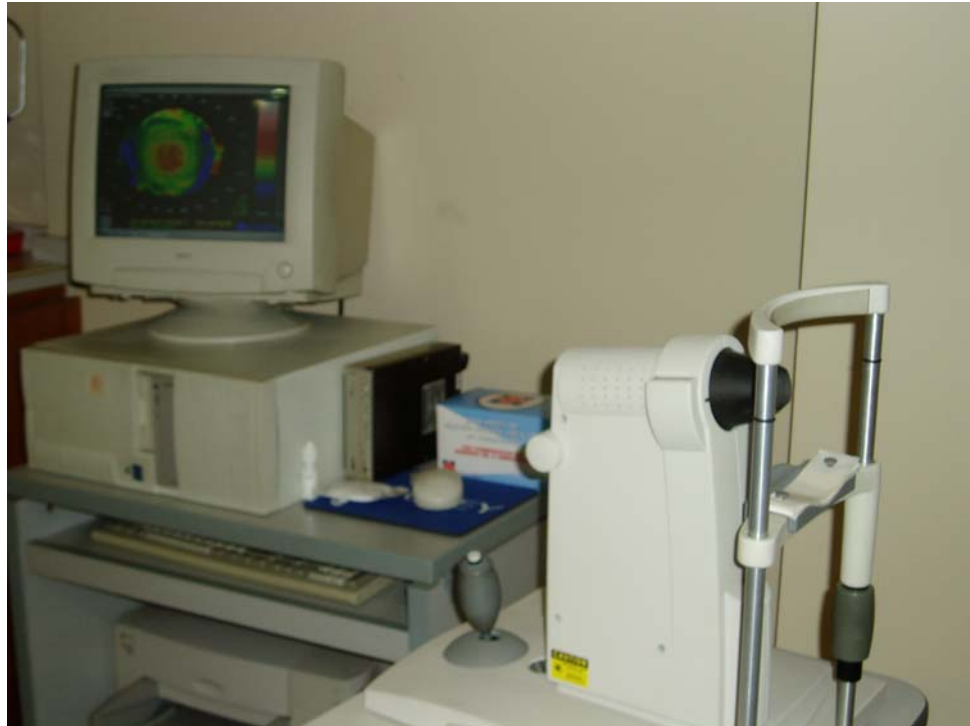
El nuevo concepto de la topografía corneal permite una presentación de alta resolución de la totalidad de la superficie de la córnea, con un sistema de enfoque y ajuste por láser patentado, y software de auto corrección que aseguran un mapa corneal fiable en todo momento.

#### 3.2.1.1. Descripción general del aparato

Para garantizar una medición segura el sistema realiza una distribución uniforme de más de 9.000 puntos de toma de datos que establece un mapa de alta resolución espacial y tiene la posibilidad de intercambiar el cono de 28 a 34 anillos [84].

A un mapa de la topografía corneal de alta definición el sistema TMS-II permite aplicarle diferentes tipos de software que van a multiplicar sus aplicaciones, todas ellas con la fiabilidad de la alta resolución inicial de su toma de imagen.

El TMS-II utiliza un cono de luz (video-queratoscopio sólido) con una distancia de trabajo muy corta, que proyecta anillos iluminados concéntricos que provocan una reflexión corneal en intervalos aproximados a 180 micrones de un punto central en el ápex corneal.



**Figura 3.1.** TOPÓGRAFO CORNEAL MODELO TMS-II.

El paciente se encontrará posicionado en una mentonera ajustable mirando a un punto de luz intermitente. Simplemente presionando el botón el láser se pone en funcionamiento y la imagen del ojo del paciente aparece en el monitor de tal forma que el operador puede alinear y ajustar el haz de láser y la reflexión de la luz de fijación.

#### 3.2.1.2. **Forma de realizar el mapa de topografía**

A todos los niños se les ha realizado la topografía corneal en ambos ojos con el topógrafo TMS II, marca TOMY, un mapa en cada ojo para obtener la mejor imagen sin presionar el ojo, y repitiendo el examen en algunos casos para elegir el mejor mapa, por considerarse suficiente, para el estudio con la escala absoluta.

El niño tiene que sentar frente del cono mirando una luz rojo que parpadea en el centro de los anillos con el ojo bien abierto mientras manualmente el medico fija una cruz en el centro de la pupila para capturar la imagen.

En algunos casos se ha realizado una medida topográfica en uno de los ojos, porque, el niño no colabora, estar operado de catarata o tener leucoma corneal en uno de los ojos.

Los datos se han agrupado dependiendo de la edad y el sexo para cada índice topográfico.

### 3.2.1.3. Índices topográficos utilizados

El estudio de los mapas topográficos se ha basado en la comparación de los siguientes índices topográficos cuantitativos:

- a. Queratometría simulada 1 y 2 (Sim-K1 y Sim-K2).
- b. Índice de la Asimetría Superficial (SAI)
- c. Índice de la Regularidad Superficial (SRI)

Para analizar el astigmatismo topográfico hemos calculado el astigmatismo corneal (que es la diferencia entre Sim-K1 y Sim-K2) y utilizado el ángulo de Sim-K1 como ángulo del astigmatismo topográfico para determinar su eje. Es a favor de la regla si el ángulo de SimK1 es  $90 \pm 30$  (el meridiano más curvo es vertical).

Para evaluar si existe un queratocono hemos utilizado el programa *keratoconus screening* el cual está incorporado al aparato TMS II, y usa dos métodos para evaluar y detectar la ectasia en la topografía corneal o el queratocono: el método Smolk/Klyce y el método Klyce/Maeda, en todos los mapas.

Con estos índices se puede conocer la forma de la córnea y el tipo de astigmatismo (Sim-K1, K2), también se puede estudiar la regularidad de la superficie corneal (SRI,SAI); Así para comprobar como la córnea se modifica con la edad y si los cambios tiene relación con el sexo.

## 3.3. DETERMINACIÓN DE LA CICLOPLEJIA Y REFRACCIÓN

Las medidas fueron tomadas bajo cicloplejia con el autorefractometro NIDEK

### 3.3.1. APARATO UTILIZADO: AUTOREFRACTOMETRO NIDEK (MODELO ARK-700).

#### 3.3.1.1. Descripción general del aparato

Este instrumento es un auto refractómetro/queratometro, es decir, una combinación de refractómetro y queratómetro en una sola unidad. El refractómetro mide subjetivamente la potencia refractiva de los ojos del paciente mediante rayos infrarrojos a fin de obtener las potencias esférica y cilíndrica así como el eje del cilindro de la lente que podrá corregir la visión del paciente, consiguiendo la emetropia. El queratómetro mide la curvatura corneal (potencia refractiva corneal), ángulo del meridiano corneal y la potencia cilíndrico corneal [85].

El instrumento integra un cuerpo principal y una unidad de medición sobre una sola base. Sobre la base se encuentra la montonera, en el lado del paciente y una impresora en el lado del operador que imprime el resultado de la medición. El cuerpo principal se compone de un monitor de TV, un tablero de mandos y un joystick, que se utilizan para realizar alineaciones o manipulaciones. La unidad de medición tiene una ventana de medición a la cual mira el paciente y a través de la que irradia el rayo infrarrojo sobre el ojo del paciente.

### 3.3.1.2. Procesos operativos

#### A. Preparación para la medición:

- Realización de la configuración del sistema al elegir el modo AR.
- En el monitor se puede observar el retículo, el anillo de puntos marcando el tamaño de pupila mínima en el centro, el signo de cilindro escogido en la parte superior derecha, el modo de medición, el contador de medición y los valores medidos en KM en la parte inferior izquierda.

#### B. Preparación del paciente:

- Pedir al paciente que se quite las gafas y que se siente.
- Pedir coloque su mentón sobre la mentonera y que descansa su frente sobre el apoyafrente.
- Fijar la altura de la mentonera, girando el mando de la mentonera hasta que el nivel central del ojo del paciente esté alineando con la marca de altura del ojo.

#### C. Realización de la alineación y el enfoque:

- Pedir al paciente que “mire a través de la ventana de medición. Verá la imagen de un globo. Debe mirar el centro del globo sin esforzar el ojo”.
- Manipular el joystick a fin de situar el ojo del paciente dentro de la pantalla del monitor. Alinear la posición del ojo con el punto de medición mediante los desplazamientos oportunos hacia la derecha, izquierda, arriba o abajo. Ajustar el enfoque con desplazamientos hacia delante y atrás.
- Manipular el joystick a fin de colocar el anillo de mira en una posición concéntrica con respecto al retículo.
- Pedir al paciente que no parpadee durante la medición. Se efectúa la medición pulsando el pulsador de medida.
- Se oirá un corto pitido y el paciente verá una imagen borrosa. Así se efectuará la medición AR y se oirá un pitido largo y el contador de medidas aparecerá en la parte inferior izquierda del monitor de TV.
- La pantalla siempre mostrará la última medición. El valor medido quedará memorizado y se termina la medición.

El instrumento puede memorizar hasta 10 mediciones para cada ojo. Si las mediciones son más de 10, los datos anteriores serán borrados en sucesión. El otro ojo se mide de la misma manera.

### 3.3.1.3. Datos erróneos

Cuando aparece una indicación de error en la pantalla, la causa puede ser una de las relacionadas a continuación. Si la indicación aparece de nuevo al repartir la medición, hay que comprobar los siguientes puntos:

- El paciente parpadeó durante la medición.
- El parpado o las pestañas del paciente están dentro del anillo de pupila mínima.
- La pupila del paciente es más pequeña que el anillo de pupila mínima.
- El reflejo de la retina es extremadamente reducido debido a una opacidad de los medios oculares como cataratas.
- Existe una gran distorsión corneal.
- Existe algún reflejo inusual sobre la cornea durante la medición.

### 3.3.2. FORMA DE REALIZAR LA MEDICIÓN REFRACTIVA

Después de hacer la topografía corneal se realizó estudio de refracción instalando una gota de ciclopentolato 1% (colircusi ciclopléjico) con separación de 15 minutos entre una gota y otra, 3 veces, y realización de la refracción con el Autorefractómetro NIDIK (modelo ARK-700) a los 45 minutos:

- Se sienta el niño delante del aparato colocando su mentón sobre la mentonera y su frente sobre el apoya frentes, fijando la altura hasta que el centro del ojo esté alineando con la marca de altura del ojo en la pantalla.
- Se pide al niño que “mire a través de la ventana de medición. Verá la imagen de un globo, sin esforzar el ojo y sin parpadear”.
- Se efectuara la medición pulsando el pulsador de medida.
- Se realizan 4 medidas a cada ojo, y se escoge la media para el estudio (el valor esférico, cilíndrico y ángulo).

### 3.3.3. MEDIDAS REFRACTIVAS UTILIZADAS

De las medidas de refracción (bajo ciclopléjia) hemos estudiado el equivalente esférico (el resultado de la suma del poder esférico con la mitad del astigmatismo negativo) y hemos utilizado el valor de  $\geq +2.0$  para definir la hipermetropía y  $\leq -0.5$  para la miopía. También hemos utilizado la cantidad del cilindro  $\geq 1.0$  para definir el astigmatismo. ( los mismos criterios que uso Zadnik en su estudio en el 2003(81))

Para analizar el tipo de astigmatismo refractivo hemos utilizado el ángulo del cilindro: si el ángulo es  $180 \pm 30$  el astigmatismo es a favor de la regla y si el ángulo es  $90 \pm 30$  el astigmatismo es contra la regla.

### 3.4. MÉTODO ESTADÍSTICO

El método estadístico utilizado para la valoración de los índices topográficos cuantitativos fue la estadística descriptiva para variables cuantitativas (media, desviación típica y el error estándar de la media) obteniéndose así, el índice medio en cada grupo con la variable del sexo y la edad.

El programa utilizado fue el SSPS y el SAS.

#### 3.4.1. ESTUDIO DE VARIABLES CUANTITATIVAS

Las variables cuantitativas se describen con su media, su desviación estándar, mínimo, máximo y la relación con la edad y/o el sexo. Las variables cuantitativas se estudio mediante una prueba “ANOVA Bifactorial” con interacciones. El test de comparaciones multiples utilizado es el “Duncan”. También se han realizado unifactoriales para cada grupo de edad o sexo separado cuando la interacción mostrada en el estudio bifactorial no permitía interpretar los efectos principales mediante t de student.

Cuando estudiamos la relación entre las distintas variables cuantitativas entre si, hemos usado el coeficiente de Pearson “la correlacion r” (con p menos que 0.05).

#### 3.4.2. ESTUDIO DE VARIABLES CUALITATIVAS

Las variables cualitativas estudiadas se describen con sus frecuencias. Para el estudio de la asociación entre variables cualitativas se utilizó el test de la Chi cuadrado, y para la relación con las otras variables cuantitativas t de student (con p menos que 0.005).

## **4. RESULTADOS**

## 4. RESULTADOS

En el periodo comprendido entre 2001-2002 hemos realizado una topografía corneal como una parte del examen oftalmológico (AV, examen con la lámpara de hendidura, refracción bajo cicloplejía y fondo de ojo) a los niños que se acudían a la consulta, y que cumplían el rango de edad y han sido cooperantes con nosotros.

Al principio eran 102 niños para el estudio general con 200 mapas (105 de niños y 95 de niñas), pero tuvimos que ignorar los datos de 2 niñas ( la más pequeña de 2 años y la mayor de 16 años porque fueran únicas de su grupo de edad) para el segundo estudio, y así quedaron 100 niños ( entre 3 y 15 años) con 196 mapas topográficos de los cuales fueron 96 mapas de OD.

Al principio el estudio estaba planificado para estudiar la topografía corneal solo, pero más tarde hemos decidido hacer un estudio complementario de la situación refractiva, y por este razón hemos recuperado 94 historias con el estudio refractivo bajo cicloplejía en el mismo día que se realizó la topografía, sin poder recuperar los datos refractivos de 6 niños (6% de la muestra).

A los primeros cinco niños se les realizó dos mapas de cada ojo, por la similitud de los resultados decidimos realizar un mapa topográfico por ojo y en algunas ocasiones se han repetido los mapas.

### 4.1. PLANEAMIENTO DEL ESTUDIO

El estudio ha sido realizado de dos maneras:

- Primero estudiamos todos los mapas como si fuera una muestra separada (200 casos).
- Segundo estudio donde hemos elegido el OD solo (96 casos) de toda la muestra, y como hemos visto en el primer estudio que los cambios importantes se notan a partir de 7-8 años, y de acuerdo con los resultados de Zadnik et al. [81], hemos decidido dividir la muestra entre tres grupos de edad:
  1. Menores de 6 años (37 niños).
  2. Entre 6-8 años (34 niños).
  3. Mayores de 8 años (29 niños).

## 4.2. DATOS GENERALES

**Sexo:**

La distribución de frecuencias del variable sexo en los niños muestra un ligero predominio de chicos: 52 niños (52%), 48 niñas (48%).

<b>Sexo</b>	<b>N</b>	<b>Medio</b>	<b>D.S</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>F</b>	48	6.98 años	3.13	3 años	15 años
<b>M</b>	52	7.42 años	3.16	3 años	15 años

**Cuadro 4.1.** DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA POR SEXOS.

**Edad:**

La edad media de los niños es (7.21+/- 3.13) años, con un mínimo de 3 años y un máximo de 15 años.

Hemos elegido la edad dependiendo de los años cumplidos en el último cumpleaños. La edad de las niñas fue 6.98 +/- 3.13 años, y los niños 7.42 +/- 3.16 años.

<b>Sexo</b>	<b>Menor de 6</b>	<b>De 6 a 8</b>	<b>Mayor de 8</b>	<b>Total</b>
<b>F</b>	19 (39.58%)	16 (33.33%)	13 ( 27.08%)	48
<b>M</b>	18 (34.62%)	18 (34.62%)	16 (30.77%)	52
<b>Total</b>	37	34	29	100

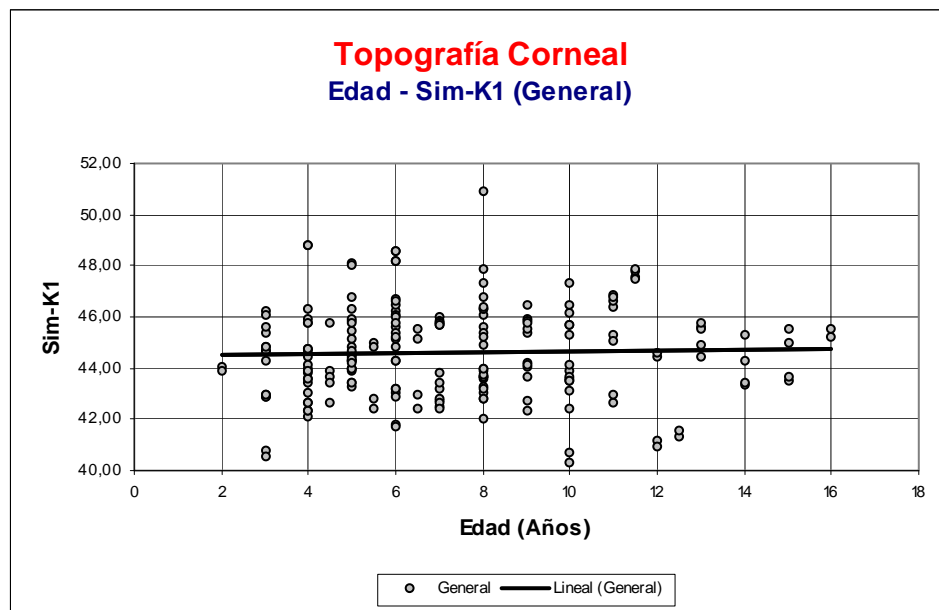
**Cuadro 4.2.** DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA POR GRUPOS DE EDAD

### 4.3. RELACIÓN DE LOS ÍNDICES TOPOGRÁFICOS CON SEXO Y/O EDAD

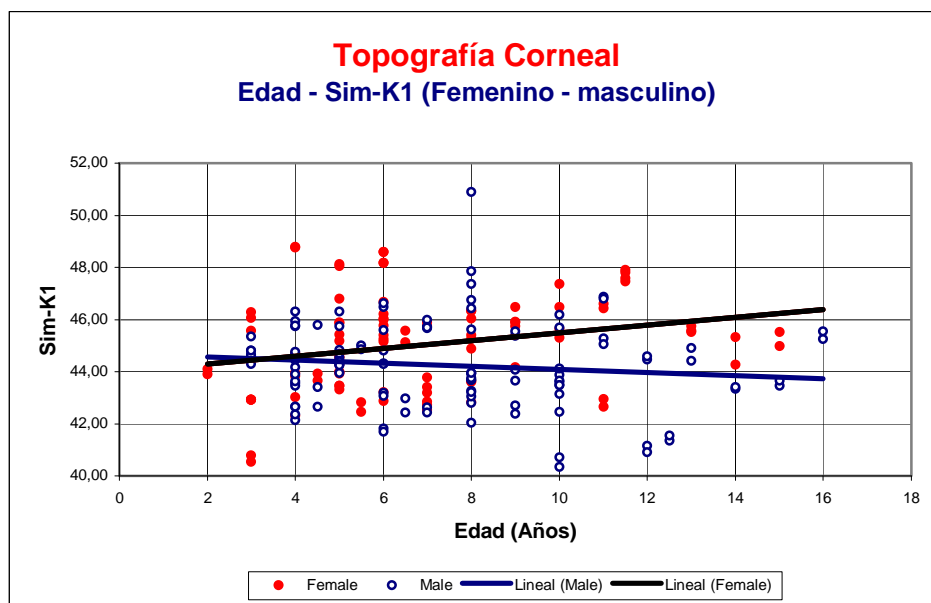
#### 4.3.1. RELACIÓN ENTRE LA QUERATOMETRIA SIMULADA SIM-K1 CON LA EDAD Y/O EL SEXO

La media del valor del Sim-K1 es  $45.03 \pm 1,81$  en las niñas y  $44.24 \pm 1.64$  en los niños. No hay cambios significativos en Sim-K1 con la edad cuando se analizan los dos sexos juntos como se muestra en la figura 4.1. ( $r=0.776$ ), pero al analizar cada sexo aparte hemos visto que Sim-K1 aumenta con la edad en niñas y no se cambia en los niños. ( $p=0.001$ ).

Esto está demostrado en la figura 4.2 donde se nota la diferencia a partir de los seis años cuando este valor empieza a crecer en el sexo femenino.



**Figura 4.1.** RELACIÓN ENTRE Sim-K1 CON LA EDAD.



**Figura 4.2.** RELACIÓN ENTRE Sim-K1 CON LA EDAD Y EL SEXO FEMENINO Y MASCULINO.

4.3.2. RELACIÓN ENTRE LA QUERATOMETRÍA SIMULADA SIM-K2 CON LA EDAD Y/O EL SEXO.

El valor del Sim-K2 en las niñas es  $43.71 \pm 1.84$  y en los niños  $42.99 \pm 1.45$ . Este valor va aumentando ligeramente con la edad, si estudiamos los dos sexos juntos, como se observa en la figura 4.3 ( $p = 0.02$ ).

El valor del Sim-K2 se aumenta con la edad en las niñas y no se cambia en los niños, al igual que el valor de Sim-K1, figura 4.4 ( $p = 0.002$ ). A partir de los seis años en el sexo femenino se nota este aumento.

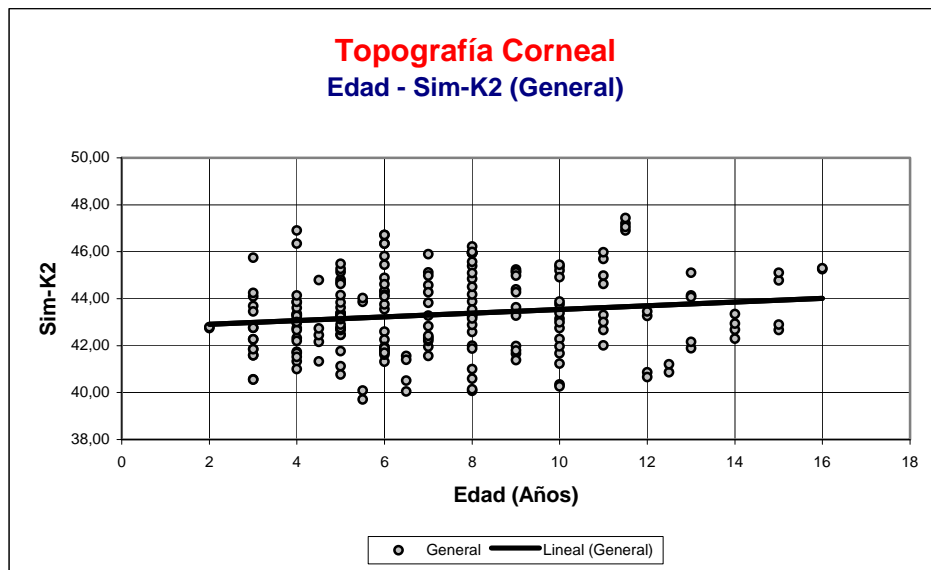


Figura 4.3. RELACIÓN ENTRE Sim-K2 Y LA EDAD.

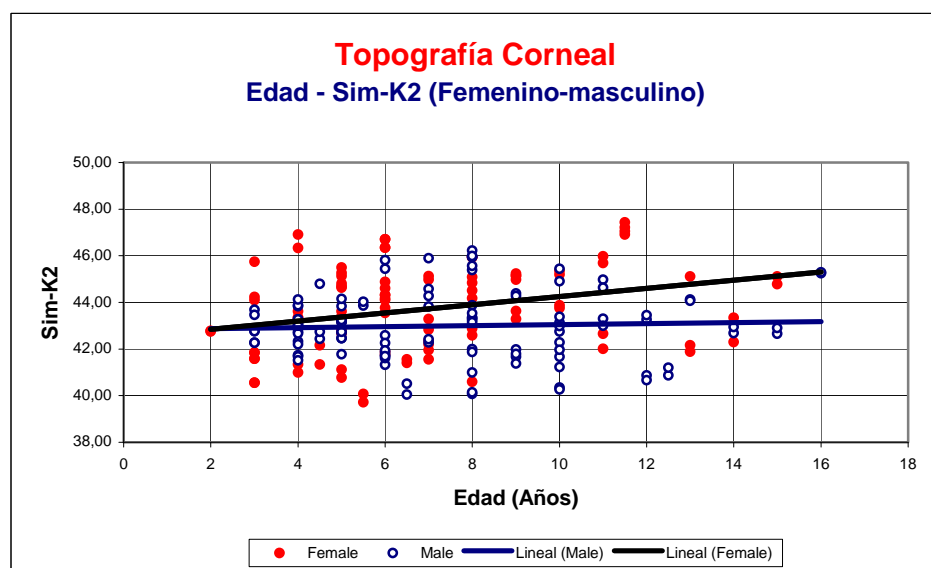


Figura 4.4. RELACIÓN ENTRE Sim-K2 CON LA EDAD Y EL SEXO FEMENINO Y MASCULINO.

4.3.3. RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL SRI CON LA EDAD Y/O EL SEXO.

El valor medio de SRI es  $0.46 \pm 0.18$  en niñas y  $0.42 \pm 0.21$  en los niños. Hay una disminución ligera con la edad como se observa en la figura 4.5. ( $r = 0.35$ ), pero tomando en cuenta el sexo no hay cambios con significación estadística entre los dos sexos como se nota en la figura 4.6 ( $p = 0.12$ ).

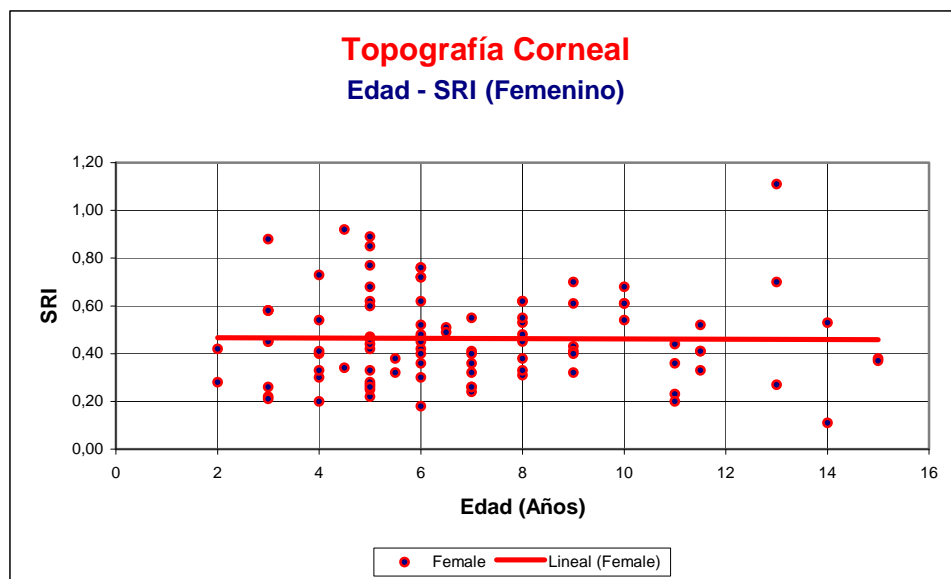


Figura 4.5. RELACIÓN ENTRE SRI CON LA EDAD.

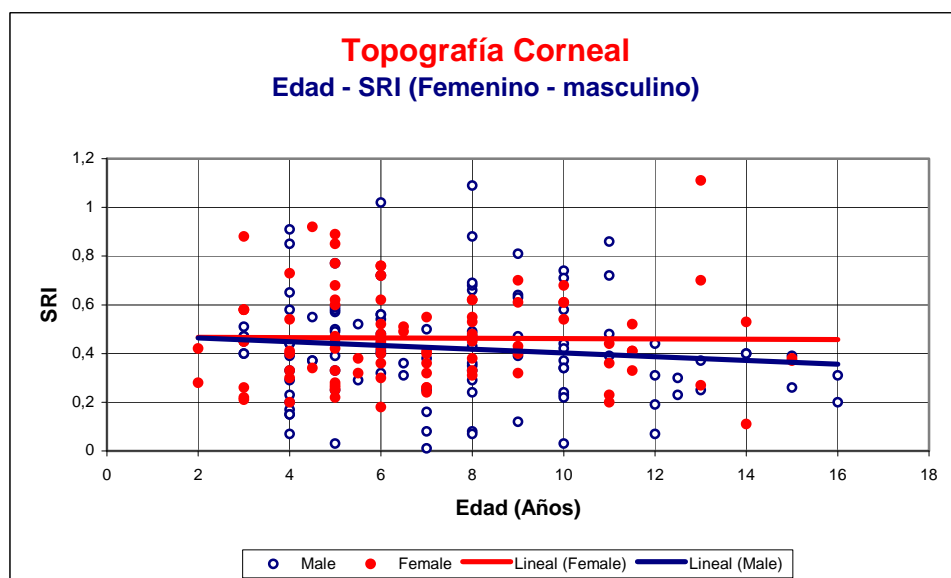


Figura 4.6. RELACIÓN ENTRE SRI CON LA EDAD Y EL SEXO.

4.3.4. RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE LA ASIMETRÍA SUPERFICIAL SAI CON LA EDAD Y/O EL SEXO.

El valor del SAI no se cambia con la edad como se ve en la figura 4.7. ( $r = 0.594$ ). En la figura 4.8 se observa que este valor tampoco tiene cambios significativos estadísticamente entre los dos sexos respecto a la edad ( $p = 0.57$ ), y la media es muy parecida entre las chicas ( $0.48 \pm 0.19$ ) y los chicos ( $0.48 \pm 0.12$ ).

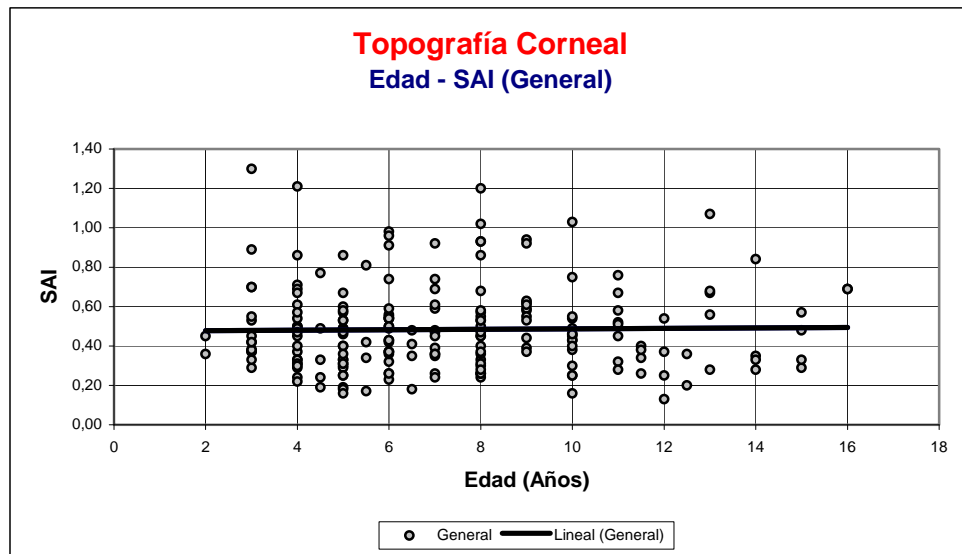


Figura 4.7. RELACIÓN ENTRE EDAD-SAI (General).

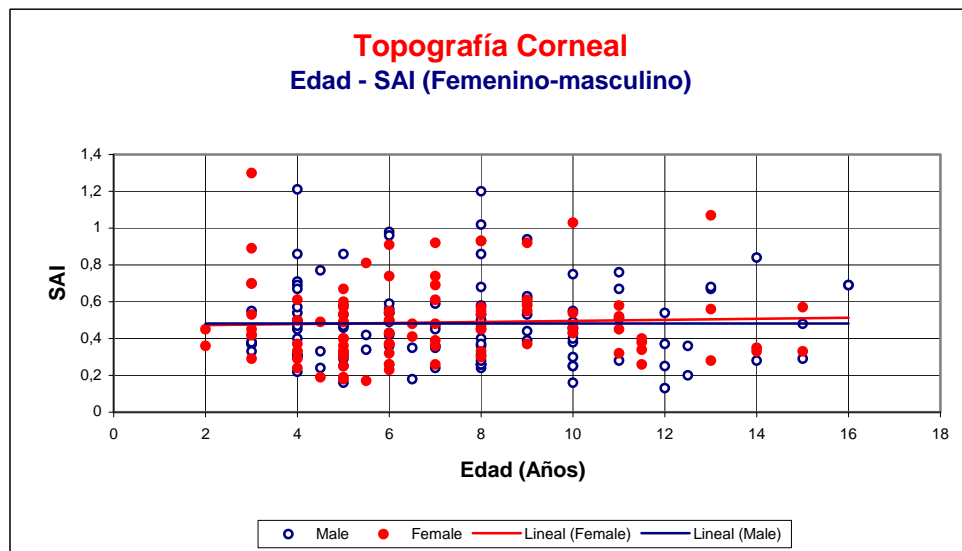


Figura 4.8. RELACIÓN ENTRE SAI CON LA EDAD Y EL SEXO FEMENINO Y MASCULINO.

4.3.5. RELACIÓN ENTRE LA EDAD Y EL ASTIGMATISMO TOPOGRÁFICO Y/O REFRACTIVO

El astigmatismo parece estable en este grupo de edad, no vemos cambios significativos en el astigmatismo topográfico ni el astigmatismo refractivo.

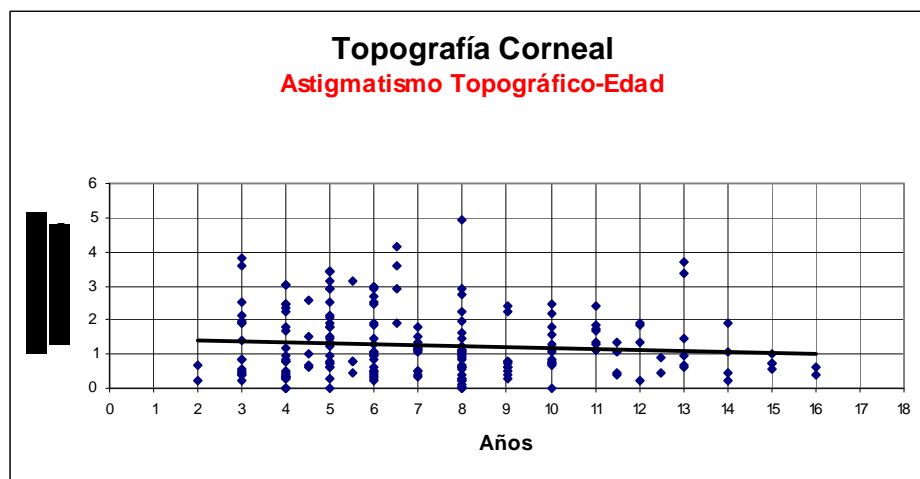


Figura 4.9. ASTIGMATISMO TOPOGRÁFICO GENERAL.

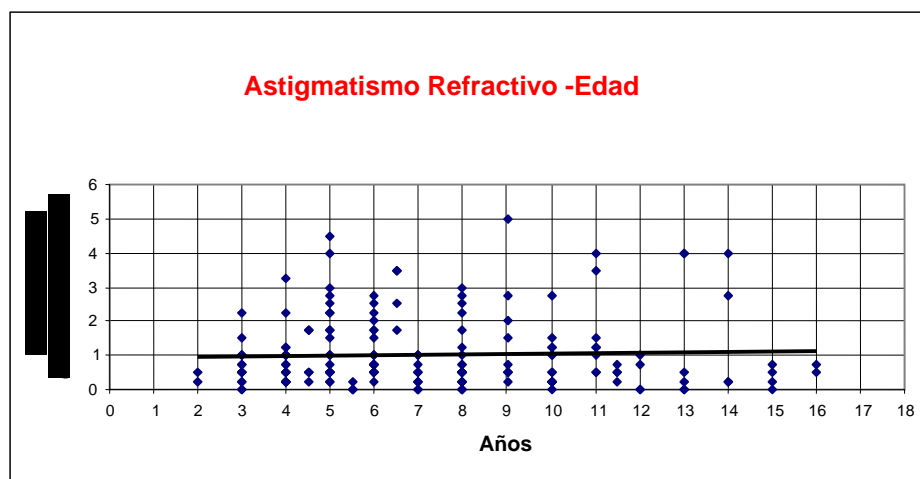
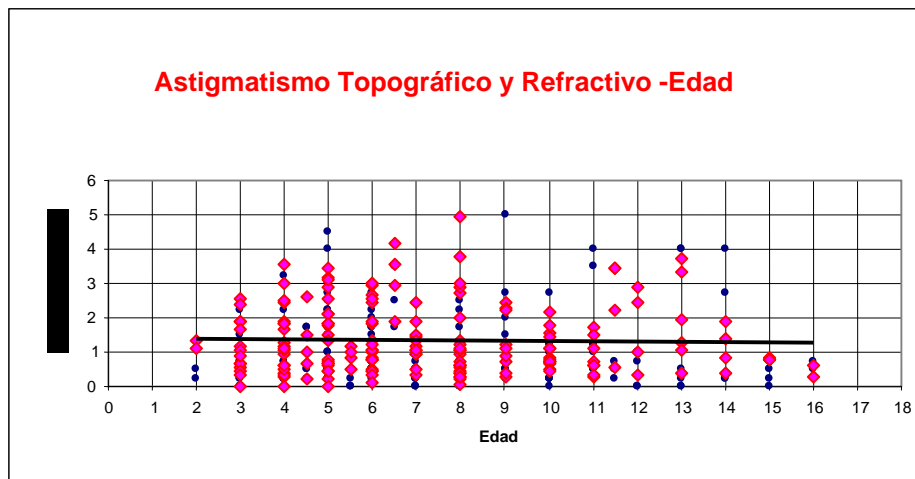


Figura 4.10. ASTIGMATISMO REFRACTIVO GENERAL.

Entre el astigmatismo topográfico y refractivo casi no hay diferencias, parecen que actúan de forma igual, y no hay modificaciones importantes con la edad aunque disminuye el astigmatismo topográfico ligeramente con la edad ( $p:0,29$ ).



**Figura 4.11.** ASTIGMATISMO TOPOGRÁFICO-REFRACTIVO

#### 4.4. ESTUDIO DE LA SITUACIÓN REFRACTIVA

De los 94 niños incluidos para el estudio refractivo el rango del equivalente esférico era +7.125 D a -14 D, con 4 niños con anisometropía más de 3 D, dos de ellos con anisometropía alta (-14.0,+1.62) y (-3.0, -10.87) que tuvimos que ignorarlos para realizar el estudio estadístico sobre el equivalente esférico porque alteraban los resultados.

El astigmatismo fue entre 0.0D a 4.5D. La máxima diferencia de astigmatismo entre ambos ojos del mismo niño fue de 2.0 D en el astigmatismo topográfico y 2.5 D para el astigmatismo refractivo.

El promedio del ángulo del astigmatismo refractivo es  $60^\circ$ , pero los niños que tienen el ángulo entre ( $0^\circ$ - $30^\circ$ ) y ( $150^\circ$ - $180^\circ$ ) son 65 niños (72,22%), en la mayoría el astigmatismo es a favor de la regla.

De un total de 21 OD miopes hay 12 de niñas 57% y si vemos el OI, de 15 ojos miopes 12 son de niñas (80%) mientras la hipermetropía parece más en niños (total de 32 OD 18 ojos son masculinos).

#### 4 RESULTADOS

La miopía (equivalente esférico igual o menos que -0.5 D) es 22.34%

La hipermetropía (equivalente esférico al menos +2.0D) es 35.1%

El astigmatismo (al menos 1.0D) es 32.97%

Situación refractiva	Ojos(total)	General	Niños	Niñas
Miopía	21	22.34%	43%	57%
Hipermetropía	32	35.1%	56.2%	43.8%
Astigmatismo	31	32.97%	48.39%	51.61%

**Cuadro 4.3.** SITUACIÓN REFRACTIVA EN OD POR SEXOS.

Pero si estudiamos este porcentaje en OD solo para cada grupo de edad vemos que:

- La miopía es 17.14% en los menores y 25.92% en el grupo mayor de 8 años.
- La hipermetropía 40% en el grupo de menores de 6 años, y baja a 18.5% en el grupo de más de 8 años.
- El astigmatismo en el grupo de menores es 31.42%, y en mayores de 8 años es de 33%.

	Edad	OI	OD	Total niños	% OI	%OD
<b>Miopía</b>	Menor de 6	5	7	35	14,28	20,00
	Entre 6 y 8	5	7	32	15,62	21,87
	Mayor de 8	7	7	27	25,93	25,93
<b>Hipermetropía</b>	Menor de 6	11	14	35	31,43	40,00
	Entre 6 y 8	10	14	32	31,25	43,75
	Mayor de 8	6	5	27	22,22	18,52
<b>Astigmatismo</b>	Menor de 6	12	11	35	34,28	31,43
	Entre 6 y 8	11	11	32	34,37	34,37
	Mayor de 8	10	9	27	37,03	33,33

**Cuadro 4.4.** SITUACIÓN REFRACTIVA POR GRUPOS DE EDAD.

El equivalente esférico en el sexo femenino parece que va disminuyendo con la edad (más miopicas), mientras en los chicos parece estable.

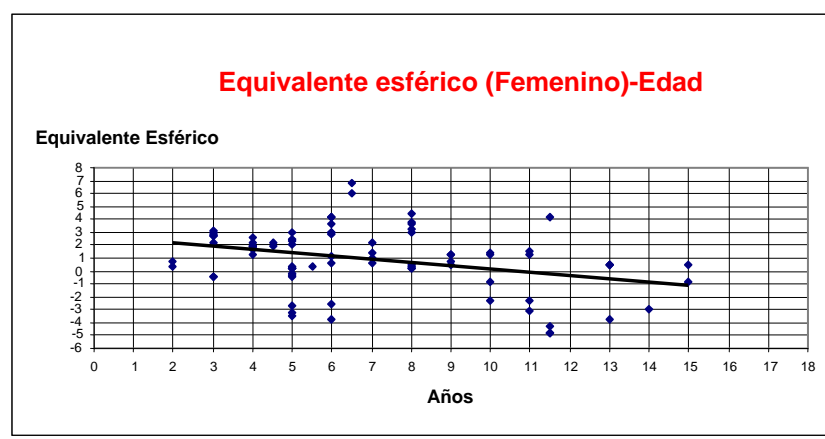


Figura 4.12. RELACIÓN ENTRE EQUIVALENTE ESFÉRICO Y LA EDAD EN EL SEXO FEMENINO.

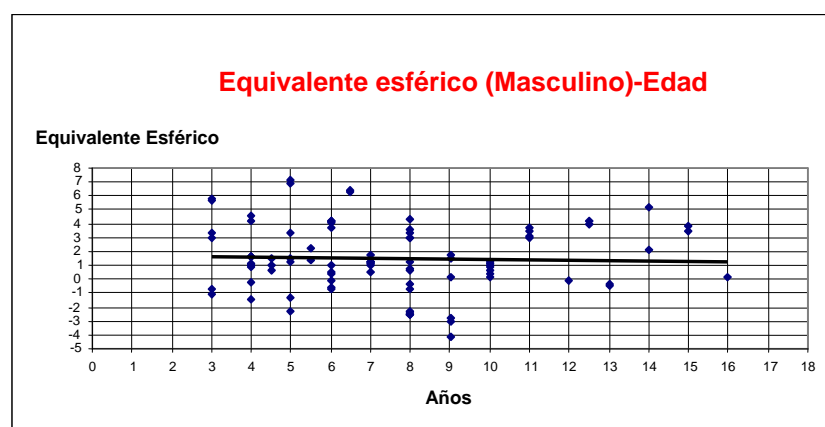


Figura 4.13. RELACIÓN ENTRE EQUIVALENTE ESFÉRICO Y LA EDAD EN EL SEXO MASCULINO.

#### 4.5. ESTADÍSTICA ANALITICA

Se han realizado dos estudios estadísticos, en el primer estudio se analiza teniendo en cuenta que cada ojo es una muestra separada y en el segundo caso solamente sobre el ojo derecho en tres grupos de edad (anejos 1 y 2).

##### 4.5.1. PRIMER ESTUDIO ESTADÍSTICO

Estudio estadístico con el programa SPSS. Sin astigmatismo ni equivalente esférico de 200 ojos (105 de niños y 95 de niñas).

No hay diferencias significativas entre las edades de los niños y de las niñas.

Los valores de los promedios, la desviación típica y los datos de la significación estadística obtenidos (p) se indican en la tabla 4.5.

ÍNDICES Y CARACTERÍSTICAS	NIÑOS	NIÑAS	SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA (p)
<b>OJOS</b>	105	95	
<b>EDAD</b>	7,5 ± 3,2	6,9 ± 3	
<b>Sim-K1</b>	44,24 ± 1,64	45,03 ± 1,81	0,001
<b>Sim.K2</b>	42,99 ± 1,45	43,71 ± 1,84	0,002
<b>SRI</b>	0,42 ± 0,21	0,46 ± 0,18	0,12
<b>SAI</b>	0,48 ± 0,21	0,48 ± 0,19	0,57

**Cuadro 4.5.** ANÁLISIS DE LOS DATOS DE LA TOPOGRAFÍA CORNEAL EN NIÑOS DE 3 A 15 AÑOS.

CORRELACIONES						
		EDAD	SRI	SAI	SIMK1	SIMK2
<b>EDAD</b>	<b>Correlación de Pearson</b>	1	- 0,066	- 0,038	0,020	,118
	<b>Sig. (bilateral)</b>	,	0,352	0,593	0,776	0,095
<b>SRI</b>	<b>Correlación de Pearson</b>	- 0,066	1	,487(**)	,401(**)	,203(**)
	<b>Sig. (bilateral)</b>	0,352	,	0,000	0,000	0,004
<b>SAI</b>	<b>Correlación de Pearson</b>	- 0,038	0,487(**)	1	0,227(**)	0,124
	<b>Sig. (bilateral)</b>	0,593	0,000	,	0,001	0,080
<b>SIMK1</b>	<b>Correlación de Pearson</b>	0,020	0,401(**)	0,227(**)	1	0,845(**)
	<b>Sig. (bilateral)</b>	0,776	0,000	0,001	,	0,000
<b>SIMK2</b>	<b>Correlación de Pearson</b>	0,118	0,203(**)	0,124	0,845(**)	1
	<b>Sig. (bilateral)</b>	0,095	0,004	0,080	0,000	,

## 4.5.2. SEGUNDO ESTUDIO ESTADÍSTICO

Estudio estadístico con el programa SAS, donde tenemos 96 mapas topográficos del OD y estudio refractivo de 94 niños.

En este estudio analizamos la relación de cada variable del mapa topográfico (Sim K1, SimK2, Astigmatismo topográfico, ángulo de SimK1( ángulo), SRI , SAI y la sospecha de queratocono), y la refracción ( equivalente esférico y astigmatismo refractivo con su eje ( ángulo\_o ) con la edad y/o el sexo mediante la prueba Anova bifactorial y con valores significativos (P menos que 0.05).

## 4.5.2.1. Estudio de los valores cuantitativos del mapa corneal

- No hay interacción significativa estadísticamente del sexo y edad sobre todos las variables (SimK1, SimK2, SRI, SAI, astigmatismo refractivo y topográfico)
- El sexo solo tiene relación significativa con Simk 1 (p:0.007), Simk2 (p:0.0404)

ependent Variable: SIMK1

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	20.09158816	20.09158816	7.58	0.0071
EDAD	2	1.15905474	0.57952737	0.22	0.8039
SEXO*EDAD	2	10.97178466	5.48589233	2.07	0.1321

Dependent Variable: SIMK2

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	11.20017909	11.20017909	4.32	0.0404
EDAD	2	6.19508156	3.09754078	1.20	0.3072
SEXO*EDAD	2	10.43783258	5.21891629	2.02	0.1393

Para estudiar el cambio de cada variable (entre los dos sexos) con cada grupo de edad, hemos usado t de *student*. En este estudio en el grupo menor de 6 años, t *student* es significativo para el astigmatismo refractivo (p:0.0014) , y SimK2 (p: 0.0039). En el grupo entre 6-8 años solo para el ángulo –o (del astigmatismo topográfico) p: 0.005, mientras en el grupo mayor de 8 años no es significativo estadísticamente para ninguna variable (p mayor que 0.005).

#### 4 RESULTADOS

T-TEST:COMPARACION ENTRE SEXOS POR EDAD

----- EDAD=1-Menor de 6 -----

The TTEST Procedure

Equality of Variances

Variable	Method	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
ASTIGTOP	Folded F	17	17	1.56	0.3701
ASTIGREF	Folded F	15	14	6.29	0.0014
ANGULO_O	Folded F	14	16	2.28	0.1155
SIMK1	Folded F	17	17	2.87	0.0359
ANGULO	Folded F	17	17	1.80	0.2366
SIMK2	Folded F	17	17	4.40	0.0039
SRI	Folded F	17	17	1.39	0.5041
SAI	Folded F	17	17	1.55	0.3770

T-TEST:COMPARACION ENTRE SEXOS POR EDAD

----- EDAD=2-De 6 a 8 -----

The TTEST Procedure

Equality of Variances

Variable	Method	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
ASTIGTOP	Folded F	17	13	1.15	0.8128
ASTIGREF	Folded F	17	10	1.34	0.6494
ANGULO_O	Folded F	16	11	1.04	0.9736
SIMK1	Folded F	17	13	1.12	0.8506
ANGULO	Folded F	17	13	5.07	0.0050
SIMK2	Folded F	17	13	1.61	0.3903
SRI	Folded F	17	13	2.09	0.1819
SAI	Folded F	13	17	1.08	0.8677

----- EDAD=3-Mayor de 8 -----

The TTEST Procedure

Equality of Variances

Variable	Method	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
ASTIGTOP	Folded F	11	14	1.29	0.6459
ASTIGREF	Folded F	11	14	1.81	0.2923
ANGULO_O	Folded F	10	12	2.20	0.1963
SIMK1	Folded F	15	11	1.44	0.5517
ANGULO	Folded F	15	11	1.43	0.5572
SIMK2	Folded F	11	15	1.44	0.5005
SRI	Folded F	15	11	1.35	0.6268
SAI	Folded F	11	15	1.98	0.2191

Para realizar las comparaciones múltiples entre grupos hemos usado el test de "Dunacan". Hay diferencia significativa en el sexo femenino entre los dos grupos de menores de 6 años y mayores de 8 años en los valores de SimK2.

Pero en el sexo masculino no hemos encontrado diferencias significativas estadísticamente entre los tres grupos de edad.

----- SEXO=F -----

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for SIMK2

Duncan Grouping	Mean	N	EDAD
-----------------	------	---	------

#### 4 RESULTADOS

	A	44.4792	12	3-Mayor de 8
	A			
B	A	43.5243	14	2-De 6 a 8
B				
B		43.0383	18	1-Menor de 6

En el estudio de correlación (cuando r más cerca de 1.0: mayor efecto, con p menos que 0.05) entre estas variables vemos que:

1. SimK1 se correlaciona fuertemente con SimK2 (r: 0.85, p: 0.0001), y menos con SRI (r: 0.35, p:0.0004) y astigmatismo topográfico (r: 0.31, p 0.002).
2. SRI tiene una correlación moderada con SAI (r:0.45, p 0.0001), y menos con el astigmatismo topografico "astigtop" (r: 0.33, p: 0.0009),y con SimK1 (r: 0.35, p: 0.0004).
3. El astigmatismo refractivo tiene poca correlación con el ángulo (r:0.309,p: 0.0003) mientras el astigmatismo topográfico tiene correlaciones con SRI (r: 0.31, p: 0.002), y SimK1 (r: 0.31, p: 0.002) y menos con SAI (r: 0.289,p: 0.004)

Pearson Correlation Coefficients  
 Prob > |r| under H0: Rho=0  
 Number of Observations

	ASTIGTOP	ASTIGREF	ANGULO_O	SIMK1	ANGULO	SIMK2	SRI	SAI
ASTIGTOP	1.00000	0.06967 0.5288	-0.26170 0.0169	0.30915 0.0023	0.08655 0.4043	-0.23634 0.0211	0.33592 0.0009	0.28988 0.0044
ASTIGREF	0.06967 0.5288	1.00000	0.39155 0.0003	-0.07720 0.4825	-0.07236 0.5105	-0.12386 0.2587	0.19731 0.0703	0.05540 0.6146
ANGULO_O	-0.26170 0.0169	0.39155 0.0003	1.00000	-0.12724 0.2487	-0.16783 0.1270	0.02523 0.8198	0.16804 0.1265	-0.00477 0.9657
SIMK1	0.30915 0.0023	-0.07720 0.4825	-0.12724 0.2487	1.00000	0.06229 0.5465	0.84715 <.0001	0.35239 0.0004	0.13781 0.1806
ANGULO	0.08655 0.4043	-0.07236 0.5105	-0.16783 0.1270	0.06229 0.5465	1.00000	-0.01644 0.8736	-0.11913 0.2477	-0.08787 0.3946
SIMK2	-0.23634 0.0211	-0.12386 0.2587	0.02523 0.8198	0.84715 <.0001	-0.01644 0.8736	1.00000	0.17384 0.0903	-0.00935 0.9279
SRI	0.33592 0.0009	0.19731 0.0703	0.16804 0.1265	0.35239 0.0004	-0.11913 0.2477	0.17384 0.0903	1.00000	0.45120 <.0001
SAI	0.28988 0.0044	0.05540 0.6146	-0.00477 0.9657	0.13781 0.1806	-0.08787 0.3946	-0.00935 0.9279	0.45120 <.0001	1.00000

MATRIZ DE CORRELACIONES POR SEXO

2

Mientras en el estudio de la correlación por sexos lo que llama la atención (además de lo anterior) es que:

1. SimK 1 tiene correlación fuerte con SimK2 en el sexo masculino y femenino (r: 0.8, p:0.0001).
2. El astigmatismo topográfico solo tiene correlación con SimK1 y SRI en el sexo masculino.

4 RESULTADOS

3. El astigmatismo refractivo solo tiene correlación con el ángulo en el sexo femenino.

----- SEXO=F -----

	ASTIGTOP	ASTIGREF	ANGULO_O	SIMK1	ANGULO	SIMK2	SRI	SAI
ASTIGTOP	1.00000	-0.03224	-0.39306	0.18145	0.05252	-0.35203	0.29347	0.24035
		0.8498	0.0133	0.2385	0.7349	0.0191	0.0532	0.1161
ASTIGREF	-0.03224	1.00000	0.52540	-0.09682	-0.04059	-0.08047	0.05131	-0.07596
		0.8498	0.0010	0.5686	0.8115	0.6359	0.7630	0.6550
ANGULO_O	-0.39306	0.52540	1.00000	-0.09338	0.05554	0.12427	0.14025	-0.03646
		0.0010		0.5718	0.7370	0.4510	0.3944	0.8256
SIMK1	0.18145	-0.09682	-0.09338	1.00000	-0.20182	0.85448	0.51068	0.08004
		0.2385	0.5718		0.1889	<.0001	0.0004	0.6055
ANGULO	0.05252	-0.04059	0.05554	-0.20182	1.00000	-0.22832	-0.10299	-0.13065
		0.7349	0.8115	0.1889		0.1360	0.5059	0.3979
SIMK2	-0.35203	-0.08047	0.12427	0.85448	-0.22832	1.00000	0.33056	-0.04621
		0.0191	0.4510	<.0001	0.1360		0.0284	0.7658
SRI	0.29347	0.05131	0.14025	0.51068	-0.10299	0.33056	1.00000	0.39198
		0.0532	0.3944	0.0004	0.5059	0.0284		0.0085
SAI	0.24035	-0.07596	-0.03646	0.08004	-0.13065	-0.04621	0.39198	1.00000
		0.1161	0.8256	0.6055	0.3979	0.7658	0.0085	

----- SEXO=M -----

	ASTIGTOP	ASTIGREF	ANGULO_O	SIMK1	ANGULO	SIMK2	SRI	SAI
ASTIGTOP	1.00000	0.22170	-0.12810	0.41018	0.10966	-0.16097	0.37484	0.32672
		0.1342	0.4073	0.0028	0.4437	0.2591	0.0067	0.0193
ASTIGREF	0.22170	1.00000	0.25675	-0.03088	-0.10125	-0.17298	0.35112	0.23229
		0.1342	0.0925	0.8350	0.4935	0.2397	0.0144	0.1121
ANGULO_O	-0.12810	0.25675	1.00000	-0.09139	-0.28511	-0.01224	0.19574	0.02095
		0.4073	0.0925	0.5505	0.0576	0.9364	0.1975	0.8914
SIMK1	0.41018	-0.03088	-0.09139	1.00000	0.21286	0.83007	0.24672	0.17127
	0.0028	0.8350	0.5505		0.1297	<.0001	0.0779	0.2247
ANGULO	0.10966	-0.10125	-0.28511	0.21286	1.00000	0.11187	-0.12958	-0.07189
	0.4437	0.4935	0.0576	0.1297		0.4298	0.3599	0.6125
SIMK2	-0.16097	-0.17298	-0.01224	0.83007	0.11187	1.00000	0.04377	0.00553
	0.2591	0.2397	0.9364	<.0001	0.4298		0.7580	0.9690
SRI	0.37484	0.35112	0.19574	0.24672	-0.12958	0.04377	1.00000	0.49408
	0.0067	0.0144	0.1975	0.0779	0.3599	0.7580		0.0002
SAI	0.32672	0.23229	0.02095	0.17127	-0.07189	0.00553	0.49408	1.00000
	0.0193	0.1121	0.8914	0.2247	0.6125	0.9690	0.0002	

#### 4 RESULTADOS

Si lo miramos dependiendo de cada grupo de edad vemos que

1. Aumenta la correlación aunque poco entre SimK1 y SimK2 con la edad ( 0.79,0.85, 0.88 P: 0.0001).
2. Entre el grupo de 6-8 años vemos que SRI correlaciona con SAI, pero no lo vemos en otros grupos dicha correlación.
3. El astigmatismo topográfico correlaciona con SAI y SRI solo en el grupo de más de 8 años solo.

MATRIZ DE CORRELACIONES POR EDAD

----- EDAD=1-Menor de 6 -----

	ASTIGTOP	ASTIGREF	ANGULO_O	SIMK1	ANGULO	SIMK2	SRI	SAI
ASTIGTOP	1.00000	-0.15167	-0.36515	0.42012	0.04610	-0.20395	0.21205	0.04995
ASTIGREF	-0.15167	1.00000	0.49538	0.0107	0.7895	0.2328	0.2144	0.7723
ANGULO_O	0.4154	0.0399	1.00000	0.2559	0.7734	0.4604	0.9246	0.6441
SIMK1	-0.36515	0.49538	0.0399	1.00000	-0.15348	-0.18279	0.08662	-0.15786
ANGULO	0.0399	0.0063	0.4017	0.4017	1.00000	0.6374	0.5642	0.3882
SIMK2	0.42012	-0.21043	-0.15348	1.00000	-0.11282	0.79877	0.29790	0.03127
SRI	0.0107	0.2559	0.4017	-0.11282	1.00000	<.0001	0.0776	0.8564
SAI	0.04610	0.05388	-0.18279	-0.11282	1.00000	-0.19083	-0.44192	-0.15059
	0.7895	0.7734	0.3167	0.5124	0.2649	1.00000	0.0070	0.3807
	-0.20395	-0.13761	0.08662	0.79877	-0.19083	0.20402	0.20402	-0.00574
	0.2328	0.4604	0.6374	<.0001	0.2649	0.2327	0.2327	0.9735
	0.21205	-0.01773	0.10585	0.29790	-0.44192	0.20402	1.00000	0.40688
	0.2144	0.9246	0.5642	0.0776	0.0070	0.2327	0.0138	0.0138
	0.04995	0.08636	-0.15786	0.03127	-0.15059	-0.00574	0.40688	1.00000
	0.7723	0.6441	0.3882	0.8564	0.3807	0.9735	0.0138	0.0138

MATRIZ DE CORRELACIONES POR EDAD

----- EDAD=2-De 6 a 8 -----

Pearson Correlation Coefficients  
Prob > |r| under H0: Rho=0  
Number of Observations

	ASTIGTOP	ASTIGREF	ANGULO_O	SIMK1	ANGULO	SIMK2	SRI	SAI
ASTIGTOP	1.00000	0.41896	-0.17825	0.20586	-0.12355	-0.32234	0.30255	0.39273
ASTIGREF	0.0265	1.00000	0.3641	0.2583	0.5005	0.0720	0.0924	0.0262
ANGULO_O	0.41896	0.0265	1.00000	0.03694	-0.35957	-0.19407	0.33782	0.28511
SIMK1	0.0265	0.3641	0.1696	1.00000	0.8520	0.0602	0.0787	0.1414
ANGULO	-0.17825	0.27219	1.00000	-0.22774	-0.23750	-0.12843	0.17955	0.21078
SIMK2	0.3641	0.1696	0.2438	0.2438	0.2236	0.5148	0.3606	0.2816
SRI	0.20586	0.03694	-0.22774	1.00000	0.22170	0.85786	0.40009	0.14336
SAI	0.2583	0.8520	0.2438	0.22170	0.2227	<.0001	0.0233	0.4338
	-0.12355	-0.35957	-0.23750	0.22170	1.00000	0.26061	-0.04674	-0.19904
	0.5005	0.0602	0.2236	0.2227	0.1497	0.7995	0.7995	0.2748
	-0.32234	-0.19407	-0.12843	0.85786	1.00000	0.21837	0.21837	-0.05414
	0.0720	0.3224	0.5148	<.0001	0.1497	0.2299	0.2299	0.7685
	0.30255	0.33782	0.17955	0.40009	-0.04674	0.21837	1.00000	0.52181
	0.0924	0.0787	0.3606	0.0233	0.7995	0.2299	0.0022	0.0022
	0.39273	0.28511	0.21078	0.14336	-0.19904	-0.05414	0.52181	1.00000
	0.0262	0.1414	0.2816	0.4338	0.2748	0.7685	0.0022	0.0022

MATRIZ DE CORRELACIONES POR EDAD

----- EDAD=3-Mayor de 8 -----

	ASTIGTOP	ASTIGREF	ANGULO_O	SIMK1	ANGULO	SIMK2	SRI	SAI
ASTIGTOP	1.00000	-0.05210	-0.24524	0.32171	0.15644	-0.13724	0.61186	0.59429
ASTIGREF	-0.05210	1.00000	0.2594	0.1018	0.4358	0.4949	0.0007	0.0011
ANGULO_O	-0.24524	0.2594	1.00000	0.32171	0.15644	-0.13724	0.61186	0.59429
SIMK1	0.32171	0.1018	0.32171	1.00000	0.15644	-0.13724	0.61186	0.59429
ANGULO	0.15644	0.4358	0.15644	0.15644	1.00000	-0.13724	0.61186	0.59429
SIMK2	-0.13724	0.4949	-0.13724	-0.13724	-0.13724	1.00000	0.61186	0.59429
SRI	0.61186	0.0007	0.61186	0.61186	0.61186	0.61186	1.00000	0.59429
SAI	0.59429	0.0011	0.59429	0.59429	0.59429	0.59429	0.59429	1.00000

#### 4 RESULTADOS

ASTIGREF	-0.05210 0.8046	1.00000	0.36822 0.0767	-0.03199 0.8767	-0.04927 0.8111	-0.01415 0.9453	0.32236 0.1083	-0.24756 0.2227
ANGULO_O	-0.24524 0.2594	0.36822 0.0767	1.00000	0.02597 0.9041	-0.21199 0.3200	0.16129 0.4515	0.26314 0.2141	0.01084 0.9599
SIMK1	0.32171 0.1018	-0.03199 0.8767	0.02597 0.9041	1.00000	0.09325 0.6369	0.88923 <.0001	0.39322 0.0384	0.28878 0.1361
ANGULO	0.15644 0.4358	-0.04927 0.8111	-0.21199 0.3200	0.09325 0.6369	1.00000	-0.00849 0.9658	0.05064 0.7980	-0.02363 0.9050
SIMK2	-0.13724 0.4949	-0.01415 0.9453	0.16129 0.4515	0.88923 <.0001	-0.00849 0.9658	1.00000	0.10876 0.5817	0.04889 0.8048
SRI	0.61186 0.0007	0.32236 0.1083	0.26314 0.2141	0.39322 0.0384	0.05064 0.7980	0.10876 0.5817	1.00000	0.45970 0.0138
SAI	0.59429 0.0011	-0.24756 0.2227	0.01084 0.9599	0.28878 0.1361	-0.02363 0.9050	0.04889 0.8048	0.45970 0.0138	1.00000

Si comparamos el ángulo del astigmatismo topográfico "ángulo" (el ángulo del SimK1) con el ángulo del astigmatismo refractivo "ángulo-o" vemos que no se correlacionan entre si, ni tienen relación significativa con el sexo. Mientras que solo el ángulo del astigmatismo topográfico tiene relación significativa estadísticamente con la edad (p: 0.0034).

ANOVA BIFACTORIAL SEXOxEDAD CON MEDIDAS REPETIDAS EN EDAD (VAR=&VAR)

The GLM Procedure

Dependent Variable: ANGULO\_O

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	5288.593800	5288.593800	2.46	0.1209
EDAD	2	394.587281	197.293640	0.09	0.9124
SEXO*EDAD	2	730.325530	365.162765	0.17	0.8442

Dependent Variable: ANGULO

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	180.96470	180.96470	0.21	0.6485
EDAD	2	10476.73991	5238.36996	6.06	0.0034
SEXO*EDAD	2	2628.79108	1314.39554	1.52	0.2243

El ángulo del astigmatismo topográfico (ángulo) cambia un poco con la edad . En las niñas vemos que la media es (105.16°) en el grupo menor de 6 años y de (87.5°) en el grupo mayor de 8 años. Mientras en los niños es de (100.28°) en los menores de 6 años y desminuye a (72.63°) en los mayores de 8 años.

#### 4.5.2.2 Estudio estadístico del equivalente esférico

Si estudiamos el equivalente esférico (equesf) solo del OD vemos que hay interacción entre edad y sexo sobre este factor (p:0,063) y t de *student* también significativo en el grupo de edad de mayores de 8 años (p: 0.0203).

4 RESULTADOS

En el sexo femenino hay diferencias significativas entre el grupo de 6-8 años y mayores de 8 años (p:0.014).

ANOVA BIFACTORIAL SEXOxEDAD CON MEDIDAS REPETIDAS EN EDAD (VAR=&VAR

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	17.71554086	17.71554086	3.52	0.0642
edad	2	30.69775535	15.34887767	3.05	0.0527
SEXO*edad	2	28.74223890	14.37111945	2.85	0.0632

T-TEST:COMPARACION ENTRE SEXOS POR EDAD

----- edad=1-Menor de 6 -----					
Variable	Method	Variances	DF	t Value	Pr >  t
EQESF	Pooled	Equal	32	-1.85	0.0742
----- edad=2-De 6 a 8 -----					
EQESF	Pooled	Equal	29	0.75	0.4567
----- edad=3-Mayor de 8 -----					
EQESF	Pooled	Equal	24	-2.49	0.0203

Duncan's Multiple Range Test for EQESF

----- SEXO=F -----				
Duncan Grouping	Mean	N	edad	
A	1.9654	13	2-De 6 a 8	
A				
B	0.7431	18	1-Menor de 6	
B				
B	-0.7841	11	3-Mayor de 8	
B				
----- SEXO=M -----				
Duncan Grouping	Mean	N	edad	
A	2.0938	16	1-Menor de 6	
A				
A	1.2778	18	2-De 6 a 8	
A				
A	1.2417	15	3-Mayor de 8	
A				

#### 4.6. ESTUDIO DE LA SOSPECHA DEL QUERATOCONO

Hemos utilizado el programa que está incorporado al software del topógrafo (*Keratoconus Screening*) para estudiar el queratoconus en los mapas topográficas

Utilizando el método Smolek/ Klyce con el índice de *Keratoconus severity* era entre 15-30% *severity* con una zona analizada (AA) mas de 75%.

- No hemos encontrado ningún caso de queratocono confirmado por el mapa topografico.
- El porcentaje de los mapas de sospecha de queratocono es 12% de los mapas estudiados solo con KSI positivo (KCI = 0 en todos los mapas), y 21% del total de los niños estudiados (2 niños: una niña de 5 años y un niño de 6 años con sospecha en ambos ojos), con un intervalo de confianza al 95%, entre 13.75- 30.53.

OJO	SEXO	EDAD	SK1	SK2	SAI	OSI	IAI	DSI	CSI	KPI	CYL	SRI	SDP	AA %	KCI %	KSI %
OS	F	10	47,36	45,2	1,03	0,08	0,48	3,58	0,73	0,22	2,16	0,68	1,21	77,46	0	15,5
OD	F	6	46,22	43,55	0,91	0,62	0,46	3,63	0,73	0,22	2,66	0,52	1,25	85,24	0	17,1
OS	F	11	46,59	45,98	0,45	0,98	0,52	1,51	0,94	0,23	0,61	0,44	0,81	80,95	0	19,6
OD	F	5	44,54	41,12	0,49	2,27	0,53	4,61	0,91	0,19	3,42	0,68	1,54	78,33	0	19,7
OS	F	6	45,77	44,61	0,74	1,29	0,51	2,96	0,44	0,23	1,17	0,48	0,82	86,68	0	19,3
OS	F	11	47,81	47,21	0,4	1,99	0,36	2,54	0,57	0,25	0,61	0,41	0,86	87,5	0	18,2
OD	F	8	45,25	44,18	0,53	1,25	0,54	2,57	0,78	0,21	1,07	0,45	0,9	75,18	0	19,6
OS	F	14	45,32	43,34	0,33	1,5	0,46	4,66	0,52	0,2	1,98	0,53	1,34	86,32	0	19,4
OD	F	4	48,71	46,34	0,61	1,32	0,53	3,01	0,71	0,22	2,43	0,73	1,02	74,26	0	21,3
OS	F	8	46,33	45,94	0,93	0,73	0,53	2,21	0,38	0,23	0,38	0,62	0,67	76,43	0	17,5
OD	M	8	45,61	45,39	0,45	1,17	0,48	1,7	0,6	0,23	0,23	0,43	0,69	88,54	0	15,9
OD	M	10	45,6	44,91	0,3	1,61	0,42	2,36	0,66	0,22	0,69	0,34	0,83	84,48	0	16,8
OS	M	6	46,63	45,81	0,54	1,19	0,6	2,44	0,59	0,22	0,83	0,72	0,85	82,29	0	23,3
OD	M	6	44,31	41,32	0,49	1,18	0,45	3,79	0,8	0,19	2,99	0,48	1,28	83,96	0	15,1
OS	M	6	44,8	42,26	0,96	1,79	0,51	3,94	0,8	0,22	2,54	0,54	1,27	82,83	0	26,6
OS	M	6	44,14	42,44	0,66	1,54	0,42	3,1	0,57	0,22	1,7	0,4	0,97	89,69	0	16,5
OD	M	4	46,3	43,84	0,86	1,24	0,47	3,39	0,55	0,22	2,45	0,39	1,07	83,64	0	19,6
OS	M	8	46,76	45,57	0,86	0,97	0,45	3,03	0,35	0,23	1,19	0,88	0,93	77,52	0	17,6
OS	M	8	47,86	46,22	0,26	0,91	0,47	2,18	0,7	0,21	1,65	0,47	0,84	83,12	0	15,7
OD	F	5	45,87	45,13	0,6	1,72	0,47	2,85	0,65	0,24	0,74	0,42	0,96	89,69	0	21,9
OS	F	5	46,29	45,27	0,33	0,62	0,52	3,02	0,92	0,21	1,02	0,44	1,03	80,82	0	16,8
OS	M	9	45,54	44,27	0,944	1,08	0,49	1,88	0,25	0,23	1,27	0,47	0,69	80,22	0	15,2
OD	M	9	45,38	44,39	0,63	1,17	0,57	1,98	0,42	0,21	0,99	0,63	0,78	76,97	0	18,6

- Utilizado el Chi cuadrado: No tiene relación significativa con el sexo (p:0.65).
- Utilizando t de student no hemos encontrado relación significativa estadísticamente con la edad (p:0.6), el astigmatismo refractivo (p:0.09), equivalente esférico (p 0.08) ni SAI (p:0.09), pero sí tiene relación con SimK1, SimK2, y SRI.
- En estos casos de sospecha SimK en la mayoría esta menos que 47D.

4 RESULTADOS

T-TEST: COMPARACION ENTRE DOS GRUPOS

The FREQ Procedure

Table of queratocono by SEXO

queratocono(queratocono)		SEXO(SEXO)		
Frequency				
Row Pct				
Col Pct	F	M		Total
NO	37	42		79
	46.84	53.16		
	77.08	80.77		
SI	11	10		21
	52.38	47.62		
	22.92	19.23		
Total	48	52		100

Statistics for Table of queratocono by SEXO

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	1	0.2044	0.6512
Likelihood Ratio Chi-Square	1	0.2043	0.6513
Continuity Adj. Chi-Square	1	0.0426	0.8365
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	0.2024	0.6528
Phi Coefficient		-0.0452	
Contingency Coefficient		0.0452	
Cramer's V		-0.0452	

T-TEST: COMPARACION ENTRE DOS GRUPOS					
Variable	Method	Variances	DF	t Value	Pr >  t
EDAD2	Pooled	Equal	98	-0.51	0.6086
ASTIGTOP	Pooled	Equal	98	-2.16	0.0335
EQESF1	Pooled	Equal	91	1.76	0.0825
EQESF2	Pooled	Equal	89	2.53	0.0133
ASTIGREF	Pooled	Equal	87	1.71	0.0909
ANGULO_0	Pooled	Equal	90	-1.09	0.2807
SIMK1	Pooled	Equal	98	-5.05	<.0001
ANGULO	Pooled	Equal	98	-0.34	0.7366
SIMK2	Pooled	Equal	98	-3.70	0.0004
SRI	Pooled	Equal	98	-2.66	0.0092
SAI	Pooled	Equal	98	-1.70	0.0929

4 RESULTADOS

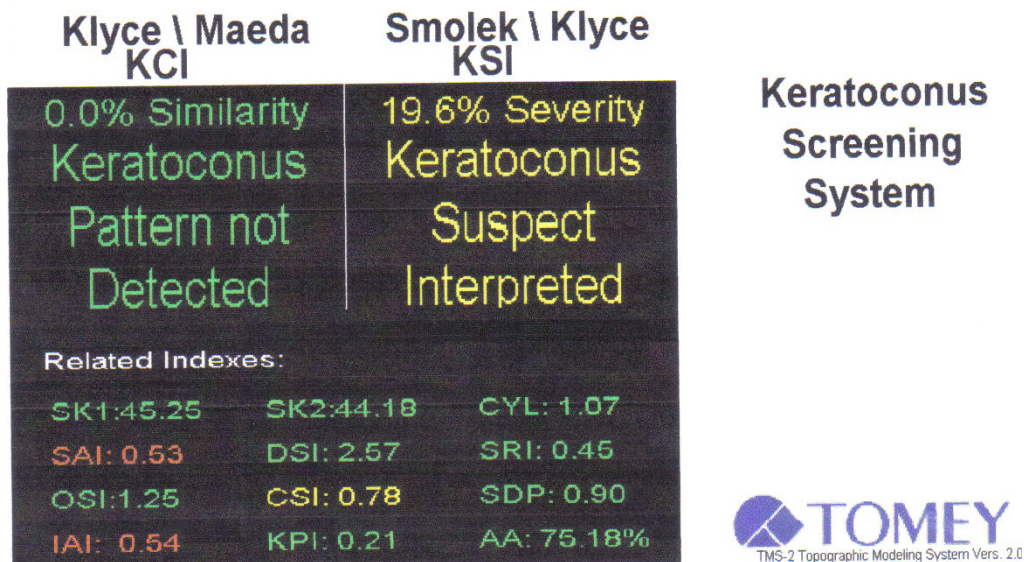
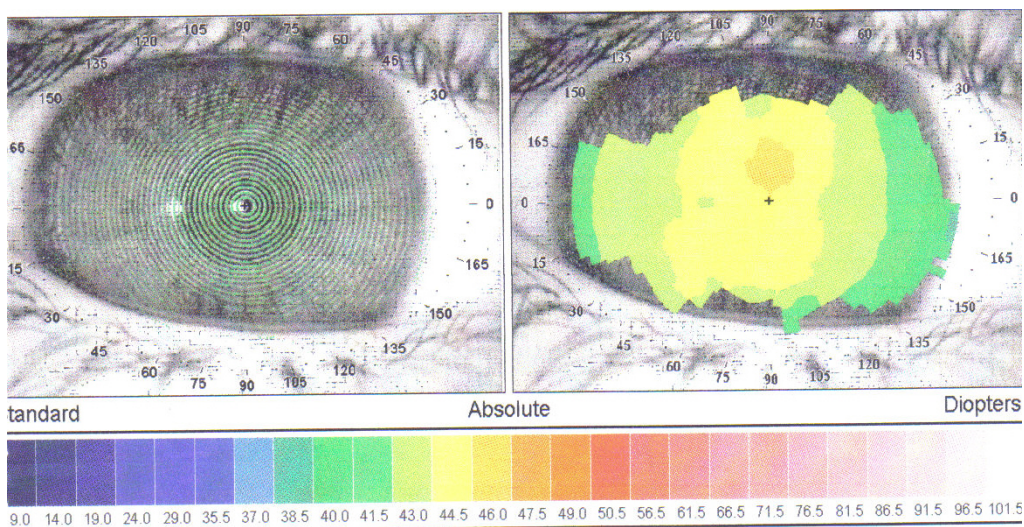
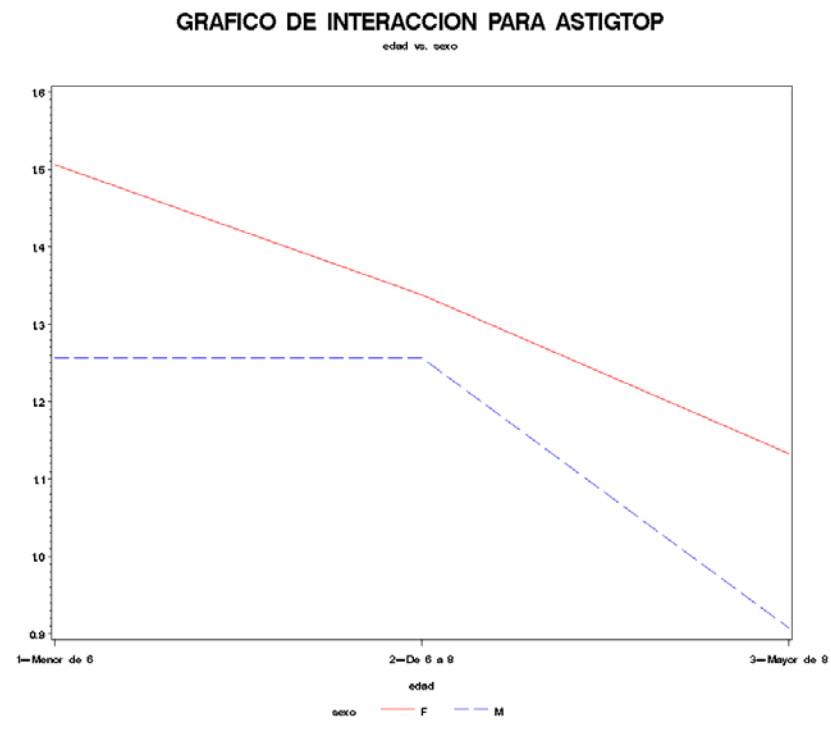


Figura 4.14. CASO-EJEMPLO DE KERATOCONUS SCREENING.

4.7. GRÁFICAS INTERACCIÓN OJO DERECHO

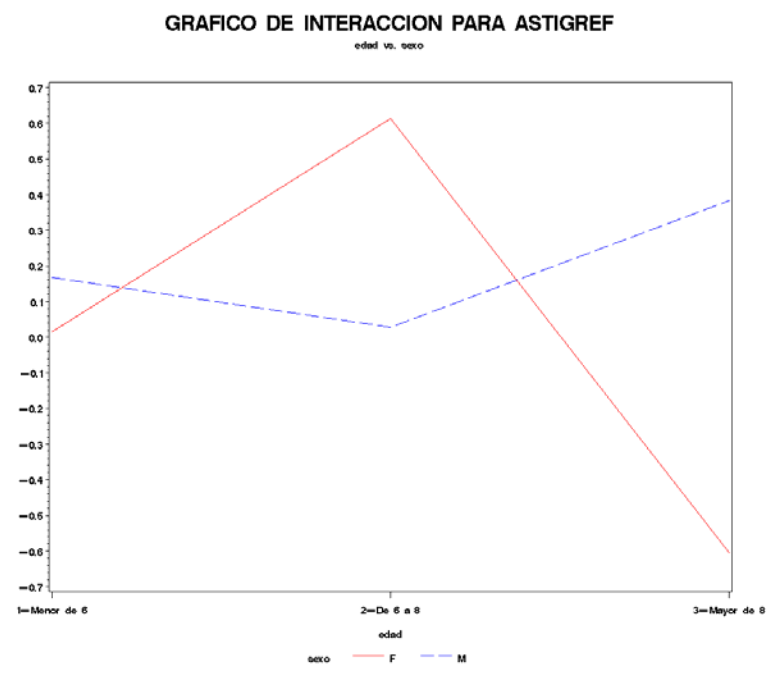
Si vemos solo los gráficos del ojo derecho y sin llevar en cuenta los resultados estadísticos con intervalos muy pequeños y entre los tres grupos de edad encontramos que cada sexo actúa de forma distinta para SimK1, SimK2, SRI, SAI y equivalente esférico, salvo para el astigmatismo topográfico donde vemos que en los dos sexos va disminuyendo con la edad.

4.7.1. GRÁFICO INTERACCIÓN PARA ASIGMATISMO TOPOGRÁFICO



El Astigmatismo topográfico disminuye con la edad en ambos sexos (p:0.29).

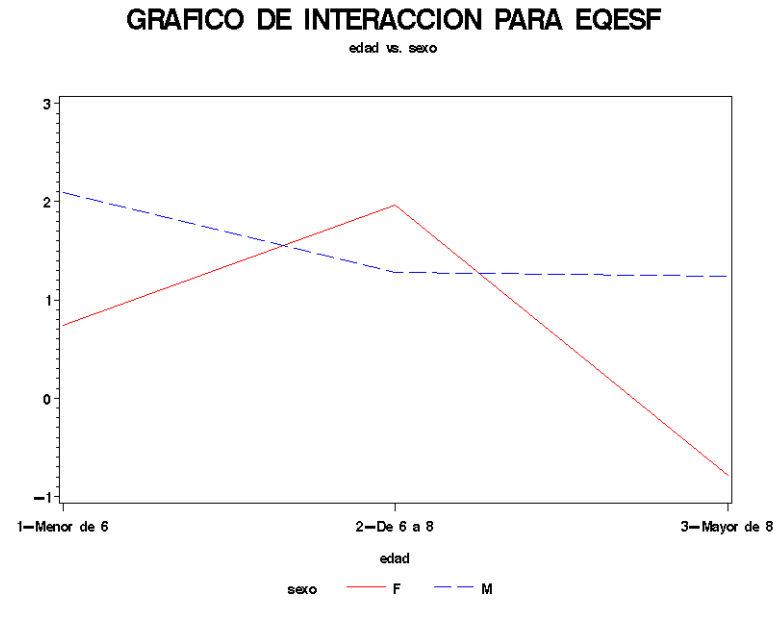
4.7.2. GRÁFICO INTERACCIÓN PARA ASIGMATISMO REFRACTIVO



#### 4 RESULTADOS

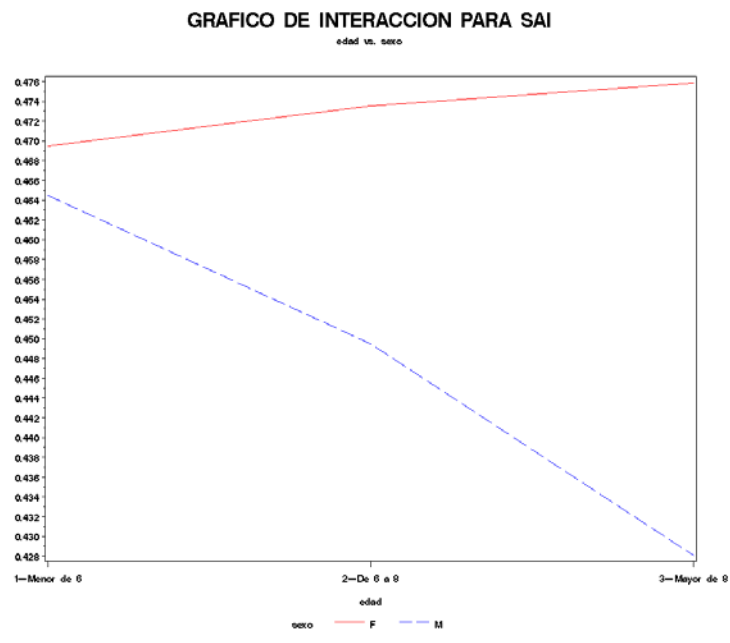
En el astigmatismo refractivo parece que disminuye con la edad en el sexo femenino pero casi esta estable en el sexo masculino (p:0.05).

#### 4.7.3. GRÁFICO INTERACCIÓN PARA EQUIVALENTE ESFÉRICO

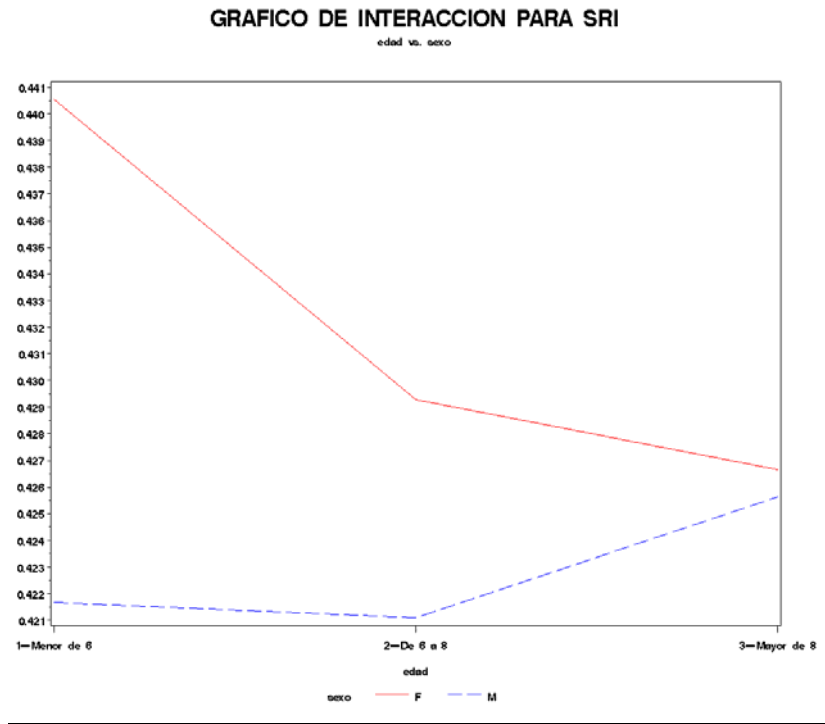


Aquí hay interacción sexo-edad (p:0,06), y en el sexo femenino las deferencias significativas están entre los grupos de 6-8 años y mayores de 8 años.

#### 4.7.4. GRÁFICO INTERACCIÓN PARA SAI



4.7.5. GRÁFICO INTERACCIÓN PARA SRI



4.7.6. GRÁFICO INTERACCIÓN PARA SIM-K1

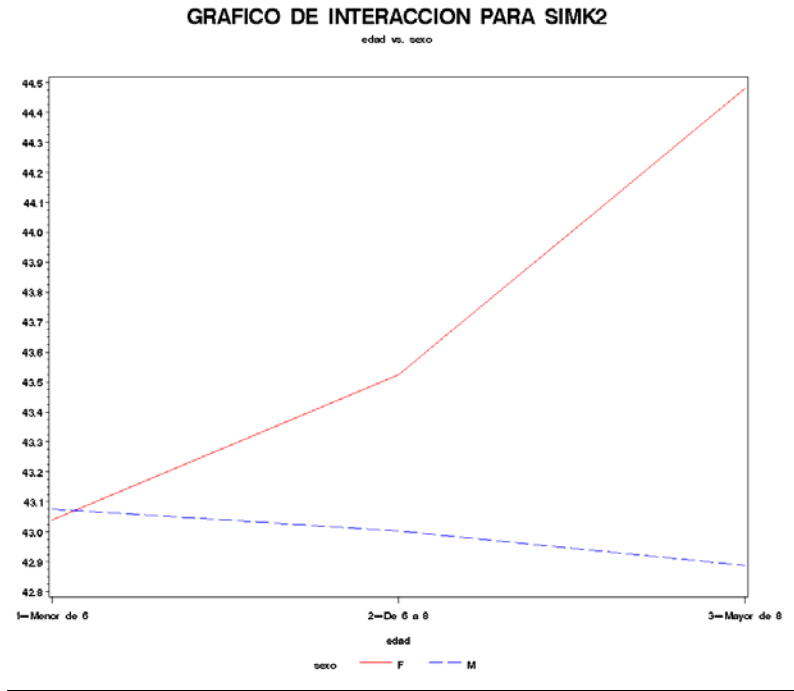
SimK1 y SimK2 tiene interacción solo con el sexo con significación estadística ( $p:0.007$  y  $0.04$ ), y en el sexo femenino la relación significativa está entre el grupo de menores de 6 años y mayores de 8 años.



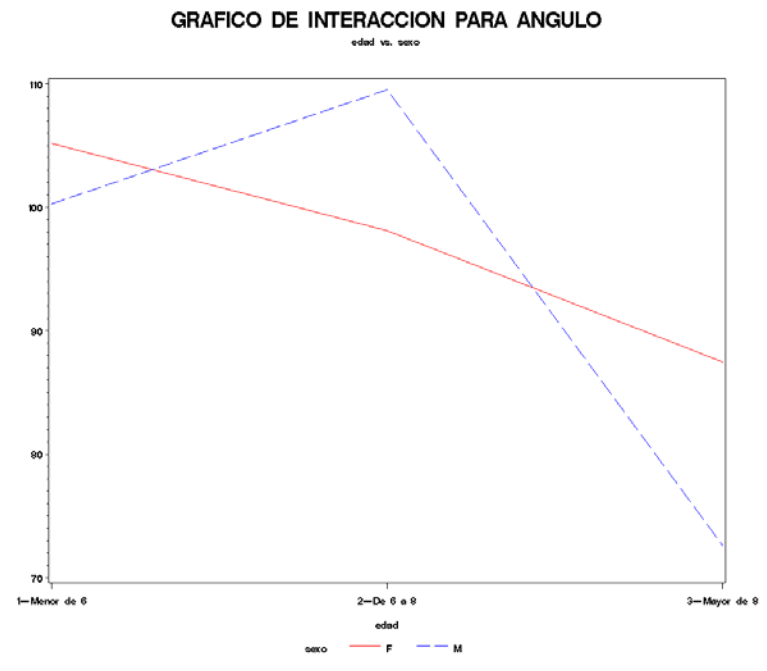
#### 4 RESULTADOS

En la gráfica se observa que en el sexo femenino SimK1 y SimK2 van aumentando con la edad y esto es igual si estudiamos los dos ojos como una muestra separada.

##### 4.7.7. GRÁFICO INTERACCIÓN PARA SIM-K2



##### 4.7.8. GRÁFICO INTERACCIÓN PARA EL ÁNGULO DEL ASTIGMATISMO TOPOGRÁFICO



#### 4 RESULTADOS

Aunque en la grafica parece que disminuye el ángulo del astigmatismo topográfico en ambos sexos sobre todo en el grupo de más de 8 años, y el ángulo del astigmatismo topográfico actúa de forma distinta en cada sexo con la edad; no es estadísticamente significativo.

## **5. DISCUSIÓN**

## 5. DISCUSIÓN

La vídeoqueratografía computarizada o la topografía corneal ha creado una revolución en el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades de la córnea en las últimas décadas, desde 1980s [45], y sobre todo para el planteamiento de la cirugía refractiva con láser (LASIK y PRK).

Esta cirugía refractiva ha sido trasladada hasta la edad infantil para manejar los niños con anisometropías altas, como una parte del tratamiento de la ambliopía.

El último estudio publicado en 2009 de Xiao-ming L. [86] sobre LASIK en niños (entre 5-14 años) con seguimiento largo (durante 5 años), figura que puede ser una cirugía eficaz para mejorar la agudeza visual y una ayuda importante para tratar la ambliopía en estos pacientes.

Pero, todavía no tenemos una idea clara sobre el cambio en la córnea en la edad infantil, y la posibilidad de que la respuesta a la cirugía sea distinta.

Desde hace bastante tiempo se ha intentado mejorar y modificar varios instrumentos para tener una idea más completa sobre la forma de la córnea; desde el queratómetro que utiliza tan solo cuatro puntos de la córnea para estudiar su superficie, al fotoqueratoscopio con el disco de Plácido para analizar amplias áreas hasta la topografía corneal más avanzada.

Los mapas de colores son el resultado de la transformación de un mapa en dioptrías a las cuales se les asigna una determinada gama cromática. Además, estos mapas pueden presentarse en la pantalla del ordenador en diferentes escalas: una escala de colores relativa (el ordenador asigna la escala que considera más conveniente dependiendo de cada caso en concreto) y, las más utilizadas, las escalas de colores absolutos (el color para cada curvatura es el mismo en todos los casos pudiendo variar en el rango dióptrico y en el intervalo).

En este estudio se utilizó, para todos los casos, una escala absoluta que permitió comparar los mapas topográficos.

En nuestro trabajo, con el fin de minimizar los artefactos por parte del explorador, las topografías fueron realizadas siempre por un mismo explorador, debidamente entrenado, que utilizó un procedimiento estándar y protocolizado. Por otra parte, el explorador realizó una segunda e incluso tercera topografía en aquellos casos dudosos.

Las limitaciones por parte del paciente son los defectos en la fijación del ojo. La realización de una correcta topografía corneal exige siempre su adecuada cooperación. Es fundamental que éste mantenga el ojo abierto, que no se mueva y que procure no parpadear durante el tiempo que dura la prueba, ya que cualquier cambio en el enfoque del ojo puede afectar el mapa y producir tipos similares a patologías corneales como el queratócono [87].

El paciente debe mantener la mirada fija en el centro de las miras del queratoscopio donde se halla localizada la videocámara que capturará las imágenes, y el explorador hará coincidir manualmente el centro del primer anillo queratoscópico con una cruz que aparece en la pantalla del ordenador, para señalar así el primer punto (0.0) a digitalizar.

En nuestro estudio hemos eliminado a unos niños del estudio por falta de colaboración, porque era imposible realizar una topografía, ya que no podían fijar la mirada en el centro de las miras, o se movían tanto y no podían estar tranquilos para hacer la topografía; en general eran menores de 4 años, pero a partir de esa edad casi todos han cooperado muy bien a la hora de realizar la prueba.

Es muy importante saber cómo tratar con niños pequeños. La consulta debe estar preparada con materiales adecuados (juguetes y colores para llamar su atención), ya que debe fijar su mirada durante un tiempo en el centro de las miras para poder obtener un mapa topográfico fiable.

Es más difícil realizar un mapa de topografía corneal en un niño ya que se requiere que abra los ojos totalmente y la presión de los párpados sobre la córnea en un niño puede llegar a cambiar su curvatura. De no hacerse correctamente, se pueden obtener datos erróneos, lo que implicaría realizar varias veces el examen de la topografía corneal en algunos casos.

También debe descartarse la existencia de anomalías en el epitelio corneal pues la reflexión de la luz no se realizaría correctamente y afectaría la calidad de la imagen topográfica, o la presencia de lágrimas viscosas, o un excesivo menisco lacrimal a lo largo del párpado.

Estas posibles anomalías se tuvieron en cuenta en el momento del planteamiento del estudio, donde el examen biomicroscopio se realizó primero descartando problemas en la superficie, evaluando de forma individual las imágenes topográficas para descartar aquellas topografías que presentaban artefactos en el momento de su realización.

Además, puede llegar a producirse lagrimeo al fijar el ojo, debido a la luz intensa del aparato si se prolonga el tipo de fijación. Según Nemeth J. [88], con el parpadeo varía el valor del Índice de regularidad de la superficie (SRI) y el Índice de la agudeza visual esperada (PVA).

Las diferentes publicaciones sobre topografía corneal han investigado las características de los mapas en personas mayores, concluyendo que la forma de la córnea varía con la edad, por ejemplo Hayashi. K [17], Pardahan S [89] y Topuz [90]; en sus estudios hablan que la córnea se hace más curvada con la edad, y que se cambia el tipo de astigmatismo en favor de la regla a en contra de la regla, pero sin estudiar las diferencias entre los dos sexos.

Goto T et al [91] ha estudiado la relación entre los cambios de la topografía con la edad y el sexo entre 23 a 83 años de edad, y concluye que hay diferencias entre ambos sexos y puede deberse a los cambios hormonales relacionados con la edad.

Existen muy pocas referencias sobre la topografía corneal y los cambios de la superficie corneal relacionados con la edad y /o el sexo en los niños, sin embargo, hay mas estudios sobre la situación refractiva en este grupo de edad.

Tomando en cuenta lo anterior, optamos por realizar un estudio sobre la topografía corneal en niños, ya que no afecta su agudeza visual y además no afecta su actividad normal. Hemos intentado realizar los mapas en todos los niños que colaboraron, teniendo en cuenta repetir los mapas sospechosos y eliminando todos los artefactos posibles sobre el mapa elegido.

Comparando la muestra realizada en nuestro estudio sobre topografía corneal con otros estudios realizados, nuestra muestra es mayor que la realizada por Pardahan [89] (40 sujetos) y es igual que el estudio de Goto (100 sujetos) [91]. Muy parecida a la realizada por Topuz (120 sujetos) [90], y menor que el estudio realizado por Zadnik en el *Orinda Longitudinal Study of Myopia* en 2004 [82] con 194 niños.

Con respecto a la muestra realizada para el estudio refractivo, nuestra muestra es mayor que la muestra de Gordon [70], y bastante menor de los estudios epidémicos de Montés-Micó [68] y Zadnik en 2003, con su grupo estudio “CLEERE” [81].

Hemos analizado los mapas de topografía en 100 niños entre 3 y 15 años agrupados según la edad y el sexo; nuestros resultados demuestran que la superficie corneal se modifica con la edad y que hay diferencias entre sexos.

Hemos encontrado que la córnea es más curva en las niñas que en los niños y esto coincide con otro estudio realizado sobre los cambios refractivos en niños [81]. También hemos observado que la irregularidad corneal disminuye levemente con la edad en los niños, pero que no tiene relación con el sexo.

Además hemos decidido hacer un estudio refractivo a los niños a los que hemos hecho la topografía recuperando los datos refractivos del mismo día (con cicloplejía) calculando el equivalente esférico y el astigmatismo.

Hemos encontrado en las publicaciones un estudio de topografía corneal en neonatos, era sobre niños desde el nacimiento hasta 6 meses de edad y detecta que los neonatos tienen una córnea curva, con astigmatismo alto (en general a favor de la regla), que luego se aplanan significativamente a los 6 meses de edad [92].

El único estudio que hemos encontrado sobre la topografía corneal en niños es de Friedman NE et al. [93] como una parte del estudio Orinda sobre miopía.

Ha usado el topógrafo TMS-1, en 788 niños (entre 6 a 14 años), y ha analizado el poder corneal, el astigmatismo y su eje, pero no ha analizado, con detalles, los índices

cuantitativos de la topografía. En los resultados habla de descenso en el poder corneal, aplanamiento de la cornea y estabilidad en el astigmatismo con la edad.

El poder corneal es entre 43-44 D, El astigmatismo es a favor de la regla en general y se mantiene, en su mayoría es entre 0.25 y 0.75D [93].

Entre los publicados, hay un estudio de Zadnik et al. [81] sobre los componentes refractivos de los niños entre 6 a 14 años ,pero sin topografía, donde resulta que las niñas tienen la córnea más curva que los niños (y esto es lo que hemos detectado en nuestro estudio) y las niñas tienen el ojo más corto y el cristalino con más poder comparado con el de los niños.

Muchos han intentado relacionar los cambios en la córnea con la situación refractiva y los resultados cambian entre un estudio y otro. Haciendo una revisión bibliográfica hemos visto que en unos estudios los ojos miopes tienen córneas curvas como Carney y Grosvenor [94-95], mientras otros autores no han encontrado correlaciones significativas entre la curvatura corneal y los defectos refractivos como Mainstone y Llorente [96-97].

Como es difícil la comparación de nuestros resultados de la topografía corneal con otros estudios sobre niños, hemos efectuado un análisis comparativo entre los resultados obtenidos en nuestra investigación (Estudio de Topografía Corneal en niños de tres a quince años) y el estudio realizado por Goto T. [91] sobre topografía corneal en 100 adultos entre 23 a 83 años (57+/- 17.38 años) usando los resultados en el grupo de edad de menos de 50 años, para estimar los cambios esperados en la cornea con la edad.

### 5.1. ESTUDIO DE REFRACCIÓN

Durante casi los últimos 100 años, ha sido ampliamente aceptado que el error refractivo es generalmente el resultado de anomalías en la longitud axial. El ojo hipermétrope es un ojo corto, y el ojo miope es un ojo largo. [72]

Obviamente, el concepto de demasiado fuerte o demasiado débil de un sistema de refracción es relativa a una longitud axial fija, pero la ametropía podría igualmente surgir de una potencia fija en dioptrías de un ojo y una longitud axial variable. También es obvio que los errores de refracción puedan derivarse de una falta de coincidencia entre estos dos factores. De hecho, la ametropía es a veces clasificada como refractiva, axial, o la combinación de los dos tipos.

Las tendencias actuales se basan en el conocimiento de la distribución de los defectos de refracción en la población general y en la medición de los diversos componentes individuales de la refracción (potencia de la córnea, cámara anterior, el cristalino y la curvatura de la superficie anterior y posterior, profundidad de la cámara vítrea, y la longitud axial).

El trabajo de Zadnik [81] fue de los primeros estudios para medir todos los componentes oculares en los niños en la edad escolar. Ha encontrado un efecto significativo de la edad sobre el error refractivo. Los niños de 6 a 7 años fueron más hipermétropes que los niños de 9 a 14 años de edad. No hubo diferencia en el equivalente esférico entre las niñas y los niños.

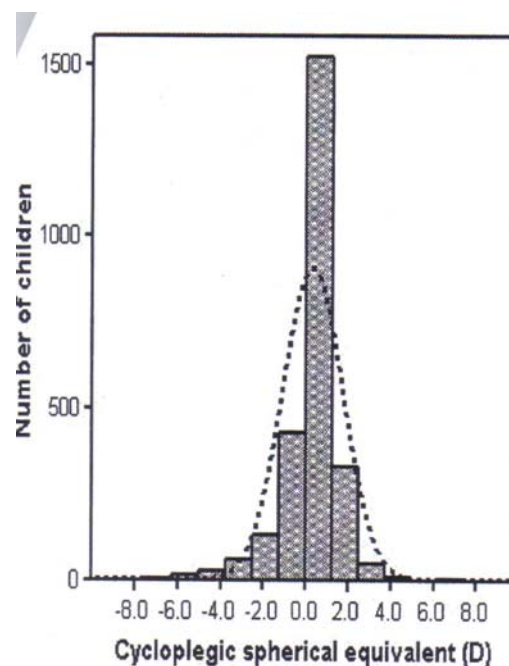


Figura 5.1. EQUIVALENTE ESFERICO EN NIÑOS (BAJO CICLOPLEJIA).

Tanto la edad como el sexo se asociaron significativamente con la profundidad de la cámara anterior. Las niñas tenían cámaras anteriores menos profundas que las cámaras anteriores de los niños.

La longitud axial también mostró efectos significativos de la edad y el sexo. Las niñas tenían los ojos, más cortos si se comparan con los niños.

A través del proceso de emetropización, este crecimiento se produce de manera que la distribución de los defectos refractivos se estrecha, y la prevalencia de la miopía es sólo el 2% a la edad de 6 años. El futuro del desarrollo ocular interesante es que durante los próximos 8 años, cuando el ojo promedio crecerá sólo un 1 mm., la prevalencia de la miopía aumentará más de siete veces, y llega a 15 % a los 15 años [81].

En general existen diferencias geográficas y étnicas en el porcentaje de la miopía. Se ha encontrado que la miopía es de alta frecuencia en China [77] y Malasia [98], y menos frecuente en Chile [76], India [99], y Nepal [100], aumenta con la edad [82-101] y es más rápida en las niñas [102].

En nuestros resultados hemos visto que el porcentaje de la miopía es de 17.14% en los menores de 6 años y 25.92% en el grupo mayor de 8 años, mientras el porcentaje de la miopía en el estudio de Czepita et al. [103], es de 2.02 % a los 6 años y aumenta a 18, 28 % a los 15 años.

El porcentaje de la miopía en nuestro estudio (entre 3-15 años) es de 22.34 %, y este porcentaje es parecido a los resultados de Zhao en China [77], y Goh en Malasia [98]; y menos que Montes-Mico en España [68], pero es muy alto comparando con Dandona en India [104] y Maul en Chile [76].

**Table 1.** Prevalence of myopia ( $SE \leq -0.5$  D) and hyperopia ( $SE \geq +2.0$  D) in children

Author	Country	Area	Method	Age (years)	Myopia (%)	Hyperopia (%)
Dandona <i>et al.</i> , 2002	India	Rural	Retinoscopy	7–15	4.1	0.8
			Autorefraction		5.6	0.7
Maul <i>et al.</i> , 2000	Chile	Urban	Retinoscopy	5–15	6.8	16.3
			Autorefraction		7.3	19.3
Pokharel <i>et al.</i> , 2000	Nepal	Rural	Retinoscopy	5–15	1.2	1.4
			Autorefraction		1.2	2.1
Zhao <i>et al.</i> , 2000	China	Rural	Retinoscopy	5–15	16.2	3.5
			Autorefraction		21.6	2.7
Murthy <i>et al.</i> , 2002	India	Urban	Retinoscopy	5–15	7.4	7.7
			Autorefraction		7.4	7.4
Naidoo <i>et al.</i> , 2003	South Africa	Semirural/urban	Retinoscopy	5–15	2.9	1.8
			Autorefraction		4.0	2.6
He <i>et al.</i> , 2004	China	Urban	Retinoscopy	5–15	35.1	0.8
			Autorefraction		38.1	5.8
Goh <i>et al.</i> , 2005	Malaysia	Urban	Retinoscopy	7–15	19.3	1.3
			Autorefraction		20.7	1.6

**Cuadro 5.1.** COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE VARIOS ESTUDIOS SOBRE SITUACIÓN REFRACTIVA EN NIÑOS.

Mientras la hipermetropía en nuestro estudio es 35.1% en general (entre 3-15 años), 40 % en el grupo de menores de 6 años, y baja a 18.5% en el grupo de mas de 8 años parecido a unos estudios como "Czepita et al" : 36.52 % a los 6 años y 17 % a los 8 años ( aunque el porcentaje general en este estudio entre 6-18 años es 13.3 % [103] ), y esta muy lejos de otros estudios como "Laatikainen L.y Erkkilä H.": 19.1% en el grupo 7-8 años y llega a 3.6 % en la edad 14-15 Años [105].

La hipermetropía va disminuyendo con la edad en nuestra muestra como en la mayoría de los estudios [77-98-99].

Los defectos refractivos esféricos (miopía y hipermetropía) en nuestra muestra llega a 57.44% (en OD), y el astigmatismo refractivo ( $\geq 1.0$  D) es de 32.97 %. Este porcentaje alto puede ser debido a que estos niños (la muestra) fueron estudiados en una clínica pediátrica, donde acudían para revisión rutinaria, por un problema refractivo (graduación óptica) o de motilidad ocular. También es una muestra pequeña (100 niños).

En nuestro estudio no hemos encontrado relación estadísticamente significativa, entre el equivalente esférico y los índices cuantitativos de la topografía corneal.

## 5.2. ESTUDIO DE LA FORMA DE LA CÓRNEA

La córnea normal tiene una forma que semeja a una elipse y presenta un aplanamiento progresivo desde el centro a la periferia. Esta aseveración es cierta para el 88 % de las córneas normales, sin embargo, existe un 12 % de córneas normales en las cuales esto no se cumple [106]. Estas modificaciones en la morfología de la córnea pueden producir procesos patológicos (ectasias), o cambios inesperados después de la cirugía (LASIK, PRK, etc).

Hay dos tipos de errores refractivos: uno denominado esférico por la longitud axial del ojo y el poder refractivo, y el otro, denominado astigmático por la curvatura de la córnea anterior (es el más importante) y el cristalino.

La córnea es el componente de mayor poder refractivo del ojo humano, y cualquier cambio en la curvatura afecta la calidad óptica y la agudeza visual. Estos cambios se pueden estudiar mediante un topógrafo, conociendo el meridiano de mayor curvatura y el meridiano de menor curvatura, donde figura en el mapa topográfico con valores de Sim-K1, y Sim-K2.

El índice de queratometría simulada (Sim-K1) no sufre cambios importantes con la edad, y el valor medio en nuestro estudio del Sim-K1 en niños es de  $44,24 \pm 1,64$ , menos que la media de las niñas que es de  $45,03 \pm 1,81$ . El trabajo de Goto [91] indica que la media en personas mayores es semejante en ambos sexos:  $43,85 \pm 1,49$  en el sexo masculino y  $43,13 \pm 1,59$  en el sexo femenino en el grupo de menores de 50 años.

Mientras, el índice de queratometría simulada (Sim-K2) aumenta ligeramente con la edad. Encontramos que el valor medio del Sim-K2 en niños es de  $42,99 \pm 1,45$  y en las niñas, de  $43,71 \pm 1,84$ ; mientras que el estudio anterior indica que la media en personas mayores es de  $42,55 \pm 1,19$  en el sexo masculino y  $42,12 \pm 1,51$  en el sexo femenino [91].

Como hemos visto, el valor de Sim-K1 y Sim-K2 es mayor en las niñas que en los niños y eso significa que los dos meridianos de la córnea (horizontal y vertical) son más curvos en las niñas, lo que coincide con los resultados de otros estudios realizados en ese grupo de edad [81] y también se comprueba, en el estudio realizado en personas mayores [91], que la córnea de las mujeres sigue siendo más curva que la de los hombres a lo largo de la vida.

En el estudio de Zadnik et al [81], se sostiene que las niñas no sólo tienen la córnea más curva, sino también que el poder del cristalino es mayor y el ojo más pequeño que los niños. Además, la profundidad de la cámara anterior y la longitud axial aumentan con la edad (en el grupo estudiado de 6-14 años), y los cambios se notan más entre 6 y 9 años. Tal vez ésta pueda que tenga relación con otros cambios en la superficie corneal.

Y en el estudio de García et al. [107], se sostiene que hay una posible relación entre el sexo y la inclinación de las párpados; las niñas tienen la inclinación del párpado más hacia arriba y esto puede afectar el grado y el tipo de astigmatismo que tienen.

Si bien los factores hormonales afectan la forma de la córnea de las mujeres en edad adulta como cree Goto [91], no sabemos si en los niños afectan igual a la córnea, porque en nuestro estudio desde la edad más pequeña se nota que las niñas tienen más tendencia a tener la córnea más curva que los niños, sobre todo a partir de 8-9 años, pero todavía los cambios hormonales no son tan claros en esa edad, y tal vez en un futuro se pueda estudiar estos cambios y aclarar nuestras dudas.

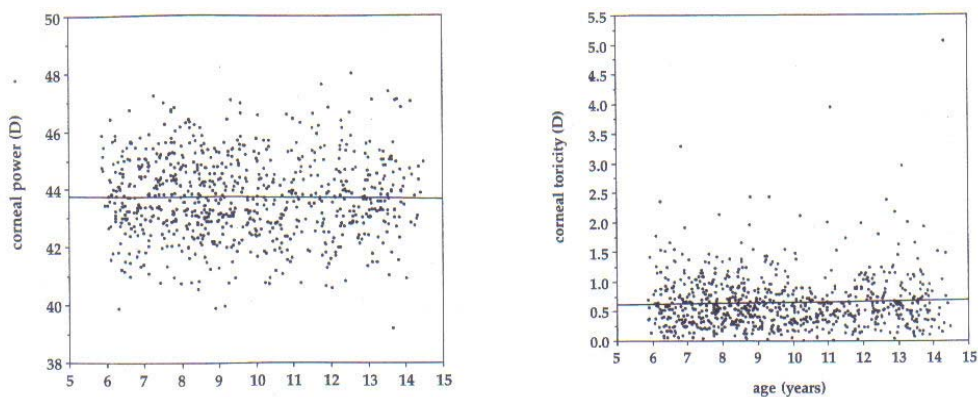
### 5.3. ESTUDIO DEL ASTIGMATISMO

El astigmatismo es una ametropía en la cual la potencia es diferente según el meridiano del ojo que consideremos. En esta ametropía un determinado punto no se corresponde con un foco puntual en la retina después de sufrir la refracción en las dioptrías oculares. Como meridianos principales se conoce a los dos meridianos de máxima y mínima potencia refractiva [108].

La estructura de la córnea varía según el meridiano que consideremos, de manera que el meridiano vertical es más susceptible de modificaciones puesto que la córnea es ligeramente menos gruesa a ese nivel (el efecto de la presión de los párpados). También el limbo esclerocorneal es menos resistente a nivel del meridiano vertical que a nivel del meridiano horizontal [108].

El astigmatismo de mayor importancia es corneal y suele ser congénito, y lo más frecuente es que la curvatura del meridiano vertical sea mayor que la del meridiano horizontal, esto se conoce como el astigmatismo a favor de la regla.

Para estudiar la forma de la córnea hemos utilizado los dos índices cuantitativos de queratometría simulada SimK1 y SimK2, evaluando así los cambios del poder corneal en los ejes de mayor y menor curvatura, el eje del astigmatismo topográfico y el tipo de este astigmatismo, y calculando el valor del cilíndrico.



**Figura 5.2.** EL CAMBIO DEL PODER CORNEAL Y EL ASTIGMATISMO CON LA EDAD.

En general, en la infancia es normal encontrar un alto porcentaje de astigmatismo [109-110-111-112], y el grado de este astigmatismo disminuye con la edad [110-113] y con la edad el astigmatismo es similar a los adultos [67].

En el nacimiento la córnea es casi esférica con tendencia hacia el astigmatismo a favor de la regla, que se mantiene hasta la edad adulta donde comienza el meridiano vertical a aplanarse cambiando el astigmatismo a contra la regla (el meridiano más curvado es el horizontal) [114].

El astigmatismo se disminuye en los primeros años [115] y es estable entre 6-12 años [116] y las niñas tienen un astigmatismo corneal más alto que los niños [117].

El porcentaje del astigmatismo refractivo en nuestro estudio en general fue 32.79% (51.61% en las niñas) y con pocos cambios por la edad.

En los estudios publicados como el de Dobson [111], vemos que el astigmatismo fue 32 % en la edad de 3 años, 45 % con 7 años y 13 % con 9 años, mientras en el estudio de Zadnik (entre 6-12 años) fue 8.6 % [105]. En el nuestro, en el grupo menor de 6 años es de 31.42 %, y en mayores de 8 es de 33 %, y observamos que tanto el astigmatismo refractivo

como el topográfico están estables en ese grupo de edad, y casi tienen el mismo valor, pero no tienen correlación estadísticamente significativa ( $r:0.069$ ,  $p:0.52$ ).

Teniendo en cuenta que el valor patrón para definir el tipo del Astigmatismo topográfico (corneal) es el ángulo del Sim-K1=  $90^\circ \pm 30$ : astigmatismo a favor de la regla, encontramos en la mayoría de los casos, que el ángulo es entre  $60^\circ - 120^\circ$ , por lo tanto podemos llegar a la conclusión de que el meridiano más curvo es vertical y el astigmatismo topográfico (corneal) está a favor de la regla en los niños.

Y si miramos el astigmatismo refractivo vemos que el ángulo en el 72,22 % de los niños es  $180^\circ \pm 30$  y podemos decir que en general el astigmatismo refractivo es también a favor de la regla en los niños, como figura en otros estudios publicados [111-113-118-119].

Los cambios en la forma de la córnea no solo dependen de los factores externos ( la presión de los párpados) donde cambia la curvatura del meridiano vertical [107], sino de otros factores internos mas fundamentales, que pueden ser considerables, como son los cambios en la estructura corneal con la edad (cambios en el estroma, la membrana de Descemet y en las células endoteliales). Tal vez estos cambios afectan a la rigidez y elasticidad de la córnea y llegan a cambiar el tipo de astigmatismo [120-121-122].

#### 5.4. ESTUDIO DE REGULARIDAD

La córnea, en general, es una superficie casi regular, y eso garantiza la calidad óptica del ojo. Se puede detectar fácilmente las macroirregularidades en la superficie corneal mediante el estudio de los mapas topográficos, pero las pequeñas irregularidades se verán enmascaradas en la imagen topográfica, por lo que se precisa de índices cuantitativos que puedan valorarlas.

Los índices topográficos cuantitativos que detectan la irregularidad de la superficie corneal son: el índice de la regularidad de la superficie corneal SRI y el índice de la asimetría superficial SAI [123].

El índice de la regularidad superficial SRI es un buen marcador de microirregularidad de la superficie corneal y un parámetro para valorar la calidad óptica de la misma, porque estudia las alteraciones entre puntos muy próximos entre sí en el área central de 3 mm. Se calcula mediante un algoritmo que representa la diferencia del poder dióptrico entre pares de miras sucesivas. Si el poder de tres anillos adyacentes es irregular, esta irregularidad se presenta en el cómputo final, como un número positivo. Este proceso se repite para las diez miras más internas de todos los hemimeridianos. Este índice, así calculado, se correlaciona de forma significativa con la agudeza visual [18].

El SAI valora las diferencias en el poder dióptrico entre puntos simétricos situados en meridianos opuestos, por eso puede ser un marcador de macroirregularidad en la superficie corneal.

La presencia de irregularidades en la superficie corneal es uno de los efectos indeseables de la cirugía queratorrefractiva, por lo que pueden verse afectados hasta el 5% de los pacientes sometidos a dicha cirugía [124]. Estas irregularidades también, afectan la calidad óptica de la córnea y la agudeza visual del paciente.

En nuestra investigación no hemos encontrado cambios importantes en el valor del índice de regularidad superficial (SRI) con la edad, en los niños hasta una edad de 15 años. Pero en el estudio de Goto [91], sobre personas mayores, se concluye que la irregularidad corneal medida con el índice de regularidad superficial (SRI) aumenta con la edad ( $p=0.001$ ) y se nota ese aumento en el grupo mayor de 50 años, donde puede ser debido al cambio que se produce en la película lacrimonal y la córnea misma con respecto a la edad.

Podemos decir que los factores que alteran el índice de la regularidad corneal en los mayores, no tienen el mismo efecto en los niños hasta 15 años, donde sí puede ser que haya algunos cambios que necesitan estudios mas profundos.

En la media de los valores de Índice de Regularidad Superficial (SRI) encontramos que el valor medio del SRI en niños es de  $0,42 \pm 0,21$  y en las niñas algo mas alto  $0,46 \pm 0,12$ , mientras que en el estudio anterior ( Goto et al) indica que la media en personas mayores es de  $0,41 \pm 0,22$  en el sexo masculino y  $0,38 \pm 0,27$  en el sexo femenino.

En la media de los valores de índice de asimetría superficial (SAI) encontramos que ese índice no cambia con la edad, y el valor medio del SAI en los niños es de  $0,48 \pm 0,12$  valor igual que el de la media de las niñas que es de  $0,48 \pm 0,19$ , mientras que el estudio anterior de Goto indica que la media en personas mayores a esta edad es completamente diferente y con valores menores  $0,23 \pm 0,11$  en el sexo masculino y  $0,37 \pm 0,19$  en el sexo femenino en grupos menores de 50 años para ambos casos.

También en otro estudio de Tanabe T. et al., los resultados en un grupo de edad entre 12-72 años, indican que la media del índice de la asimetría en los ojos normales (no patológicos en un grupo de control) es  $0.35 \pm 0.17$  [125].

En nuestro estudio hemos visto que, en los niños, el SRI y el SAI no tienen relación con la edad ni con el sexo, y si comparamos los valores medios con los mayores (el estudio de Goto[91]) encontramos que SRI y SAI es mayor en niños respecto a los mayores.

Se puede decir que la córnea se va haciendo más regular con la edad, esto indica que hay otros factores que intervienen sobre la regularidad superficial.

Podemos tener en cuenta en este punto la importancia que tienen las dificultades antes comentadas en la realización de mapas de topografía corneal en niños. Pudiera ser que factores como la menor superficie del mapa de topografía corneal y los cambios de la película lacrimal sean inconvenientes para la toma de mapas. Aunque con un estudio más profundo existe la posibilidad de que la córnea en niños de edades comprendidas entre 3 y 15 años sea asimétrica y con el transcurso de la edad se convierta en simétrica.

### 5.5. ESTUDIO DEL QUERATOCONO

El queratocono se caracteriza por un adelgazamiento estromal no inflamatorio y una protrusión de la córnea anterior. La cirugía refractiva está diseñada para córneas con morfología normal, y por eso el queratocono se considera como contraindicación para la cirugía [126-127]. El desarrollo de la ectasia es una complicación bien conocida del LASIK, y es atribuida a una forma frustrada de queratocono no descubierto antes de la cirugía, por lo que es muy importante descartar esta patología entre los candidatos a la cirugía refractiva, ya que la intervención quirúrgica en estos pacientes puede exacerbar su proceso ectásico [128-129].

El estudio de los mapas de color en el topógrafo corneal es el primer paso para detectar el queratocono. El trabajo de Maguir y Bourne [130] para descripción de queratocono clínicamente indetectable, es por la presencia de una zona de mayor poder dióptrico situada en la parte inferior "elevación atípica inferior".

La única aproximación cuantitativa al estudio del queratocono durante mucho tiempo ha sido la que se obtenía por las lecturas queratométricas (la queratometría media, 43.63 D +/- 1.04), y un valor superior a 45.7 D se considera como criterio diagnóstico. Pero con este criterio entrarán muchas córneas normales, por esto no se considera suficiente, por si solo, para detectar el queratocono.

Por ello, Rabinowitz y McDonnell [46-47] basándose en las observaciones clínicas, desarrollaron unos índices topográficos para el diagnóstico del queratocono:

- El poder corneal central mayor o igual de 47,2 D.
- El índice ínfero-superior mayor o igual a 1,4D y/o
- Diferencias en poder corneal central entre ambos ojos más de 1D.

La sensibilidad por la aplicación de todos los índices a la vez ha sido 96 %.

Esta combinación de índices resultan buenos marcadores para detectar cualquier problema en los candidatos de la cirugía refractiva. Los pacientes que no presentan la enfermedad serán casos de pseudoqueratocono u otras patologías, que por otra parte se deberían someter a un estudio más amplio antes de cualquier decisión.

Otro estudio hecho por Maeda y colaboradores [49] basándose en el análisis de ocho índices topográficos (SimK1, SimK2, SAI, índice del astigmatismo irregular, índice del sector diferencial, índice de sector opuesto, índice centro-periferia, y área analizada), para crear otro índice de predicción del queratocono: KPI.

Con estos índices diseñaron un programa informático que incluía estos nuevos parámetros y lo aplicaron a pacientes diagnosticados de queratocono, y pacientes con patrones normales, deformidad por el uso de lentes de contacto, queratocotomía fotorefractiva, queratoplastia y degeneración marginal de pelúcida. Los resultados que obtuvieron con su nuevo índice en cuanto a sensibilidad fue del 98 % y la especificidad del 99 %.

Ya sabemos que un paciente con queratocono empieza su vida con córnea normal y en unos casos aparece queratocono real o clínicamente con el paso del tiempo, pero no sabemos cuánto tiempo se necesita.

El porcentaje del queratocono en los miopes que presentan para cirugía refractiva puede llegar a más que 8% en la topografía, y si excluyen los que tienen inestabilidad en la refracción, quien tiene agudeza visual baja, miopía más de 10D y astigmatismo más de 2D, disminuye a 1-2%. En pacientes con astigmatismo alto, especialmente oblicuo, el número de casos con queratocono subclínico aumenta a 10-20% [131].

Hay un estudio de Lapid-Gortzak R. et al., sobre topografía corneal en niños con queratoconjuntivitis vernal donde se ve que hay cambios en la topografía en la mayoría de estos niños (71%), sobre todo en la parte superior de la córnea, pero solo el 15% de estos niños tienen queratocono en la topografía [132].

En el estudio anterior, el autor ha encontrado 5 niños (13.89 %) con sospecha de queratocono de 36 niños normales (11.98 +/- 4.88 años), que eran el grupo de control en su estudio, pero no figura ni la edad media de estos niños, ni la relación con el sexo [132].

En otro estudio hecho en Brasil, dice que el porcentaje de queratocono topográfico, en niños, entre 8-16 años, con queratoconjuntivitis vernal es de 22.53%[133].

Como ya sabemos que los índices topográficos y los tipos del mapa topográfico no tienen relación con el sexo ni la edad [25] hemos utilizado los mismos índices para estudiar el mapa topográfico en este grupo de edad y también los índices del queratocono, buscando alguna diferencia que se puede usar en un futuro como índice especial en los niños.

En nuestro estudio hemos utilizado el programa "Keratoconus screening" para ver si existen índices para el queratocono o la sospecha del queratocono en los niños.

Hemos encontrado 23 casos (edad media 7+/- 2.6 años) con sospecha de queratocono (52 % eran niñas) con KCI 0.0% y KSI entre 15-26.6 %, y en dos de estos niños (4 ojos) la sospecha era en ambos ojos. En estos casos de sospecha no hemos encontrado relación con la edad ni con el sexo.

Estos casos son el 12% de los mapas estudiados y éste es un porcentaje alto comparándolo con la sospecha de queratocono en los adultos, y eso puede deberse a los artefactos al realizar el mapa topográfico en los niños (no enfocar bien [87], el exceso de parpadeo[134], debido a la edad y a la colaboración, (aunque la edad del mayor de estas sospechas tenía 14 años), también el porcentaje de astigmatismo alto en este grupo de niños (población clínica).

En principio cualquier astigmatismo congénito irregular debería entrar en diagnóstico diferencial de un queratocono prematuro y debería estudiarse detalladamente, teniendo en cuenta la evaluación de otros índices entre ellos el grosor de la córnea y la profundidad de la cámara anterior.

También hace falta realizar una topografía corneal a los niños con queratoconjuntivitis vernal, por la alta tendencia del queratocono con esta enfermedad [132-133].

Para llegar a unos índices para el queratocono en niños, hay que seguir estos casos y realizar otras topografías con el paso del tiempo(al menos con un año) para ver el cambio y asegurar que pueden tener un queratocono en un futuro, porque como hemos visto en otros estudios, es muy importante el progreso del mapa para diagnosticar, también existen muchos factores para tener un tipo de pseudoqueratocono en un mapa topográfico. También hay que tener en cuenta si hay antecedentes familiares del queratocono, porque sabemos que es una enfermedad hereditaria [135-136].

Y para ser objetivo, hay que hacer un estudio más profundo, con una muestra más grande, y con un topógrafo más avanzado que el usado en este estudio para estudiar la cara posterior de la cornea donde empiezan los cambios, y luego seguir los casos durante un tiempo para asegurar el progreso de esas irregularidades

Como no hemos encontrado ningún estudio de topografía corneal en niños con analítica de los índices del queratocono, no podemos comprobar nuestros resultados por el momento y tal vez en un futuro haremos seguimiento de estos niños y haremos otro estudio de topografía.

Los resultados de este estudio pueden ser útiles, sobre todo, en el estudio preoperatorio de la cirugía refractiva en niños, porque como sabemos el queratocono está contraindicado para la cirugía refractiva.

## 5.6. CIRUGÍA REFRACTIVA EN NIÑOS

Los defectos de refracción considerables afectan al 15 % de la población infantil, y casi el 6% de los niños con un año de edad tienen un defecto significativo, el más común es hipermetropía [71-110]. Con hipermetropía tienen alto riesgo de tener estrabismo y ambliopía. La anisometropía sin corregir puede causar ambliopía en el ojo que tiene más ametropía. Los niños que tienen alta hipermetropía o miopía bilateral puede ser que no lleguen a un nivel normal de agudeza visual en la adolescencia, probablemente por no tener la imagen retiniana clara en la infancia. Fulton et al., cree que en los niños miópicos que tienen astigmatismo no corregido en la infancia, aumenta la posibilidad de tener miopía progresiva. [137]

La convergencia de la alta prevalencia de los defectos de refracción pediátricos, ha despertado el interés en la cirugía refractiva pediátrica. [55], con el progreso increíble de este tipo de cirugía en los últimos años. Según estos autores la cirugía refractiva permite la corrección de la ambliopía y las endotropías acomodativas, y la posibilidad de mejoría de la visión binocular y la calidad de vida, pero la mayor incidencia de opacidad corneal postoperatoria en la edad infantil, la mala colaboración durante la cirugía, las molestias postoperatorias y la falta de predictibilidad y estabilidad, ha ocasionado que unos autores desaconsejen su uso [138], además que no hay estudios de larga duración para informarnos sobre los resultados de esta cirugía en niños.

Hay varias indicaciones para una cirugía refractiva en los niños: [138-139]

- **Mandatoria** en los niños con la edad inferior a 7 años, afectados de ambliopía anisométrica con imposibilidad de usar corrección óptica y con falta de respuesta a los tratamientos convencionales de ambliopía (retraso mental, malformación craneofacial).
- **Funcional** en los niños mayores de 7 años que no tienen riesgo de ambliopía pero el uso de las gafas o lentes de contacto impide realizar actividades de tipo escolar o lúdico, como la intolerancia a lentes en pacientes con anisometropía importante, endotropía acomodativa con hipermetropía o ametropías unilaterales muy altas.
- **Electiva** en aquellos pacientes que no tienen problemas para usar las gafas o las lentes de contacto, pero solicitan independizarse de ellas. Estos pacientes se ponen al final de la lista para operar, porque los defectos refractivos tienen tendencia a cambiar en la adolescencia.

Varios cirujanos han hecho cirugía refractiva para niños con anisometropía alta y/o que no pueden tolerar las lentillas o las gafas, con LASIK o PRK y los resultados hablan sobre una mejoría en la agudeza visual y eficacia en corregir la miopía alta en niños [140-141-142-143-144-145-146-147]. Pero no hay estudios publicados sobre la topografía corneal en

niños para saber cómo cambia la situación refractiva y la forma de la superficie corneal después de operarlos con el paso del tiempo, ni su relación con la edad y / o el sexo.

Hemos encontrado un estudio publicado sobre cirugía refractiva en niños aquí en España, Alicante. Donde operaron a 6 niños con miopía alta, con PRK, y los resultados hablan de eficacia y mejoría durante 2 años de control [148].

Los otros estudios con un control un poco mas largo (más de 3 años ), dice también que PRK y LASIK son estables y tienen buenos resultado en los niños , tanto miopes como hipermetropes[149-150].

Pero en todos estos trabajos no se realizó ningún estudio sobre la utilización de la topografía corneal ni su importancia, aunque hay varios estudios en adultos, pero el problema es que no sabemos si el ojo de los niños responde igual a la cirugía refractiva, ni la posibilidad de tener una ectasia corneal en un futuro.

El único estudio sobre cirugía refractiva en niños “que hemos encontrado” donde dice que se realizó topografía corneal es de Agarwal et al. [151], Se operaron 16 ojos de miopía alta unilateral con LASIK y los resultados después de un año son buenos, pero no figuran los resultados del estudio de topografía en la publicación.

En general, no hay estudio que puede resolver todas las dudas, ni que puede contestar todas las preguntas que podemos tener ante la posibilidad de una cirugía refractiva en los niños, pero parece que los resultados son prometidos y abren nuevo camino en el tratamiento de anisometropía en los niños [152].

Como conclusión, teniendo en cuenta los dificultades para realizar el estudio y para comparar los resultados, ya que no hemos encontrado suficientes estudios, es mi intención que esta tesis sea el comienzo de un estudio profundo de la topografía corneal en niños, para tener una idea más clara sobre el progreso de la córnea con la edad y su relación con el sexo.

## **6. CONCLUSIONES**

## 6. CONCLUSIONES

Del estudio de los mapas topográficos y la situación refractiva de un total de cien niños de una edad comprendida entre tres y quince años se obtienen las siguientes conclusiones:

1. La topografía es un método sencillo y eficaz para el estudio de la superficie corneal, es fácil de usar en niños a partir de 3 años y no necesita mucho tiempo para realizar, y por esto puede ser un método complementario y a veces necesario en el estudio refractivo de los niños en la consulta de oftalmología.
2. El mapa topográfico de la córnea se va modificando ligeramente con la edad.
3. En nuestro trabajo existen diferencias en la superficie corneal con respecto al sexo.
4. La curvatura central de la córnea es mayor en las niñas que en los niños.
5. Encontramos en general que el meridiano más curvo es vertical, y el astigmatismo topográfico es a favor de la regla en este grupo de edad.
6. Hay relación entre el índice de la queratometría simulada "SimK" y el sexo, y no la hay con la edad.
7. El índice de la queratometría simulada "SimK2" cambia con la edad en el sexo femenino solo.
8. El índice de la regularidad superficial "SRI" y la asimetría superficial "SAI" no sufren cambios significativos con la edad ni el sexo.
9. No hemos encontrado relación estadísticamente significativa, entre el equivalente esférico y la topografía corneal.
10. Hay interacción entre edad y sexo sobre el equivalente esférico.
11. En el sexo femenino, los cambios en el equivalente esférico se notan más con la edad comparando con los niños.
12. La hipermetropía va disminuyendo con la edad.
13. La miopía va aumentando con la edad.
14. El astigmatismo refractivo en su mayoría es a favor de la regla en este grupo de edad.

15. No hemos encontrado relación entre el astigmatismo refractivo y el topográfico.
16. El astigmatismo no tiene relación con la edad y parece estable en esa época.
17. No hay relación entre la sospecha de queratocono y la edad o/y el sexo.
18. El número de pacientes que han tenido una córnea sospechosa de queratocono ha sido alto. No tenemos suficientes parámetros para poder descartar que en un futuro tengan un queratocono.
19. En principio cualquier astigmatismo congénito irregular debería entrar en diagnóstico diferencial de un queratócono prematuro y debería estudiarse detalladamente, teniendo en cuenta la evaluación de otros índices entre ellos el grosor de la córnea.
20. Debe realizarse un trabajo más profundo de la topografía corneal con estudio de paquimetría corneal para poder utilizar estos resultados en cirugía refractiva en niños.

## BIBLIOGRAFÍA

**BIBLIOGRAFIA**

- [1] Maurice DM. The cornea and sclera, in *The Eye*, Davson H, volume 1. Academic Press. New York, San Francisco and London, 1977:289-368.
- [2] Arffa R C. *Grayson Enfermedades de la Córnea*. Tomo 1. Anatomía. Cuarta edición. Harcourt Brace 1999.
- [3] Barraquer R.I. De Toledo MC. Torres E. *Distrofias y degeneraciones corneales*. Atlas y texto. Sección 2: La cornea normal. Barcelona ESPAXS, S.A. 2004.
- [4] Thoft Ra, Friend J. The X,Y,Z hypothesis of corneal epithelial maintenance. *Inves Ophthalmol Visi Sci* 1983;24:1442-3.
- [5] Komai Y, Ushiki T. The three dimensional organization of collagen fibrils in the human cornea and sclera. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1991; 32: 2244-58. Pub med.
- [6] Maurice DM. The structure and transparency of the cornea. *J Physiol* 1957; 136:263-86.
- [7] Johnson DH, Bourne WM, Campbell RJ. The ultrastructure of Descemet's membrane. I. Changes with age in normal corneas. *Arch Ophthalmol* 1982; 100:1942-47. Pub med.
- [8] Krachmer JH, Mannis MJ, Holland EJ. *Cornea*. Volume 1. Fundamentals of cornea and external diseases. Mosby 1997.
- [9] Atchison DA. Optical design of intraocular lenses I. On-axis performance. *Optom Vis Sci* 1989; 8: 492-506. Pub med.
- [10] Aránguez C, Cortés C, et al. *Manual de refracción para residentes de oftalmología*. Física aplicada a la óptica. Essilor, Madrid 1999.
- [11] Krachmer JH, Mannis MJ, Holland EJ. *Cornea*. Volume 1. Fundamentals of cornea and external diseases. Chap 12: Keratometry, Photokeratoscopy, and Computer-Assisted Topographic Analysis. Mosby 1997.
- [12] Boyd BF. *Atlas de cirugía refractiva*. Highlights of Ophtalmology. 2000.
- [13] Boyd BF. LASIK Presente y Futuro. Ablación a la medida con frente de onda. Capítulo 2. Fundamentos de topografía corneal. Highlights of ophthalmology. 2000.
- [14] Boyd BF, Agarwal A. "Wavefront análisis" aberrómetros y topografía corneal. Sección II. Cap 4. Sistemas de topografía. Panamá, Highlights of ophthalmology, 2003.9:159-67.
- [15] Corbett MC, Rosen ES, O'Brat DPS. *Corneal topography, principles and applications*. Chap 5: Normal topography. London, BMJ Books 1999.
- [16] Read SA, Collins MJ, Carney LG. The diurnal variations of corneal topography and aberrations. *Cornea* 2005 Aug; 24 (6):678-87.
- [17] Hayashi K, Hayashi H, Hayashi A. Topographic analysis of the changes in corneal shape due to aging. *Cornea* 1995; 14(5):527-32.

## BIBLIOGRAFÍA

- [18] Romero Caballero MD. Descriptores cuantitativos de la topografía corneal. Introducción. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. Departamento de Oftalmología. Febrero. 1998.
- [19] Boyd BF, Agarwal A. "Wavefront análisis" aberrómetros y topografía corneal. Sección II. Cap 3. Fundamentos de Topografía corneal. Panamá, Highlights of ophthalmology. 2003.9:159-67.
- [20] Sanders DR, Koch DD. An Atlas of Corneal Topography. Thorofare, Slack. 1993.
- [21] Corbett MC, Rosen ES, O'Brat DPS. Corneal topography, principles and applications. Chap 4: presentation of topographic information. London, BMJ Books 1999.
- [22] Wilson SE, Klyce SD, Hussein ZM. Standardized color-coded maps for corneal topography. Ophthal 1993 Nov; 100(11):1723-7.
- [23] American Nacional Standards Institute (ANSI). Scale for corneal topography. Sistemas de topografía corneal estandar. Requerimientos (ANSI Z-80-23-1999).
- [24] Villa Collar C. Atlas de Topografía Corneal y aberrometría ocular. CNOO. Madrid. 2004.
- [25] Buratto L, et al. Corneal topography: The clinical atlas. Computerized corneal topography in keratoconus. Genisi C. USA Slack 1996.
- [26] Wilson SE, Klyce SD. Quantitative descriptors of corneal topography. A clinical study. Arch ophthalmol 1991Mar; 109(3):349-53.
- [27] Lindstrom RL. Refractive Surgery. Role of corneal topography in keratorefractive surgery. 1990.
- [28] Waring GO. Refractive Keratotomy for Miopía and Astigmatism. St. Louis 1992 Mosby Year Book.
- [29] Bogan SJ, Waring GO, Ibrahim O, et al. Classification of normal corneal topography based on computer assisted videokeratography. Arch Ophthalmol 1990; 108:945-9.
- [30] Rabinowitz YS, Yang H, Brickman Y et al. Videokeratography database of normal human corneas. Br j Ophthalmol 1996; 80:610-16.
- [31] Naufal SC, Hess JS, Friedlander MH, Granet NS. Resterstereography-based classification of normal cornea. J Cat Refract Surg 1997; 23:222-30.
- [32] Klyce, S, Wilson S. Atlas Multimedia. Videoqueratoscopia. Feb. 1993.
- [33] Boyd BF, Agarwal A, Alió JL, et al. Wavefront analysis, aberrómetros y topografía corneal. Sección III: Cap 5. Panamá, 2003 Highlights of ophthalmology.
- [34] Wilson SE, Klyce SD. Screening for corneal topographic abnormalities before refractive surgery. Ophthalmology 1994;101:147-52.
- [35] Li X, Rabinowitz Y, Rasheed K, Yang H. Longitudinal study of the normal eyes in unilateral keratoconus patients. Ophthalmo 2004 Mar; 3: 440-6.
- [36] Wilson SE, Lin Dt, Klyce SD. Corneal topography of keratoconus. Cornea

## BIBLIOGRAFÍA

- 1991Jan;10(1):2-8.
- [37] Lee LR, Hirst LW, Readshaw G. Clinical detection of unilateral keratoconus. *Aust N Z J Ophthalmol* 1995; 23(2):129-33.
- [38] Kennedy RH, Bourne WM, Dyer JA. A 48 –years clinical and epidemiologic study of keratoconus. *Am J Ophthalmol* 1986;101(3 ):267-73.
- [39] Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol* 1998Jan-Feb; 42(4):297-319.
- [40] Rabinowitz YS, Nesburn AB, McDonnell PJ. Vediokeratography of the fellow eye in unilateral keratoconus. *Ophthalmology* 1993Feb;100:181-6.
- [41] Zadnik K, Steger-may K, Fink BA, et al. Between eye asymmetry in keratoconus. *Cornea*. 2002 Oct;21(7):671-9.
- [42] Rabinowitz YS, Garbus J, McDonnell PJ. Computer-assisted corneal topography in family of patients with keratoconus. *Arch Ophthalmol* 1990 Mar;108: 365-71.
- [43] Tretter T, Rabinowitz YS, Yang H, et al. Aetiological factors in keratoconus. *Ophthalmology* 1995;102(suppl):156.
- [44] Barraquer RI, De Toledo MC, Torres E. Distrofias y degeneraciones corneales. Atlas y texto; seccion 7: Alteraciones corneales ectasicas. Barcelona ESPAXS,S.A. 2004.
- [45] Klyce SD. Computer-assisted corneal topography. High resolution graphic presentation and analysis of keratoscopy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1984; 25(12):1426-35.
- [46] Rabinowitz YS. Vediokeratographic indices to aid in screening for keratoconus. *J Refract Surg* 1995Sep-Oct; 11(5):371-9.
- [47] Rabinowitz YS, McDonell PJ. Computer-assisted corneal topography in keratoconus. *Refract Corneal Surg* 1989 Nov-Dec; 5(6):400-6.
- [48] McMahan TT, Robin JB, Scarpulla KM, Putz JL. The spectrum of topography found in keratoconus. *CLAO J* 1991jul ; 17(3):198-204.
- [49] Maeda N, Klyce SD, Smolek MK. Automated keratoconus. Screening with corneal topography analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1994; 35:2749-57.
- [50] Maeda N, Klyce SD, Smolek MK. Comparison of methods for detecting keratoconus using videokeratography. *Arch Ophthalmol* 1995; 113:870-4.
- [51] Rabinowitz YS, Klyce SD, Krachmer JH, et al. Vediokeratography, keratoconus, and refractive surgery (opinions). *Refract Corneal Surg* 1992; 8:403-7.
- [52] Nesburn AB, Bahri S, Salz J, et al. Keratoconus detected by vediokeratography in candidates for photorefractiv keratectomy. *J Refract Surg* 1995; 11:194-201.
- [53] Solans Barri T, García Sánchez J, Cárceles Cárceles JA, et al. Refracción ocular y baja visión. Cap 2, 1ªparte: Dioptrio ocular. LXXIX Ponencia oficial de la sociedad española de oftalmología 2003.
- [54] Solans Barri T, García Sánchez J, Cárceles Cárceles JA, et al. Refracción ocular y baja visión. Cap 3: Defectos de refracción. LXXIX Ponencia oficial de la sociedad

española de oftalmología 2003.

- [55] Aránguez C, Bohórquez P, Cortés I, et al. Manual de refracción para residentes de oftalmología. Miopía simple, alta y degenerativa. Essilor, Madrid 1999.
- [56] Aránguez C, Bohórquez P, Cortés I, et al. Manual de refracción para residentes de oftalmología. Hipermetropía. Essilor, Madrid 1999.
- [57] Aránguez C, Bohórquez P, Cortés I, et al. Manual de refracción para residentes de oftalmología. Acomodación y presbicia. Essilor, Madrid 1999.
- [58] Mutti D, Zadnik K, Egashira S, Kish L, et al. The effect of cycloplegia on measurement of ocular components. *Inves Ophthalmol Vis Sci*, 1994;35(2):515-27
- [59] Aránguez C, Bohórquez P, Cortés I, et al. Manual de refracción para residentes de oftalmología. Refracción y cicloplejía. Essilor, Madrid 1999.
- [60] Solans Barri T, Garcia Sanchez J. et al. Refracción ocular y baja visión. Cap 7. La refracción en el niño. LXXIX Ponencia oficial de la sociedad española de oftalmología 2003.
- [61] Aránguez C, Bohórquez P, Cortés I, et al. Manual de refracción para residentes de oftalmología. Introducción a la retinoscopia. Essilor, Madrid 1999.
- [62] Aránguez C, Bohórquez P, Cortés I, et al. Manual de refracción para residentes de oftalmología. Refracción subjetiva. Essilor, Madrid 1999.
- [63] Aránguez C, Bohórquez P, Cortés I, et al. Manual de refracción para residentes de oftalmología. Instrumental accesorio en la técnica de refracción. Essilor, Madrid 1999.
- [64] Solans Barri T. Garcia Sanchez J. et al. Refracción ocular y baja visión. Cap 5: Autorrefractómetros. LXXIX Ponencia oficial de la sociedad española de oftalmología 2003.
- [65] Mayer DL, Hansen RM, et al. Cycloplegic refraction in healthy children aged 1 through 48 months. *Arch. Ophthalmol* 2001Nov;119(11):1625-8.
- [66] Abrahamsson M, Fabian G, Sjöstrand J. Changes in astigmatism between the ages of 1 and 4 years: a longitudinal study. *Br J Ophthalmol*. 1988 Feb; 72(2):145-9.
- [67] Howland H. Sayles N. Photokeratometric and photorefractive measurements of astigmatism in infants and young children. *Vis research* 1985;25(1):73-81.
- [68] Montés-Micó R, Ferrer-Blasco T. Distribution of refractive errors in Spain. *Doc Ophthalmol* 2000 Jul;101(1):25-33.
- [69] Taylor D. et al. Pediatric ophthalmology. Chap 5: postnatal growth of the eye. Blackwell Scientific Publications. London 1990.
- [70] Gordon RA, Donzis PB. Refractive development of the human eye. *Arch Ophthalmol* 1985Jun;103:785-9.
- [71] Atkinson J, Braddick OJ, Durden K, et al. Screening for refractive error in 6-9 month old infants by photorefractometry. *Br J Ophthalmol* 1984 Feb; 68(2):105-12.
- [72] Duane's clinical ophthalmology. Chap 34: Biology of the eye as optical system. CD room 2005.

## BIBLIOGRAFÍA

- [73] Taylor D. et al. Pediatric ophthalmology. Chap 8: Refraction of infants and young children. Blackwell Scientific Publications. London1990.
- [74] Mutti DO, Mitchell GL, et al. Refractive astigmatism and the toricity. *Optom vis sci* 2004 Oct;81(10):753-61.
- [75] Negrel AD, Maul E, Pokharel GP, et al. Refractive Error Study in Children: sampling and measurement methods for a multi-country survey. *Am J Ophthalmol* 2000 Apr;129(4):421-6.
- [76] Maul E, Barroso S, Munoz SR, et al. Refractive Error Study in Children: results from la Florida, Chile. *Am J Ophthalmol* 2000 Apr;129(4):445-54.
- [77] Zhao J, Pan X, Sui R, et al. Refractive Error Study in Children: results from Shunyi district, China. *Am J Ophthalmol* 2000 Apr;129(4):427-35.
- [78] Mutti DO, Sholtz RI, Friedman NE, et al. Peripheral refraction and ocular shape in children. *Invest Ophthalmol Vis sci.* 2000 Apr;41(5):1022-30.
- [79] Gwiazda J, Marsh-Tootle WL, Hyman L, et al. Baseline refractive and ocular component measures of children enrolled in the correction of myopia evaluation trial (COMET). *Invo Ophthalmol sci* Feb 2002;43(2):314-21.
- [80] Egashira SM, Kish LL, Twelker JD, et al. Comparison of cyclopentolate versus tropicamide cycloplegia in children. *Optom vis sci* 1993 Dec;70(12):1019-26.
- [81] Zadnik K, Manny R, Yu JA, et al. Ocular component data in schoolchildren as a function of age and gender. *Optom Vis Sci.* 2003 Mar;80(3):226-36.
- [82] Zadnik K, Mutti DO, Michell GL, et al. Normal eye growth in emmetropic schoolchildren. *Optom Vis Sci.* 2004 Nov;81(11):819-28.
- [83] Jones LA, Mitchell GL, Mutti DO, et al. Comparison of ocular component growth curves among refractive error groups in children. *Invest Ophthalmol Vis sci* 2005 Jul; 46(7):2317-27.
- [84] Manual de usuario topógrafo. TMS-II.
- [85] Manual de usuario autorefractómetro, NIDEK ( modelo ARK-700).
- [86] Xiao-ming L, Xiao-he Y, Zheng W, et al. Long-term efficacy of excimer laser in sity keratomileusis in the mangment of children with high anisometric amblyopia. *Chin Med J* 2009;122(7): 813-7.
- [87] Hubbe RE, Foulks GN. The effect of poor fixation on computer-assisted topographic corneal analysis. *Ophthalmol* 1994;101:1745-8.
- [88] Nementh J, Erdélyi B, Csákány B. Corneal topography change after 15 seconds pause in blinking. *J Catarct Refract Surg* 2001 Apr (27):589-92.
- [89] Pardahan S, Beesley J. Measurment of corneal curvature in young and older normal subjects. *J refract surg* 1999;15 jul/aug:469-74.
- [90] Topus h, Ozdemir M, Cinal A, et al. Age related differences in normal corneal topography. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*;35:289-303. Pub med.
- [91] Goto T, Klyce SD, Zheng X, et al. Gender- and age-related differences in corneal

BIBLIOGRAFÍA

- topography. *Cornea* 2001Apr;20(3): 270-6.
- [92] Isenberg SJ, Del Signore M, Chen A, et al. Corneal topography of neonates and infants. *Arch Ophthalmol*.2004 dec;122(12):1767-71.
- [93] Friedman NE, Mutti DO, Zadnik K. Corneal Change in schoolchildren. *Optom Vis Sci* 1996, 73(8) : 552-7.
- [94] Carney LG, Mainstone J., Henderson BA. Corneal topography and myopia. A cross-sectional study. *Invest Ophthalmol Vis sci* 1997 Feb;38(2):311-20.
- [95] Grosvenor T, Goss DA. Role of the cornea in emmetropia and myopia. *Optom Vis Sci*. 1998 Feb;75(2):132-45. Pub Med.
- [96] Mainstone JC, Carney LG, Anderson CR, et al. Corneal shape in hyperopia. *Clin Exp Optom*. 1998 May-Jun;81(3):131-137. Pub Med.
- [97] Llorente L, Barbero S, Cano D, et al. Myopic versus hyperopic eyes: axial length, corneal shape and optical aberrations. *J Vis* 2004 Apr 22;4(4):288-98.
- [98] Goh PP, Abqariyah Y, Pokaharel GP, et al. Refractive error and visual impairment in school-age children in Gombak district, Malaysia. *Ophthalmology* 112,678-85.
- [99] Murthy GV, Gupta S, Ellwein LB, et al. Refractive error children in an urban population in New Delhi. *Invest Ophthalmol Vis sci*. 2002 Mar;43:623-31.
- [100] Pokharel GP, Negral AD, Munoz SR, et al. Refractive Error Study in Children: result from Mechi zone, Nepal. *Am J Ophthalmol* 2000 Apr;129(4): 436-44.
- [101] BenjaminWJ et al. Borish´s clinical refraction. Chap 2: Incidence and distribution of refractive anomalies. Butterworth Heinemann 2006.
- [102] Pärssinen O, Lyyrrat AL. Myopia and myopic progression among schoolchildren: three years follow up study. *Invest Ophthalmol Vis sci*. 1993 Aug; 43(9):2794-802.
- [103] Czepita D, Zejmo M, Mojsa A. Prevalence of myopia and hyperopia in a population of Polish schoolchildren, *Ophthal. Physiol Opt*. 2007; 27:60-5.
- [104] Dandona R, Dandona L, Srinivas M, et al. Refractive error in children in a rural population in India. *Invest Ophthalmol Vis sci*. 2002Mar (43): 615-22.
- [105] Laatikainen L, Erkkilä H. Refractive errors and other ocular findings in school children. *Acta Ophthalmol* 1980; 58:129-136.
- [106] Kiely PM, Smith G, Carney LG. The mean shape of human cornea. *Optica acta* 1982; 8:1027-40. Pub Med.
- [107] Garcia ML, Huang D, Crowe S, et al. Relationship between the axis and degree of high astigmatism and obliquity of palpebral fissure. *J AAPOS*, 2003 Feb; 7 (1).
- [108] Aránguez C, Bohórquez P, Cortés I, et al. Manual de refracción para residentes de oftalmología. Astigmatismo. Essilor, Madrid 1999.
- [109] Howland Hc, Atkinson J, Et al. Infant astigmatism measured by photorefraction. *Science* 1978; 202:331-2.
- [110] Ingram RM, Barr A. Changes in refraction between the age of 1 and 3, 5 years. *Br J Ophthalmol* 1979; 63:339-42.

## BIBLIOGRAFÍA

- [111] Dobson V, Fulton AB, Lauson Sebris S. Cycloplegic refractions of infants and young children: the axis of astigmatism. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1984; 25:83-7.
- [112] Mayer L, Hansen RM, Moore BD. et al. Cycloplegic refractions in healthy children age 1 through 48 months. *Arch Ophthalmol* Nov 2001; 119: 1625-8.
- [113] Gwiazda J, Scheiman M. et al. Astigmatism in children: change in axis and amount from birth to six years. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1984 ; 25 :88-92.
- [114] Hayashi K, Masumoto M, Fujino S, et al. Change in corneal astigmatism with aging. *J Jpn Ophthalmol Soc* 1993; 97:1193-6.
- [115] Larsson EK, Holmström GE. Development of astigmatism and anisometropia in preterm children during the first 10 years of life. *Arch Ophthalmol*. Nov 2006;124(11):1608-14.
- [116] Huynh SC, Kifly A. et al. Astigmatism in 12-year-old Australian children: comparisons with a 6-year-old population. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007 Jan;48(1):73-82.
- [117] Huynh SC. Kifly A. et al. Astigmatism and its componention 6-years-old. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006 Jan;47(1):55-64.
- [118] Hirsch MJ. Changes in astigmatism during the first eight years in school- an interim report from Ojai Longitudinal Study. *Am J Optom arch Am Acad Optom* 1963;40:127-32. Pub med.
- [119] Fabian G. Ophthalmological examination of 1200 children up to age 2. *Acta Ophthalmol* 1966;44:473-9.
- [120] Rufer F , Schroder A.Bader C et al. Age related changes in central and peripheral corneal thickness: determination of normal values with the Orbscan II topography system. *Cornea*.2007Jan;26(1):1-5. Pubmed.
- [121] Mbchb NRL, Boptom Hon PD, Phd ST, et al. Age related differences in the normal human cornea: a laser scanning in vivo confocal microscopy study. *Br J Ophthalmol*. 2007Mar 27. Pubmed.
- [122] Snellingen T, Rao GN, et al. Quantitative and morphological characteristics of human corneal endothelium in relation to age gender, and ethnicity in cataract populations of south Asia. *Cornea* 2001Jan; 20(1):55-8.
- [123] Dingledein SA, Wilson SE, Klyce SD. Quantitative descriptors of corneal shape derived from computer-assisted analysis. *Refract Corneal Surg* 1989; 5:372-8.
- [124] Durand L, Monnot JP, Burillon C. Radial keratotomy: analysis of under corrected patients, based on 200 successive operations. *J Fr Ophthalmol* 1991;14:211-7.pub med.
- [125] Tanabe T, Tomidokoro A, Samejima T, et al. Corneal regular and irregular astigmatism assessed by fourier analysis of videokeratography data in normal and pathologic eyes. *Ophthalmol* 2004.111(4):752-7.
- [126] Ellis W. Radial keratotomy in patient with keratoconus. *J Catarat Refract Surg* 1992 Jul;18:406-9.
- [127] Durand L, Monnot JP, Burillon C, et al. Complications of radial keratotomy: eyes

## BIBLIOGRAFÍA

- with keratoconus and late wound dehiscence. *Refract Corneal Surg* 1992 Jul;8:311-4.
- [128] Binder PS. Radial keratotomy in united states. Where are we six years later? *Arch Ophthalmol*.1987 Jan;105(1):37-9.
- [129] Maguire LJ, Klyce SD, Singer DE, et al. Corneal topography in myopic patients undergoing epikeratophakia. *Am J Ophthalmol* 1987;103:404-9.
- [130] Maguire LJ, Bourne Wh. Corneal topography of early keratoconus. *Am J Ophthalmol* 1989;108:107-12.
- [131] Corbett MC, Rosen ES, O'Brat DPS. Corneal topography, principles and applications. Chap 9: corneal ectasia. London, BMJ Books 1999.
- [132] Lapid-Gortzak R, Rosen S, Weitzman S, et al. Videokeratography findings in children with vernal keratoconjunctivitis versus those of healthy children. *Ophthalmol* 2002 Nov; 109(11):2018-23.
- [133] Dantas PE, Alves MR, Nishiwaki-Dantas MC. Topographic corneal changes in patients with vernal keratoconjunctivitis. *Arq Bras Oftalmol*. 2005 Sep-Oct 68(5):593-8.
- [134] Erdélyi B, Csákány B, Németh J. Spontaneous alterations of the corneal topographic pattern. *catract Refract Surg*.2005 May;31(5):973-8.
- [135] Rabinowitz YS, Garbus J, McDonell PJ. Computer-assisted corneal topography in family members of patients with keratoconus. *Arch Ophthalmol*. 1990 Mar;108(3):365-71.
- [136] Morrow GL, Stein RM, Racine JS, et al. Computerized videokeratography of keratoconus kindreds. *Can J Ophthalmol*. 1997 Jun; 32(4): 233-43.
- [137] Fulton AB, Hansen RM, Peterson RA. The relation of myopia and astigmatism in developing eyes. *Ophthalmology* 1982 Apr;89:208-30.
- [138] Davidrof JM. Pediatric refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2000 Nov;26(11):1567-8.
- [139] Coret A, Cavero L. Algoritmos de decisión en cirugía refractiva. Algoritmo de cirugía refractiva pediátrica. ERGON Madrid 2003.
- [140] Nano HD, Muzzin S, Irigaray F. Excimer laser photorefractive keratectomy in pediatric patients. *J Cataract Refract Surg*. 1997Jun; 23(5):736-9.
- [141] Rashad KM .Laser in situ keratomileusis for myopic anisometropia in children. *J Refract Surg*. 1999Jul-Aug;15(4):429-35.
- [142] Drack AV, Nucci P. Refractive surgery in children. *Ophthalmol Clin North Am*2001 sep;14(3):457-66.
- [143] Nucci P, Drack AV. Refractive surgery for unilateral high myopia in children. *J AAPOS*.2001 Dec;5(6):348-51.
- [144] Nssaralla BR, Nassaralla JJ Jr. Laser in situ keratomileusis in children 8 to 15 years old. *J Refract Surg*.2001 Sep-Oct; 17(5):5119-24.
- [145] Astle WF, Huang PT, Ells AL, et al. Photorefractive keratectomy in children. *J*

## BIBLIOGRAFÍA

- Cataract Refract Surg. 2002 Jun; 28 : 932-41.
- [146] Autrata R, Rehurek J. Clinical results of excimer laser photorefractive keratectomy myopic anisometropia in children: four-year follow-up. J Cataract Refract Surg.2003 Apr; 29(4):694-702.
- [147] Paysse EA, Hussein MA, Koch DD, et al. Successful implementation of a protocol for photorefractive keratectomy in children requiring anaesthesia. J Cataract Refract Surg.2003 Sep; 29(9):1744-7.
- [148] Alio JL, Artola A, Claramonte P, et al. Photorefractive keratectomy for pediatric myopic anisometropia. J cataract Refract Surg 1998;24(3):327-30.
- [149] Paysse EA, Coats DK, Hussein MAW, et al . Long-term outcomes of photorefractive keratectomy for anisometropic amblyopia in children. Ophthalmology 2006 Feb;113(2):169-76.
- [150] Xiao-ming L, Xiao-he Y, Zheng W, et al. Long-term efficacy of excimer laser in situ keratomileusis in the management of children with high anisometropic amblyopia. Chinese Med J 2009;122(7):813-7.
- [151] Agarwal A. Agarwal A. Agawal T. et al. Results of pediatric laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg. May 2000; 26:684-9.
- [152] Daoud YJ, Hutchinson A, Wallace DK, et al. Refractive surgery in children: treatment options, outcomes, and controversies. Am J Ophthalmol 2009Apr;147(4):573-82.

## FIGURAS Y CUADROS

### FIGURAS

- Figura 2.1. La córnea. (Douglas Coster. Cornea. BMI. London. 2002).
- Figura 2.2. Esquema de la película lagrimal precorneal. (Douglas Coster. Cornea. BMI. London, 2002).
- Figura 2.3. Esquema de la estructura histológica de la córnea normal (Barraquer RI, De Toledo MC, Torres E. Distrofias y degeneraciones corneales. Atlas y texto. Sección 2: La cornea normal. Barcelona ESPAXS, S.A. 2004).
- Figura 2.4. Esquema de la membrana basal epitelial, estructuras de anclaje y capa de bowman. (Barraquer RI, De Toledo MC, Torres E. Distrofias y degeneraciones corneales. Atlas y texto. Sección 2: La cornea normal. Barcelona ESPAXS, S.A. 2004).
- Figura 2.5. Membrana de descemet y endotelio. (Douglas Coster. Cornea. BMJ. London, 2002).
- Figura 2.6. Módulo esquemático de la cornea (Solans Barri T, García Sánchez J, Cárceles Cárceles JA, et al. Refracción ocular y baja visión. Cap 2, SEO 2003).
- Figura 2.7. Tamaño de la imagen dependiendo de la curvatura de la cornea (Gills JP, Sanders DR, Thornton SP, et al. Corneal Topography. The state of art. Chap 9. SLACK Incorporated 1995).
- Figura 2.8. Zonas de la cornea. (Corbett MC, Rosen ES, O'Brat DPS. Corneal topography, principles and applications. Chap 5: Normal topography. London, BMJ Books 1999).
- Figura 2.9. Cambios de la cornea debidos a la presión de los párpados (Schanzlin DJ, Robin JB. Corneal topography: measuring and modifying the cornea. Chp 4: Normal coneal topography. Springer-Verlag New York 1992).
- Figura 2.10. Los cambios de la córnea con la edad. (Hayashi K. Et al. Topographic analysis of the changes in corneal shape due to aging. Cornea 1995;14(5):527-32).
- Figura 2.11. Esquema del progreso de la topografía dependiendo de las demandas clínicas. (Corbett MC, Rosen ES, O'Brat DPS. Corneal topography, principles and applications. Chap 1. Assessment of corneal shape. London, BMJ Books 1999).
- Figura 2.12. Queratómetro de helmholtz. (Aránguez C.et al. Manual de refracción para residentes de oftalmología. Essilor, Madrid 1999).
- Figura 2.13. Imagen reflejada por el queratómetro (Krachmer JH, Mannis MJ.Holland EJ. Cornea. Volume 1. Fundamentals of cornea and external diseases. Chap 12. Mosby 1997).

- Figura 2.14. Análisis de imágenes topográficas con el sistema del disco de plácido. (Boyd BF, Agarwal A, Alió JL, et al. Wavefront analysis, aberrometros y topografía corneal. Sección II. Cap 4. Panamá, Highlights of ophthalmology, 2003.9:159-67).
- Figura 2.15. Representación del área de la cornea observadas con el queratometro, fotoqueratoscopio y videoqueratoscopia. (Corbett MC, Rosen ES, O'Brat DPS. Corneal topography, principles and applications. Chap 2. London, BMJ Books 1999).
- Figura 2.16. Diferencias entre los dos métodos de topografía. (Corbett MC, Rosen ES, O'Brat DPS. Corneal topography, principles and applications. Chap 1. London, BMJ Books 1999).
- Figura 2.17. Sistema de funcionamiento del Orbscan II, Z system. (Azan. DT. Koch. DD. LASIK fundamentales, surgical techniques and complicaciones.. USA 2003 Marcel Dekker p 117).
- Figura 2.18. Imagen queratoscópica. (Krachmer JH, Mannis MJ.Holland EJ. Cornea. Volume 1. Fundamentals of cornea and external diseases. Chap 12. Mosby 1997).
- Figura 2.19. Poder corneal en cada punto de la superficie (Krachmer JH, Mannis MJ.Holland EJ. Cornea. Volume 1. Fundamentals of cornea and external diseases. Chap 12. Mosby 1997).
- Figura 2.20. Mapa topográfico (Gills JP, Sanders DR, Thornton SP, et al. Corneal topography. The state of art. Chap 3. SLACK Incorporated 1995).
- Figura 2.21. Código de colores.
- Figura 2.22. Mapa topográfico con escala absoluta (Gills JP, Sanders DR, Thornton SP, et al. Corneal topography. The state of art. Chap 9. SLACK Incorporated 1995).
- Figura 2.23. El mapa anterior con escala normalizada (Gills JP, Sanders DR, Thornton SP, et al. Corneal topography. The state of art. Chap 9. SLACK Incorporated 1995).
- Figura 2.24. Mapa topográfico de altura (elevacion).(Gills JP, Sanders DR, Thornton SP, et al. Corneal topography. The state of art. Chap 4. SLACK Incorporated 1995).
- Figura 2.25. Imagen incompleta o distorsionada (Gills JP, Sanders DR, Thornton SP, et al. Corneal topography. The state of art.Chap 1. SLACK Incorporated 1995).
- Figura 2.26. Mapa topográfico.
- Figura 2.27. Astigmatismo regular. (Klyce, S. Wilson S. Atlas Multimedia. Videoqueratoscopia. CD room. Feb. 1993).
- Figura 2.28. Clasificación de la topografía corneal normal (Bogan SJ, Waring GO, Ibrahim O, et al. Classification of normal corneal topography based on computer assited videokeratography. Arch Ophthalmol 1990; 108:945-9.)
- Figura 2.29. Los cambios en la cornea después de la cirugía refractiva (Buratto L. Corneal topography. The Clinical Atlas.P 270. USA Slack 1996).

- Figura 2.30. Queratoglobo (Gills JP, Sanders DR, Thornton SP, et al. Corneal topography. The state of art. Chap 11. SLACK Incorporated 1995).
- Figura 2.31. Degeneración marginal pelúcida. (Gills JP, Sanders DR, Thornton SP, et al. Corneal topography. The state of art .p 491.SLACK Incorporated 1995).
- Figura 2.32. Queratocono (Gills JP, Sanders DR, Thornton SP, et al. Corneal topography. The state of art. Chap 9. SLACK Incorporated 1995).
- Figura 2.33. Moldeado corneal (Warpage). Por el uso de lentes de contacto. (Gills JP, Sanders DR, Thornton SP, et al. Corneal topography. The state of art. Chap 7. SLACK Incorporated 1995).
- Figura 2.34. Sospecha de queratocono (Klyce, S. Wilson S. Atlas Multimedia. Videoqueratoscopia.CD room. Feb. 1993).
- Figura 2.35. El queratocono (Boyd BF, Agarwal A, Alió JL, ET AL. Wavefront analysis, aberrometros y topografía corneal. Sección II. Cap 4. Panamá, Highlights of ophthalmology, 2003.9:159-67).
- Figura 2.36. Índices topográficos cuantitativos para diagnóstico del queratocono.
- Figura 2.37. Módulo esquemático de las ametropias (Solanes Barri T. et al. Refracción ocular y baja visión Cap3. 2003).
- Figura 2.38. Diferencia en la refracción con y sin cicloplejia. (Benjamin WJ et al. Borish´s clinical refraction. Chap 30. Butterworth Heinemann 2006).
- Figura 2.39. Equivalente esférico en recién nacidos. (Mayer I. et al Cycloplegic refraccion in helthy children aged 1 throug 48 month. Arch Ophthalmol . Nov 2001).
- Figura 2.40. El cambio del astigmatismo con la edad entre 1 y 48 meses. (Mayer L. Hansen RM, Moore BD. Et al. Cycloplegic refraction in healthy children aged 1 through 48 month. Arch Ophthalmol . Nov 2001).
- Figura 2.41. Diferencia entre el ojo del niño y del adulto. (Benjamin WJ et al. Borish´s clinical refraction. Chap 30. Butterworth Heinemann 2006).
- Figura 2.42. El error refractivo entre el recién nacido y la edad escolar. (Benjamín WJ et al. Borish´s clinical refraction. Chap 2. Butterworth Heinemann 2006).
- Figura 2.43. El poder corneal en la edad escolar. (Zadnik K. Mutti DO. Et al. Normal eye growth in emmetropic schoolchildren. Optom Vis Sci. 2004 Nov;81(11):819-28).
- Figura 3.1. Topógrafo corneal modelo TMS-II.
- Figura 4.1. Relación entre Sim-K1 con la edad.
- Figura 4.2. Relación entre sim-k1 con la edad y el sexo femenino y masculino.
- Figura 4.3. Relación entre Sim-K2 y la edad
- Figura 4.4. Relación entre Sim-K2 con la edad y el sexo femenino y masculino.

## FIGURAS Y CUADROS

- Figura 4.5. Relación entre SRI con la edad.
- Figura 4.6. Relación entre SRI con la edad y el sexo.
- Figura 4.7. Relación entre edad-SAI. (General).
- Figura 4.8. Relación entre SAI con la edad y el sexo femenino y masculino
- Figura 4.9. Astigmatismo topográfico general.
- Figura 4.10. Astigmatismo refractivo general.
- Figura 4.11. Astigmatismo topográfico-refractivo.
- Figura 4.12. Relación entre equivalente esférico y la edad en el sexo femenino.
- Figura 4.13. Relación entre equivalente esférico y la edad en el sexo masculino.
- Figura 4.14. Caso-ejemplo de keratoconus screening.
- Figura 5.1. Equivalente esférico en niños (bajo ciclopejía). (Duane's clinical ophthalmology CD room 2005. Chap 34: Biology of the eye as optical system).
- Figura 5.2. El cambio del poder corneal y el astigmatismo con la edad. (Friedman NE. Mutti DO. Zadnik K. Corneal changes in schoolchildren. Optom Vis Sci 1996 Aug 73(8):552-7).

## CUADROS

- Cuadro 2.1. Índices anatómicos y ópticos del segmento anterior del ojo normal. (Corbett MC, Rosen ES, O'Brat DPS. Corneal topography, principles and applications. Chap 5: Normal topography. London, BMJ Books 1999).
- Cuadro 2.2. Comparación entre los instrumentos para mediciones de la superficie corneal. (Corbett MC, Rosen ES, O'Brat DPS. Corneal topography, principles and applications. Chap 2. London, BMJ Books 1999).
- Cuadro 2.3. Relación entre el rango de curvatura de la córnea y las dioptrías. (Vinciguerra P. Atlante di topografía corneale. Guida pratica. Italia,1995. Fagliazza editore)
- Cuadro 2.4. Código de colores usado en la escala absoluta. (Corbett MC, Rosen ES, O'Brat DPS. Corneal topography, principles and applications. Chap 4. London, BMJ Books 1999).
- Cuadro 2.5. Los índices cuantitativos presentados en el mapa topográfico. (Corbett MC, Rosen ES, O'Brat DPS. Corneal topography, principles and applications. Chap 4. London, BMJ Books 1999).
- Cuadro 2.6. Clasificación e incidencia (%) de topografía en córneas normales. (Corbett MC, Et al. Corneal topography, principles and applications 13, chapt 5: normal topography).

## FIGURAS Y CUADROS

- Cuadro 2.7. Índices Rabinowitz-McDonnell. (Corbett MC, Et al. Corneal topography, principles and applications 13, chapt 5: normal topography).
- Cuadro 4.1. Descripción de la muestra por por sexos.
- Cuadro 4.2. Descripción de la muestra por grupos de edad.
- Cuadro 4.3. Situación refractiva en ojo derecho por sexos.
- Cuadro 4.4. Situación refractiva por grupos de edad.
- Cuadro 4.5. Análisis de los datos de la topografía corneal en niños de 3 a 15 años.
- Cuadro 5.1. Comparación de resultados de varios estudios sobre situación refractiva en niños. Czepita D, Zejmo M, Mojsa A Prevalence of myopia and hyperopia in a population of Polish schoolchildren, Ophthal. Physiol Opt. 2007; 27:60-5.

## **ANEJO 1. PRIMER ESTUDIO ESTADÍSTICO**

**Pruebas no paramétricas**

<b>Notas</b>		
<b>Resultados creados</b>	18-MAR-2003 12:53:10	
<b>Comentarios</b>		
<b>Entrada</b>	<b>Datos</b>	F:\Tamara\Tamara.sav
	<b>Filtro</b>	<ninguna>
	<b>Peso</b>	<ninguna>
	<b>Segmentar archivo</b>	SEXO
	<b>Núm. de filas del archivo de trabajo</b>	200
<b>Manipulación de los valores perdidos</b>	<b>Definición de los perdidos</b>	Los valores perdidos definidos por el usuario será tratados como perdidos.
	<b>Casos utilizados</b>	Los estadísticos para cada prueba se basan en todos los casos con datos válidos para las variables usadas en dicha prueba.
<b>Sintaxis</b>	NPARTESTS /K-S(NORMAL)= edad sri mink sai simk1 simk2 /MISSING ANALYSIS.	
<b>Recursos</b>	<b>Número de casos permitidos(a)</b>	116508 casos
	<b>Tiempo transcurrido</b>	0:00:00,02
a Basado en la disponibilidad de memoria de trabajo especial.		

SEXO = F

<b>Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra(c)</b>							
		<b>EDAD</b>	<b>SRI</b>	<b>MINK</b>	<b>SAI</b>	<b>SIMK1</b>	<b>SIMK2</b>
<b>N</b>		95	95	95	95	95	95
<b>Parámetros normales(a,b)</b>	<b>Media</b>	6,93	,4646	43,5854	,4855	45,0464	43,7201
	<b>Desviación típica</b>	3,094	,18953	1,77438	,21480	1,80896	1,84370
<b>Diferencias más extremas</b>	<b>Absoluta</b>	,165	,099	,058	,123	,068	,065
	<b>Positiva</b>	,165	,099	,058	,123	,068	,058
	<b>Negativa</b>	-,081	-,060	-,049	-,075	-,068	-,065
<b>Z de Kolmogorov-Smirnov</b>		1,609	,967	,561	1,200	,663	,630
<b>Sig. asintót. (bilateral)</b>		<b>,011</b>	,307	,911	,112	,772	,822
a La distribución de contraste es la Normal.							
b Se han calculado a partir de los datos.							
c SEXO = F							

SEXO = M

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra(c)							
		EDAD	SRI	MINK	SAI	SIMK1	SIMK2
<b>N</b>		105	105	105	105	105	105
<b>Parámetros normales(a,b)</b>	<b>Media</b>	7,52	,4209	42,8858	,4694	44,2395	42,9908
	<b>Desviación típica</b>	3,223	,21473	1,45195	,19414	1,63542	1,45293
<b>Diferencias más extremas</b>	<b>Absoluta</b>	,122	,090	,084	,084	,047	,074
	<b>Positiva</b>	,122	,090	,084	,084	,047	,074
	<b>Negativa</b>	-,082	-,033	-,044	-,063	-,038	-,050
<b>Z de Kolmogorov-Smirnov</b>		1,269	,942	,874	,874	,494	,769
<b>Sig. asintót. (bilateral)</b>		,080	,337	,429	,430	,968	,596
a La distribución de contraste es la Normal.							
b Se han calculado a partir de los datos.							
c SEXO = M							

## Frecuencias

Notas		
<b>Resultados creados</b>	18-MAR-2003 12:54:34	
<b>Comentarios</b>		
<b>Entrada</b>	<b>Datos</b>	F:\Tamara\Tamara.sav
	<b>Filtro</b>	<ninguna>
	<b>Peso</b>	<ninguna>
	<b>Segmentar archivo</b>	SEXO
	<b>Núm. de filas del archivo de trabajo</b>	200
<b>Manipulación de los valores perdidos</b>	<b>Definición de los perdidos</b>	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.
	<b>Casos utilizados</b>	Los estadísticos se basan en todos los casos con datos válidos.
<b>Sintaxis</b>	FRECUENCIAS VARIABLES=edad /FORMAT=NOTABLE /HISTOGRAM NORMAL /ORDER= ANALYSIS .	
<b>Recursos</b>	<b>Total de valores permitidos</b>	149796
	<b>Tiempo transcurrido</b>	0:00:00,03

**SEXO = F**

Estadísticos(a)		
EDAD		
<b>N</b>	<b>Válidos</b>	95
	<b>Perdidos</b>	0
a SEXO = F		

**SEXO = M**

Estadísticos(a)		
EDAD		
<b>N</b>	<b>Válidos</b>	105
	<b>Perdidos</b>	0
a SEXO = M		

SEXO	SEXOC	Value Label
Old Value	New Value	
F	1	F
M	2	M

**Pruebas no paramétricas**

<b>Notas</b>		
<b>Resultados creados</b>		18-MAR-2003 12:57:50
<b>Comentarios</b>		
<b>Entrada</b>	<b>Datos</b>	F:\Tamara\Tamara.sav
	<b>Filtro</b>	<ninguna>
	<b>Peso</b>	<ninguna>
	<b>Segmentar archivo</b>	<ninguna>
	<b>Núm. de filas del archivo de trabajo</b>	200
<b>Manipulación de los valores perdidos</b>	<b>Definición de los perdidos</b>	Los valores perdidos definidos por el usuario será tratados como perdidos.
	<b>Casos utilizados</b>	Los estadísticos para cada prueba se basan en todos los casos con datos válidos para las variables usadas en dicha prueba.
<b>Sintaxis</b>		NPAR TESTS /M-W= edad BY sexo(1 2) /MISSING ANALYSIS.
<b>Recursos</b>	<b>Número de casos permitidos(a)</b>	149796 casos
	<b>Tiempo transcurrido</b>	0:00:00,05
a Basado en la disponibilidad de memoria de trabajo especial.		

Prueba de Mann-Whitney

Rangos				
	SEXO	N	Rango promedio	Suma de rangos
EDAD	F	95	97,05	9219,50
	M	105	107,25	11690,50
	Total	200		

Estadísticos de contraste(a)	
	EDAD
U de Mann-Whitney	4659,500
W de Wilcoxon	9219,500
Z	-1,237
Sig. asintót. (bilateral)	,216
a Variable de agrupación: SEXO	

No hay diferencias significativas entre las edades de los niños y de las niñas

Prueba T

Notas		
<b>Resultados creados</b>		18-MAR-2003 12:58:56
<b>Comentarios</b>		
<b>Entrada</b>	<b>Datos</b>	F:\Tamara\Tamara.sav
	<b>Filtro</b>	<ninguna>
	<b>Peso</b>	<ninguna>
	<b>Segmentar archivo</b>	<ninguna>
	<b>Núm. de filas del archivo de trabajo</b>	200
<b>Tratamiento de los valores perdidos</b>	<b>Definición de los perdidos</b>	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.
	<b>Casos utilizados</b>	Los estadísticos de cada análisis se basan en los casos que no tienen datos perdidos ni quedan fuera de rango en cualquiera de las variables del análisis.
<b>Sintaxis</b>	T-TEST GROUPS=sexo(1 2) /MISSING=ANALYSIS /VARIABLES=sri mink sai simk1 simk2 /CRITERIA=CIN(.95) .	
<b>Recursos</b>	<b>Tiempo transcurrido</b>	0:00:00,02

Estadísticos de grupo					
	SEXO	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
SRI	F	95	,4646	,18953	,01945
	M	105	,4209	,21473	,02057
MINK	F	95	43,5854	1,77438	,18205
	M	105	42,8858	1,45195	,13907
SAI	F	95	,4855	,21480	,02204
	M	105	,4694	,19414	,01860
SIMK1	F	95	45,0464	1,80896	,18560
	M	105	44,2395	1,63542	,15664
SIMK2	F	95	43,7201	1,84370	,18916
	M	105	42,9908	1,45292	,13916

Prueba de muestras independientes											
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
										Inferior	Superior
SRI	Se han asumido varianzas iguales	,492	,484	1,531	202	,127	,0437	,02855	-,01258	,10000	
	No se han asumido varianzas iguales			1,544	201,964	,124	,0437	,02830	-,01210	,09952	
MINK	Se han asumido varianzas iguales	6,694	,010	3,096	202	,002	,6996	,22598	,25400	1,14518	
	No se han asumido varianzas iguales			3,054	181,830	,003	,6996	,22909	,24757	1,15160	
SAI	Se han asumido varianzas iguales	,271	,603	,563	202	,574	,0161	,02864	-,04035	,07258	

	No se han asumido varianzas iguales			,559	191,162	,577	,0161	,02883	-,04076	,07299
SIMK1	Se han asumido varianzas iguales	2,501	,115	3,345	202	,001	,8069	,24119	,33131	1,28245
	No se han asumido varianzas iguales			3,322	191,183	,001	,8069	,24286	,32784	1,28592
SIMK2	Se han asumido varianzas iguales	9,447	,002	3,156	202	,002	,7293	,23108	,27364	1,18492
	No se han asumido varianzas iguales			3,105	177,926	,002	,7293	,23484	,26586	1,19270

#### Correlaciones

Notas		
<b>Resultados creados</b>		18-MAR-2003 13:09:29
<b>Comentarios</b>		
<b>Entrada</b>	<b>Datos</b>	F:\Tamara\Tamarat.sav
	<b>Filtro</b>	<ninguna>
	<b>Peso</b>	<ninguna>
	<b>Segmentar archivo</b>	<ninguna>
	<b>Núm. de filas del archivo de trabajo</b>	200
<b>Manipulación de los valores perdidos</b>	<b>Definición de valores perdidos</b>	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.
	<b>Casos utilizados</b>	Los estadísticos para cada par de variables se basan en todos los casos que tengan datos válidos para dicho par.
<b>Sintaxis</b>		CORRELATIONS /VARIABLES=edad sri mink sai simk1 simk2 /PRINT=TWOTAIL NOSIG /MISSING=PAIRWISE .
<b>Recursos</b>	<b>Tiempo transcurrido</b>	0:00:00,02

Correlaciones							
		EDAD	SRI	MINK	SAI	SIMK1	SIMK2
EDAD	Correlación de Pearson	1	-,066	,138	-,038	,020	,118
	Sig. (bilateral)	,	,352	,051	,593	,776	,095
	N	200	200	200	200	200	200
SRI	Correlación de Pearson	-,066	1	,174(*)	,487(**)	,401(**)	,203(**)
	Sig. (bilateral)	,352	,	,014	,000	,000	,004
	N	200	200	200	200	200	200
MINK	Correlación de Pearson	,138	,174(*)	1	,106	,845(**)	,986(**)
	Sig. (bilateral)	,051	,014	,	,136	,000	,000
	N	200	200	200	200	200	200
SAI	Correlación de Pearson	-,038	,487(**)	,106	1	,227(**)	,124
	Sig. (bilateral)	,593	,000	,136	,	,001	,080
	N	200	200	200	200	200	200
SIMK1	Correlación de Pearson	,020	,401(**)	,845(**)	,227(**)	1	,845(**)
	Sig. (bilateral)	,776	,000	,000	,001	,	,000
	N	200	200	200	200	200	200
SIMK2	Correlación de Pearson	,118	,203(**)	,986(**)	,124	,845(**)	1
	Sig. (bilateral)	,095	,004	,000	,080	,000	,
	N	200	200	200	200	200	200
* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).							
** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).							

#### Correlaciones no paramétricas

Notas		
<b>Resultados creados</b>		18-MAR-2003 13:09:29
<b>Comentarios</b>		
<b>Entrada</b>	<b>Datos</b>	F:\Tamara\Tamarat.sav
	<b>Filtro</b>	<ninguna>
	<b>Peso</b>	<ninguna>
	<b>Segmentar archivo</b>	<ninguna>
	<b>Núm. de filas del archivo de trabajo</b>	200
<b>Tratamiento de los valores perdidos</b>	<b>Definición de perdidos</b>	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.
	<b>Casos usados</b>	Los estadísticos para cada par de variables se basan en todos los casos con datos válidos para ese par.
<b>Sintaxis</b>	NONPAR CORR /VARIABLES=edad sri mink sai simk1 simk2 /PRINT=SPEARMAN TWOTAIL NOSIG /MISSING=PAIRWISE .	

<b>Recursos</b>	<b>Número de casos permitido</b>	116508 casos(a)
	<b>Tiempo transcurrido</b>	0:00:00,00
a Según la disponibilidad de la memoria de trabajo		

Correlaciones									
			EDAD	SRI	MINK	SAI	SIMK1	SIMK2	
<b>Rho de Spearman</b>	<b>EDAD</b>	<b>Coeficiente de correlación</b>	1,000	-,062	,150(*)	-,019	,054	,131	
		<b>Sig. (bilateral)</b>		,385	,034	,790	,445	,065	
		<b>N</b>	200	200	200	200	200	200	
	<b>SRI</b>	<b>Coeficiente de correlación</b>	-,062	1,000	,184(**)	,487(**)	,372(**)	,216(**)	
		<b>Sig. (bilateral)</b>	,385		,009	,000	,000	,002	
		<b>N</b>	200	200	200	200	200	200	
	<b>MINK</b>	<b>Coeficiente de correlación</b>	,150(*)	,184(**)	1,000	,092	,842(**)	,987(**)	
		<b>Sig. (bilateral)</b>	,034	,009		,195	,000	,000	
		<b>N</b>	200	200	200	200	200	200	
	<b>SAI</b>	<b>Coeficiente de correlación</b>	-,019	,487(**)	,092	1,000	,188(**)	,114	
		<b>Sig. (bilateral)</b>	,790	,000	,195		,008	,109	
		<b>N</b>	200	200	200	200	200	200	
	<b>SIMK1</b>	<b>Coeficiente de correlación</b>	,054	,372(**)	,842(**)	,188(**)	1,000	,843(**)	
		<b>Sig. (bilateral)</b>	,445	,000	,000	,008		,000	
		<b>N</b>	200	200	200	200	200	200	
	<b>SIMK2</b>	<b>Coeficiente de correlación</b>	,131	,216(**)	,987(**)	,114	,843(**)	1,000	
		<b>Sig. (bilateral)</b>	,065	,002	,000	,109	,000		
		<b>N</b>	200	200	200	200	200	200	
	* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).								
	** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).								

## **ANEJO 2. SEGUNDO ESTUDIO ESTADÍSTICO**

## The FREQ Procedure

Table of EDAD by SEXO

EDAD	SEXO (SEXO)		Total
	F	M	
1-Menor de 6	19	18	37
	19.00	18.00	37.00
	51.35	48.65	
	39.58	34.62	
2-De 6 a 8	16	18	34
	16.00	18.00	34.00
	47.06	52.94	
	33.33	34.62	
3-Mayor de 8	13	16	29
	13.00	16.00	29.00
	44.83	55.17	
	27.08	30.77	
Total	48	52	100
	48.00	52.00	100.00

## ESTADISTICA DESCRIPTIVA (TOTAL)

2

## The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Std Dev	Min	Max
ASTIGTOP	95	1.24	0.91	0.00	3.70
ASTIGREF	87	0.10	1.43	-4.00	3.50
ANGULO_O	85	88.45	45.85	2.00	178.0
SIMK1	96	44.49	1.68	40.35	48.77
ANGULO	96	96.40	31.22	0.00	179.0
SIMK2	96	43.26	1.64	39.71	47.43
SRI	96	0.43	0.19	0.03	1.02
SAI	96	0.46	0.20	0.16	1.21

## ESTADISTICA DESCRIPTIVA (SEXO)

3

## The MEANS Procedure

SEXO	N Obs	Variable	N	Mean	Std Dev	Min	Max
F	48	ASTIGTOP	44	1.35	0.95	0.20	3.70
		ASTIGREF	39	-0.01	1.69	-4.00	3.50
		ANGULO_O	40	79.85	43.55	6.00	170.0
		SIMK1	44	44.95	1.73	40.78	48.77
		ANGULO	44	98.09	24.13	11.00	155.0
		SIMK2	44	43.59	1.80	39.71	47.43
		SRI	44	0.43	0.17	0.11	0.88
		SAI	44	0.47	0.20	0.18	1.07
M	52	ASTIGTOP	51	1.15	0.87	0.00	3.57
		ASTIGREF	48	0.18	1.18	-2.75	3.50
		ANGULO_O	45	96.09	46.97	2.00	178.0
		SIMK1	52	44.10	1.54	40.35	47.35
		ANGULO	52	94.96	36.34	0.00	179.0
		SIMK2	52	42.99	1.46	40.07	45.99
		SRI	52	0.42	0.21	0.03	1.02
		SAI	52	0.45	0.20	0.16	1.21

## ESTADISTICA DESCRIPTIVA (EDAD)

4

## The MEANS Procedure

EDAD	N Obs	Variable	N	Mean	Std Dev	Min	Max
1-Menor de 6	37	ASTIGTOP	36	1.38	0.94	0.22	3.42
		ASTIGREF	31	0.09	1.49	-4.00	3.25
		ANGULO_O	32	89.84	48.26	7.00	176.0
		SIMK1	36	44.42	1.55	40.78	48.77
		ANGULO	36	102.7	21.49	46.00	142.0
		SIMK2	36	43.06	1.44	39.71	46.34
		SRI	36	0.43	0.22	0.03	0.91
		SAI	36	0.47	0.23	0.16	1.21
2-De 6 a 8	34	ASTIGTOP	32	1.29	0.89	0.20	3.58

		ASTIGREF	29	0.25	1.44	-2.75	3.50
		ANGULO_O	29	89.14	46.60	2.00	178.0
		SIMK1	32	44.52	1.66	41.81	48.18
		ANGULO	32	104.5	25.25	42.00	179.0
		SIMK2	32	43.23	1.70	40.07	46.35
		SRI	32	0.42	0.18	0.08	1.02
		SAI	32	0.46	0.18	0.23	0.98
3-Mayor de 8	29	ASTIGTOP	27	1.01	0.88	0.00	3.70
		ASTIGREF	27	-0.06	1.37	-4.00	3.50
		ANGULO_O	24	85.75	43.41	13.00	175.0
		SIMK1	28	44.55	1.90	40.35	47.90
		ANGULO	28	79.00	40.67	0.00	155.0
		SIMK2	28	43.57	1.83	40.35	47.43
		SRI	28	0.43	0.18	0.07	0.86
		SAI	28	0.45	0.18	0.20	1.07

ESTADISTICA DESCRIPTIVA (SEXO X EDAD)

5

The MEANS Procedure

SEXO	EDAD	N Obs	Variable	N	Mean	Std Dev	Min	Max
F	1-Menor de 6	19	ASTIGTOP	18	1.51	1.04	0.22	3.42
			ASTIGREF	16	0.02	1.96	-4.00	3.25
			ANGULO_O	17	78.59	37.54	10.00	138.0
			SIMK1	18	44.56	1.91	40.78	48.77
			ANGULO	18	105.2	18.31	55.00	134.0
			SIMK2	18	43.04	1.86	39.71	46.34
			SRI	18	0.44	0.20	0.20	0.88
			SAI	18	0.47	0.21	0.18	0.89
	2-De 6 a 8	16	ASTIGTOP	14	1.34	0.87	0.35	3.58
			ASTIGREF	11	0.61	1.31	-1.75	3.50
			ANGULO_O	12	82.58	46.58	6.00	170.0
			SIMK1	14	44.85	1.60	42.52	48.18
			ANGULO	14	98.07	13.74	63.00	117.0
			SIMK2	14	43.52	1.48	41.56	46.35
			SRI	14	0.43	0.14	0.18	0.76
			SAI	14	0.47	0.19	0.23	0.91
	3-Mayor de 8	13	ASTIGTOP	12	1.13	0.95	0.20	3.70
			ASTIGREF	12	-0.60	1.51	-4.00	1.25
			ANGULO_O	11	78.82	52.37	13.00	166.0
			SIMK1	12	45.64	1.49	42.64	47.90
			ANGULO	12	87.50	36.48	11.00	155.0
			SIMK2	12	44.48	1.85	41.88	47.43
			SRI	12	0.43	0.17	0.11	0.70
			SAI	12	0.48	0.22	0.26	1.07
M	1-Menor de 6	18	ASTIGTOP	18	1.26	0.83	0.22	2.91
			ASTIGREF	15	0.17	0.78	-1.50	1.75
			ANGULO_O	15	102.6	56.74	7.00	176.0
			SIMK1	18	44.27	1.13	42.14	46.30
			ANGULO	18	100.3	24.55	46.00	142.0
			SIMK2	18	43.08	0.89	41.52	44.79
			SRI	18	0.42	0.24	0.03	0.91
			SAI	18	0.46	0.26	0.16	1.21
	2-De 6 a 8	18	ASTIGTOP	18	1.26	0.93	0.20	3.00
			ASTIGREF	18	0.03	1.51	-2.75	2.75
			ANGULO_O	17	93.76	47.48	2.00	178.0
			SIMK1	18	44.26	1.69	41.81	47.35
			ANGULO	18	109.5	30.95	42.00	179.0
			SIMK2	18	43.00	1.87	40.07	45.99
			SRI	18	0.42	0.21	0.08	1.02
			SAI	18	0.45	0.18	0.24	0.98
	3-Mayor de 8	16	ASTIGTOP	15	0.91	0.84	0.00	3.57
			ASTIGREF	15	0.38	1.12	-1.25	3.50
			ANGULO_O	13	91.62	35.29	25.00	175.0
			SIMK1	16	43.74	1.79	40.35	46.87
			ANGULO	16	72.63	43.60	0.00	129.0

ESTADISTICA DESCRIPTIVA (SEXO X EDAD)

6

The MEANS Procedure

SEXO	EDAD	N Obs	Variable	N	Mean	Std Dev	Min	Max
M	3-Mayor de 8	16	SIMK2	16	42.89	1.54	40.35	45.25
			SRI	16	0.43	0.19	0.07	0.86
			SAI	16	0.43	0.16	0.20	0.69

ANOVA BIFACTORIAL SEXOxEDAD CON MEDIDAS REPETIDAS EN EDAD (VAR=&VAR)

7

The GLM Procedure

Class Level Information		
Class	Levels	Values
SEXO	2	F M
EDAD	3	1-Menor de 6 2-De 6 a 8 3-Mayor de 8

Data for Analysis of ASTIGTOP  
 Number of Observations Read 100  
 Number of Observations Used 95

Data for Analysis of ASTIGREF  
 Number of Observations Read 100  
 Number of Observations Used 87

Data for Analysis of ANGULO\_O  
 Number of Observations Read 100  
 Number of Observations Used 85

Data for Analysis of SIMK1  
 ANGULO SIMK2 SRI SAI  
 Number of Observations Read 100  
 Number of Observations Used 96

NOTE: Variables in each group are consistent with respect to the presence or absence of missing values.

ANOVA BIFACTORIAL SEXOxEDAD CON MEDIDAS REPETIDAS EN EDAD (VAR=&VAR) 8

The GLM Procedure

Dependent Variable: ASTIGTOP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	3.20931437	0.64186287	0.77	0.5761
Error	89	74.49525405	0.83702533		
Corrected Total	94	77.70456842			

R-Square 0.041301  
 Coeff Var 73.50075  
 Root MSE 0.914891  
 ASTIGTOP Mean 1.244737

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	0.91601281	0.91601281	1.09	0.2983
EDAD	2	2.16126067	1.08063034	1.29	0.2801
SEXO*EDAD	2	0.13204089	0.06602045	0.08	0.9242

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	0.79757039	0.79757039	0.95	0.3316
EDAD	2	2.09741910	1.04870955	1.25	0.2907
SEXO*EDAD	2	0.13204089	0.06602045	0.08	0.9242

ANOVA BIFACTORIAL SEXOxEDAD CON MEDIDAS REPETIDAS EN EDAD (VAR=&VAR) 9

The GLM Procedure  
 Least Squares Means

EDAD	ASTIGTOP LSMEAN	LSMEAN Number
1-Menor de 6	1.38083333	1
2-De 6 a 8	1.29698413	2
3-Mayor de 8	1.01991667	3

Least Squares Means for effect EDAD  
 Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: ASTIGTOP

i/j 1 2 3

1		0.7081	0.1261
2	0.7081		0.2529
3	0.1261	0.2529	

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

	ASTIGTOP LSMEAN	H0:LSMean1= LSMean2 Pr >  t
F	1.32530423	0.3316
M	1.13985185	

ANOVA BIFACTORIAL SEXOxEDAD CON MEDIDAS REPETIDAS EN EDAD (VAR=&VAR) 10

The GLM Procedure

Dependent Variable: ASTIGREF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	10.3304225	2.0660845	1.02	0.4138
Error	81	164.7141177	2.0335076		
Corrected Total	86	175.0445402			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ASTIGREF Mean
0.059016	1459.564	1.426011	0.097701

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	0.76619488	0.76619488	0.38	0.5410
EDAD	2	1.20627513	0.60313756	0.30	0.7441
SEXO*EDAD	2	8.35795248	4.17897624	2.06	0.1347

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	0.71766005	0.71766005	0.35	0.5541
EDAD	2	2.51319163	1.25659581	0.62	0.5416
SEXO*EDAD	2	8.35795248	4.17897624	2.06	0.1347

ANOVA BIFACTORIAL SEXOxEDAD CON MEDIDAS REPETIDAS EN EDAD (VAR=&VAR) 11

The GLM Procedure  
Least Squares Means

EDAD	ASTIGREF LSMEAN	LSMEAN Number
1-Menor de 6	0.09114583	1
2-De 6 a 8	0.32070707	2
3-Mayor de 8	-0.11041667	3

Least Squares Means for effect EDAD  
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: ASTIGREF

i/j	1	2	3
1		0.5414	0.5941
2	0.5414		0.2701
3	0.5941	0.2701	

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

	ASTIGREF LSMEAN	H0:LSMean1= LSMean2 Pr >  t
F	0.00836490	0.5541
M	0.19259259	

ANOVA BIFACTORIAL SEXOxEDAD CON MEDIDAS REPETIDAS EN EDAD (VAR=&VAR) 12

The GLM Procedure

Dependent Variable: ANGULO\_0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	6700.6053	1340.1211	0.62	0.6826
Error	79	169910.4064	2150.7646		
Corrected Total	84	176611.0118			

R-Square      Coeff Var      Root MSE      ANGULO\_O Mean  
0.037940      52.43401      46.37634      88.44706

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	5584.267320	5584.267320	2.60	0.1111
EDAD	2	386.012491	193.006245	0.09	0.9143
SEXO*EDAD	2	730.325530	365.162765	0.17	0.8442

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	5288.593800	5288.593800	2.46	0.1209
EDAD	2	394.587281	197.293640	0.09	0.9124
SEXO*EDAD	2	730.325530	365.162765	0.17	0.8442

ANOVA BIFACTORIAL SEXOxEDAD CON MEDIDAS REPETIDAS EN EDAD (VAR=&VAR) 13

The GLM Procedure  
Least Squares Means

EDAD	ANGULO_O LSMEAN	LSMEAN Number
1-Menor de 6	90.5941176	1
2-De 6 a 8	88.1740196	2
3-Mayor de 8	85.2167832	3

Least Squares Means for effect EDAD  
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: ANGULO\_O

i/j	1	2	3
1		0.8406	0.6697
2	0.8406		0.8194
3	0.6697	0.8194	

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

SEXO	ANGULO_O LSMEAN	H0:LSMean1=LSMean2 Pr >  t
F	79.9965835	0.1209
M	95.9933635	

ANOVA BIFACTORIAL SEXOxEDAD CON MEDIDAS REPETIDAS EN EDAD (VAR=&VAR) 14

The GLM Procedure

Dependent Variable: SIMK1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	28.5925351	5.7185070	2.16	0.0656
Error	90	238.4307139	2.6492302		
Corrected Total	95	267.0232490			

R-Square      Coeff Var      Root MSE      SIMK1 Mean  
0.107079      3.658393      1.627646      44.49073

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	16.91424074	16.91424074	6.38	0.0133
EDAD	2	0.70650967	0.35325483	0.13	0.8753
SEXO*EDAD	2	10.97178466	5.48589233	2.07	0.1321

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	20.09158816	20.09158816	7.58	0.0071
EDAD	2	1.15905474	0.57952737	0.22	0.8039
SEXO*EDAD	2	10.97178466	5.48589233	2.07	0.1321

ANOVA BIFACTORIAL SEXOxEDAD CON MEDIDAS REPETIDAS EN EDAD (VAR=&VAR) 15

The GLM Procedure

Dependent Variable: ANGULO

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	14776.66865	2955.33373	3.42	0.0071
Error	90	77834.28968	864.82544		
Corrected Total	95	92610.95833			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ANGULO Mean
0.159556	30.50745	29.40791	96.39583

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	233.39889	233.39889	0.27	0.6047
EDAD	2	11914.47868	5957.23934	6.89	0.0016
SEXO*EDAD	2	2628.79108	1314.39554	1.52	0.2243

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	180.96470	180.96470	0.21	0.6485
EDAD	2	10476.73991	5238.36996	6.06	0.0034
SEXO*EDAD	2	2628.79108	1314.39554	1.52	0.2243

ANOVA BIFACTORIAL SEXOxEDAD CON MEDIDAS REPETIDAS EN EDAD (VAR=&VAR) 16

The GLM Procedure

Dependent Variable: SIMK2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	23.6984151	4.7396830	1.83	0.1149
Error	90	233.0901838	2.5898909		
Corrected Total	95	256.7885990			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	SIMK2 Mean
0.092288	3.719676	1.609314	43.26490

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	8.37079109	8.37079109	3.23	0.0756
EDAD	2	4.88979146	2.44489573	0.94	0.3929
SEXO*EDAD	2	10.43783258	5.21891629	2.02	0.1393

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	11.20017909	11.20017909	4.32	0.0404
EDAD	2	6.19508156	3.09754078	1.20	0.3072
SEXO*EDAD	2	10.43783258	5.21891629	2.02	0.1393

ANOVA BIFACTORIAL SEXOxEDAD CON MEDIDAS REPETIDAS EN EDAD (VAR=&VAR) 17

The GLM Procedure

Dependent Variable: SRI

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	0.00452450	0.00090490	0.02	0.9998
Error	90	3.55987550	0.03955417		
Corrected Total	95	3.56440000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	SRI Mean

0.001269      46.52218      0.198882      0.427500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	0.00262238	0.00262238	0.07	0.7974
EDAD	2	0.00061522	0.00030761	0.01	0.9923
SEXO*EDAD	2	0.00128691	0.00064345	0.02	0.9839

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	0.00205741	0.00205741	0.05	0.8201
EDAD	2	0.00068224	0.00034112	0.01	0.9914
SEXO*EDAD	2	0.00128691	0.00064345	0.02	0.9839

ANOVA BIFACTORIAL SEXOxEDAD CON MEDIDAS REPETIDAS EN EDAD (VAR=&VAR) 18

The GLM Procedure

Dependent Variable: SAI

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	0.02575878	0.00515176	0.12	0.9876
Error	90	3.86149018	0.04290545		
Corrected Total	95	3.88724896			

R-Square      Coeff Var      Root MSE      SAI Mean  
 0.006626      45.10112      0.207136      0.459271

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	0.01421627	0.01421627	0.33	0.5663
EDAD	2	0.00444141	0.00222071	0.05	0.9496
SEXO*EDAD	2	0.00710110	0.00355055	0.08	0.9206

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	0.01537699	0.01537699	0.36	0.5509
EDAD	2	0.00350905	0.00175453	0.04	0.9599
SEXO*EDAD	2	0.00710110	0.00355055	0.08	0.9206

ANOVA BIFACTORIAL SEXOxEDAD CON MEDIDAS REPETIDAS EN EDAD (VAR=&VAR) 19

The GLM Procedure  
 Least Squares Means

EDAD	SIMK1 LSMEAN	LSMEAN Number
1-Menor de 6	44.4175000	1
2-De 6 a 8	44.5550000	2
3-Mayor de 8	44.6893750	3

Least Squares Means for effect EDAD  
 Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: SIMK1

i/j	1	2	3
1		0.7300	0.5115
2	0.7300		0.7526
3	0.5115	0.7526	

EDAD	ANGULO LSMEAN	LSMEAN Number
1-Menor de 6	102.722222	1
2-De 6 a 8	103.785714	2
3-Mayor de 8	80.062500	3

Least Squares Means for effect EDAD  
 Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: ANGULO

i/j	1	2	3
1		0.8825	0.0031
2	0.8825		0.0027

3 0.0031 0.0027

EDAD	SIMK2 LSMEAN	LSMEAN Number
1-Menor de 6	43.0572222	1
2-De 6 a 8	43.2640873	2
3-Mayor de 8	43.6836458	3

ANOVA BIFACTORIAL SEXOxEDAD CON MEDIDAS REPETIDAS EN EDAD (VAR=&VAR)

20

The GLM Procedure  
Least Squares Means

Least Squares Means for effect EDAD  
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: SIMK2

i/j	1	2	3
1		0.5996	0.1281
2	0.5996		0.3208
3	0.1281	0.3208	

EDAD	SRI LSMEAN	LSMEAN Number
1-Menor de 6	0.43111111	1
2-De 6 a 8	0.42519841	2
3-Mayor de 8	0.42614583	3

Least Squares Means for effect EDAD  
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: SRI

i/j	1	2	3
1		0.9033	0.9218
2	0.9033		0.9855
3	0.9218	0.9855	

EDAD	SAI LSMEAN	LSMEAN Number
1-Menor de 6	0.46694444	1
2-De 6 a 8	0.46150794	2
3-Mayor de 8	0.45197917	3

Least Squares Means for effect EDAD  
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: SAI

i/j	1	2	3
1		0.9146	0.7763
2	0.9146		0.8606
3	0.7763	0.8606	

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned

ANOVA BIFACTORIAL SEXOxEDAD CON MEDIDAS REPETIDAS EN EDAD (VAR=&VAR)

21

The GLM Procedure  
Least Squares Means

comparisons should be used.

SEXO	SIMK1 LSMEAN	H0:LSMean1=LSMean2 Pr >  t
F	45.0168519	0.0071
M	44.0910648	

SEXO	ANGULO LSMEAN	H0:LSMean1=LSMean2 Pr >  t
F	96.9126984	0.6485

M		94.1342593	
			H0:LSMean1=LSMean2 Pr >  t
SEXO	SIMK2	LSMEAN	
F		43.6805952	0.0404
M		42.9893750	
			H0:LSMean1=LSMean2 Pr >  t
SEXO	SRI	LSMEAN	
F		0.43216931	0.8201
M		0.42280093	
			H0:LSMean1=LSMean2 Pr >  t
SEXO	SAI	LSMEAN	
F		0.47294974	0.5509
M		0.44733796	

T-TEST:COMPARACION ENTRE SEXOS POR EDAD

22

----- EDAD=1-Menor de 6 -----

The TTEST Procedure

Statistics

Variable	SEXO	N	Lower CL Mean	Mean	Upper CL Mean	Lower CL Std Dev	Std Dev	Upper CL Std Dev	Std Err
ASTIGTOP	F	18	0.9875	1.5056	2.0236	0.7817	1.0417	1.5617	0.2455
ASTIGTOP	M	18	0.841	1.2561	1.6712	0.6264	0.8348	1.2514	0.1968
ASTIGTOP	Diff (1-2)		-0.39	0.2494	0.8889	0.7635	0.9439	1.2367	0.3146
ASTIGREF	F	16	-1.03	0.0156	1.0617	1.4502	1.9631	3.0383	0.4908
ASTIGREF	M	15	-0.267	0.1667	0.6003	0.5733	0.783	1.2349	0.2022
ASTIGREF	Diff (1-2)		-1.263	-0.151	0.9611	1.205	1.5131	2.034	0.5438
ANGULO_O	F	17	59.288	78.588	97.889	27.957	37.538	57.131	9.1044
ANGULO_O	M	15	71.18	102.6	134.02	41.539	56.737	89.48	14.649
ANGULO_O	Diff (1-2)		-58.36	-24.01	10.334	37.937	47.474	63.457	16.818
SIMK1	F	18	43.61	44.561	45.511	1.4338	1.9107	2.8644	0.4504
SIMK1	M	18	43.714	44.274	44.835	0.8458	1.1272	1.6898	0.2657
SIMK1	Diff (1-2)		-0.777	0.2861	1.3487	1.2688	1.5686	2.0552	0.5229
ANGULO	F	18	96.062	105.17	114.27	13.739	18.309	27.447	4.3154
ANGULO	M	18	88.07	100.28	112.49	18.422	24.55	36.803	5.7864
ANGULO	Diff (1-2)		-9.781	4.8889	19.558	17.516	21.655	28.373	7.2184
SIMK2	F	18	42.113	43.038	43.964	1.3963	1.8607	2.7895	0.4386
SIMK2	M	18	42.635	43.076	43.517	0.6658	0.8873	1.3302	0.2091
SIMK2	Diff (1-2)		-1.025	-0.038	0.9497	1.1791	1.4577	1.9098	0.4859
SRI	F	18	0.3397	0.4406	0.5414	0.1521	0.2027	0.3039	0.0478
SRI	M	18	0.3028	0.4217	0.5405	0.1794	0.239	0.3584	0.0563
SRI	Diff (1-2)		-0.131	0.0189	0.169	0.1793	0.2216	0.2904	0.0739
SAI	F	18	0.3647	0.4694	0.5742	0.1581	0.2107	0.3158	0.0497
SAI	M	18	0.3341	0.4644	0.5948	0.1966	0.2621	0.3929	0.0618
SAI	Diff (1-2)		-0.156	0.005	0.1661	0.1923	0.2378	0.3115	0.0793

T-Tests

Variable	Method	Variances	DF	t Value	Pr >  t
ASTIGTOP	Pooled	Equal	34	0.79	0.4334
ASTIGTOP	Satterthwaite	Unequal	32.5	0.79	0.4337
ASTIGREF	Pooled	Equal	29	-0.28	0.7832
ASTIGREF	Satterthwaite	Unequal	19.9	-0.28	0.7789
ANGULO_O	Pooled	Equal	30	-1.43	0.1637
ANGULO_O	Satterthwaite	Unequal	23.8	-1.39	0.1768
SIMK1	Pooled	Equal	34	0.55	0.5878
SIMK1	Satterthwaite	Unequal	27.6	0.55	0.5887
ANGULO	Pooled	Equal	34	0.68	0.5028
ANGULO	Satterthwaite	Unequal	31.4	0.68	0.5032
SIMK2	Pooled	Equal	34	-0.08	0.9385
SIMK2	Satterthwaite	Unequal	24.4	-0.08	0.9387
SRI	Pooled	Equal	34	0.26	0.7997
SRI	Satterthwaite	Unequal	33.1	0.26	0.7998
SAI	Pooled	Equal	34	0.06	0.9501
SAI	Satterthwaite	Unequal	32.5	0.06	0.9501

T-TEST:COMPARACION ENTRE SEXOS POR EDAD

23

----- EDAD=1-Menor de 6 -----

The TTEST Procedure

Equality of Variances

Variable	Method	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
ASTIGTOP	Folded F	17	17	1.56	0.3701
ASTIGREF	Folded F	15	14	6.29	0.0014
ANGULO_O	Folded F	14	16	2.28	0.1155
SIMK1	Folded F	17	17	2.87	0.0359
ANGULO	Folded F	17	17	1.80	0.2366
SIMK2	Folded F	17	17	4.40	0.0039
SRI	Folded F	17	17	1.39	0.5041
SAI	Folded F	17	17	1.55	0.3770

T-TEST:COMPARACION ENTRE SEXOS POR EDAD

24

----- EDAD=2-De 6 a 8 -----

The TTEST Procedure

Statistics

Variable	SEXO	N	Lower CL Mean	Mean	Upper CL Mean	Lower CL Std Dev	Std Dev	Upper CL Std Dev	Std Err
ASTIGTOP	F	14	0.8383	1.3379	1.8374	0.6272	0.8652	1.3939	0.2312
ASTIGTOP	M	18	0.795	1.2561	1.7172	0.6957	0.9272	1.39	0.2185
ASTIGTOP	Diff (1-2)		-0.574	0.0817	0.7373	0.7199	0.9008	1.2041	0.321
ASTIGREF	F	11	-0.263	0.6136	1.4907	0.9122	1.3056	2.2912	0.3936
ASTIGREF	M	18	-0.724	0.0278	0.7796	1.1345	1.5119	2.2666	0.3564
ASTIGREF	Diff (1-2)		-0.544	0.5859	1.7158	1.1377	1.439	1.9586	0.5507
ANGULO_O	F	12	52.99	82.583	112.18	32.994	46.576	79.081	13.445
ANGULO_O	M	17	69.355	93.765	118.17	35.358	47.476	72.255	11.515
ANGULO_O	Diff (1-2)		-47.63	-11.18	25.265	37.247	47.111	64.125	17.763
SIMK1	F	14	43.925	44.85	45.775	1.1614	1.602	2.5809	0.4282
SIMK1	M	18	43.417	44.26	45.103	1.2717	1.6947	2.5406	0.3994
SIMK1	Diff (1-2)		-0.615	0.59	1.7946	1.3227	1.6552	2.2124	0.5898
ANGULO	F	14	90.137	98.071	106.01	9.9623	13.742	22.139	3.6727
ANGULO	M	18	94.11	109.5	124.89	23.223	30.948	46.396	7.2946
ANGULO	Diff (1-2)		-29.62	-11.43	6.7593	19.971	24.992	33.406	8.9057
SIMK2	F	14	42.672	43.524	44.377	1.0702	1.4763	2.3784	0.3946
SIMK2	M	18	42.073	43.004	43.935	1.4044	1.8716	2.8058	0.4411
SIMK2	Diff (1-2)		-0.725	0.5204	1.766	1.3677	1.7116	2.2878	0.6099
SRI	F	14	0.3461	0.4293	0.5125	0.1045	0.1441	0.2322	0.0385
SRI	M	18	0.3174	0.4211	0.5248	0.1565	0.2086	0.3127	0.0492
SRI	Diff (1-2)		-0.125	0.0082	0.1417	0.1466	0.1835	0.2452	0.0654
SAI	F	14	0.364	0.4736	0.5831	0.1376	0.1898	0.3057	0.0507
SAI	M	18	0.3586	0.4494	0.5403	0.1371	0.1827	0.2739	0.0431
SAI	Diff (1-2)		-0.111	0.0241	0.1593	0.1485	0.1858	0.2483	0.0662

T-Tests

Variable	Method	Variances	DF	t Value	Pr >  t
ASTIGTOP	Pooled	Equal	30	0.25	0.8007
ASTIGTOP	Satterthwaite	Unequal	28.9	0.26	0.7991
ASTIGREF	Pooled	Equal	27	1.06	0.2968
ASTIGREF	Satterthwaite	Unequal	23.7	1.10	0.2810
ANGULO_O	Pooled	Equal	27	-0.63	0.5343
ANGULO_O	Satterthwaite	Unequal	24.1	-0.63	0.5336
SIMK1	Pooled	Equal	30	1.00	0.3252
SIMK1	Satterthwaite	Unequal	28.8	1.01	0.3220
ANGULO	Pooled	Equal	30	-1.28	0.2092
ANGULO	Satterthwaite	Unequal	24.6	-1.40	0.1742
SIMK2	Pooled	Equal	30	0.85	0.4003
SIMK2	Satterthwaite	Unequal	30	0.88	0.3862
SRI	Pooled	Equal	30	0.13	0.9013
SRI	Satterthwaite	Unequal	29.7	0.13	0.8968
SAI	Pooled	Equal	30	0.36	0.7181
SAI	Satterthwaite	Unequal	27.6	0.36	0.7196

T-TEST:COMPARACION ENTRE SEXOS POR EDAD

25

----- EDAD=2-De 6 a 8 -----

The TTEST Procedure

Equality of Variances

Variable	Method	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
ASTIGTOP	Folded F	17	13	1.15	0.8128
ASTIGREF	Folded F	17	10	1.34	0.6494
ANGULO_O	Folded F	16	11	1.04	0.9736
SIMK1	Folded F	17	13	1.12	0.8506
ANGULO	Folded F	17	13	5.07	0.0050
SIMK2	Folded F	17	13	1.61	0.3903
SRI	Folded F	17	13	2.09	0.1819
SAI	Folded F	13	17	1.08	0.8677

T-TEST:COMPARACION ENTRE SEXOS POR EDAD

26

----- EDAD=3-Mayor de 8 -----

The TTEST Procedure

Statistics

Variable	SEXO	N	Lower CL Mean	Mean	Upper CL Mean	Lower CL Std Dev	Std Dev	Upper CL Std Dev	Std Err
ASTIGTOP	F	12	0.5271	1.1325	1.7379	0.6749	0.9528	1.6177	0.275
ASTIGTOP	M	15	0.4424	0.9073	1.3723	0.6147	0.8396	1.3242	0.2168
ASTIGTOP	Diff (1-2)		-0.486	0.2252	0.936	0.6989	0.8912	1.2302	0.3452
ASTIGREF	F	12	-1.561	-0.604	0.3524	1.0665	1.5055	2.5562	0.4346
ASTIGREF	M	15	-0.236	0.3833	1.0022	0.8182	1.1175	1.7624	0.2885
ASTIGREF	Diff (1-2)		-2.026	-0.988	0.0515	1.0215	1.3025	1.798	0.5045
ANGULO_O	F	11	43.635	78.818	114	36.593	52.371	91.908	15.791
ANGULO_O	M	13	70.291	91.615	112.94	25.305	35.288	58.251	9.7872
ANGULO_O	Diff (1-2)		-50.08	-12.8	24.488	33.941	43.886	62.113	17.979
SIMK1	F	12	44.691	45.64	46.589	1.0581	1.4937	2.5361	0.4312
SIMK1	M	16	42.785	43.739	44.692	1.322	1.7896	2.7698	0.4474
SIMK1	Diff (1-2)		0.5897	1.9012	3.2128	1.3158	1.6708	2.2897	0.6381
ANGULO	F	12	64.323	87.5	110.68	25.841	36.478	61.935	10.53
ANGULO	M	16	49.392	72.625	95.858	32.208	43.601	67.481	10.9
ANGULO	Diff (1-2)		-17.1	14.875	46.854	32.083	40.74	55.831	15.558
SIMK2	F	12	43.306	44.479	45.652	1.3081	1.8466	3.1353	0.5331
SIMK2	M	16	42.069	42.888	43.707	1.1357	1.5374	2.3794	0.3843
SIMK2	Diff (1-2)		0.2761	1.591	2.906	1.3192	1.6752	2.2957	0.6397
SRI	F	12	0.32	0.4267	0.5334	0.119	0.1679	0.2852	0.0485
SRI	M	16	0.3218	0.4256	0.5295	0.144	0.1949	0.3016	0.0487
SRI	Diff (1-2)		-0.143	0.001	0.1455	0.1449	0.184	0.2521	0.0703
SAI	F	12	0.3357	0.4758	0.6159	0.1562	0.2205	0.3744	0.0637
SAI	M	16	0.3445	0.4281	0.5117	0.1159	0.1569	0.2428	0.0392
SAI	Diff (1-2)		-0.099	0.0477	0.1941	0.1468	0.1865	0.2555	0.0712

T-Tests

Variable	Method	Variances	DF	t Value	Pr >  t
ASTIGTOP	Pooled	Equal	25	0.65	0.5201
ASTIGTOP	Satterthwaite	Unequal	22.2	0.64	0.5268
ASTIGREF	Pooled	Equal	25	-1.96	0.0615
ASTIGREF	Satterthwaite	Unequal	19.8	-1.89	0.0731
ANGULO_O	Pooled	Equal	22	-0.71	0.4841
ANGULO_O	Satterthwaite	Unequal	17.1	-0.69	0.5002
SIMK1	Pooled	Equal	26	2.98	0.0062
SIMK1	Satterthwaite	Unequal	25.6	3.06	0.0051
ANGULO	Pooled	Equal	26	0.96	0.3478
ANGULO	Satterthwaite	Unequal	25.6	0.98	0.3355
SIMK2	Pooled	Equal	26	2.49	0.0196
SIMK2	Satterthwaite	Unequal	21.2	2.42	0.0245
SRI	Pooled	Equal	26	0.01	0.9883
SRI	Satterthwaite	Unequal	25.4	0.02	0.9880
SAI	Pooled	Equal	26	0.67	0.5088
SAI	Satterthwaite	Unequal	18.9	0.64	0.5310

T-TEST: COMPARACION ENTRE SEXOS POR EDAD

27

----- EDAD=3-Mayor de 8 -----

The TTEST Procedure

Equality of Variances

Variable	Method	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
ASTIGTOP	Folded F	11	14	1.29	0.6459
ASTIGREF	Folded F	11	14	1.81	0.2923
ANGULO_O	Folded F	10	12	2.20	0.1963
SIMK1	Folded F	15	11	1.44	0.5517
ANGULO	Folded F	15	11	1.43	0.5572
SIMK2	Folded F	11	15	1.44	0.5005
SRI	Folded F	15	11	1.35	0.6268
SAI	Folded F	11	15	1.98	0.2191

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO

28

----- SEXO=F -----

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
EDAD	3	1-Menor de 6 2-De 6 a 8 3-Mayor de 8

Data for Analysis of ASTIGTOP  
SIMK1 ANGULO SIMK2 SRI SAI

Number of Observations Read 48  
Number of Observations Used 44

Data for Analysis of ASTIGREF

Number of Observations Read 48  
 Number of Observations Used 39

Data for Analysis of ANGULO\_O

Number of Observations Read 48  
 Number of Observations Used 40

NOTE: Variables in each group are consistent with respect to the presence or absence of missing values.

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 29

----- SEXO=F -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: ASTIGTOP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	1.00528575	0.50264288	0.54	0.5868
Error	41	38.16490516	0.93085135		
Corrected Total	43	39.17019091			

R-Square 0.025665  
 Coeff Var 71.44308  
 Root MSE 0.964806  
 ASTIGTOP Mean 1.350455

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	1.00528575	0.50264288	0.54	0.5868

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	1.00528575	0.50264288	0.54	0.5868

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 30

----- SEXO=F -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: SIMK1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	8.5828215	4.2914107	1.47	0.2426
Error	41	119.9676944	2.9260413		
Corrected Total	43	128.5505159			

R-Square 0.066766  
 Coeff Var 3.805740  
 Root MSE 1.710568  
 SIMK1 Mean 44.94705

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	8.58282146	4.29141073	1.47	0.2426

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	8.58282146	4.29141073	1.47	0.2426

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 31

----- SEXO=F -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: ANGULO

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	2247.20779	1123.60390	2.02	0.1455

Error	41	22790.42857	555.86411
Corrected Total	43	25037.63636	

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ANGULO Mean
0.089753	24.03563	23.57677	98.09091

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	2247.207792	1123.603896	2.02	0.1455

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	2247.207792	1123.603896	2.02	0.1455

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 32

----- SEXO=F -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: SIMK2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	15.0251791	7.5125896	2.47	0.0971
Error	41	124.7010845	3.0414899		
Corrected Total	43	139.7262636			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	SIMK2 Mean
0.107533	4.001263	1.743987	43.58591

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	15.02517911	7.51258956	2.47	0.0971

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	15.02517911	7.51258956	2.47	0.0971

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 33

----- SEXO=F -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: SRI

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.00170058	0.00085029	0.03	0.9731
Error	41	1.27905397	0.03119644		
Corrected Total	43	1.28075455			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	SRI Mean
0.001328	40.77390	0.176625	0.433182

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	0.00170058	0.00085029	0.03	0.9731

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	0.00170058	0.00085029	0.03	0.9731

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 34

----- SEXO=F -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: SAI



A 44.5606 18 1-Menor de 6

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 37

----- SEXO=F -----

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for ANGULO

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 41
Error Mean Square 555.8641
Harmonic Mean of Cell Sizes 14.26415

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means 2 3
Critical Range 17.83 18.75

Means with the same letter are not significantly different.

Table with 4 columns: Duncan Grouping, Mean, N, EDAD. Rows show groupings for EDAD categories: 1-Menor de 6, 2-De 6 a 8, 3-Mayor de 8.

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 38

----- SEXO=F -----

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for SIMK2

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 41
Error Mean Square 3.04149
Harmonic Mean of Cell Sizes 14.26415

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means 2 3
Critical Range 1.319 1.387

Means with the same letter are not significantly different.

Table with 4 columns: Duncan Grouping, Mean, N, EDAD. Rows show groupings for EDAD categories: 1-Menor de 6, 2-De 6 a 8, 3-Mayor de 8.

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 39

----- SEXO=F -----

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for SRI

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 41
Error Mean Square 0.031196
Harmonic Mean of Cell Sizes 14.26415

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	.1336	.1404

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	EDAD
A	0.44056	18	1-Menor de 6
A	0.42929	14	2-De 6 a 8
A	0.42667	12	3-Mayor de 8

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 40

----- SEXO=F -----

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for SAI

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	41
Error Mean Square	0.042866
Harmonic Mean of Cell Sizes	14.26415

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	.1566	.1646

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	EDAD
A	0.47583	12	3-Mayor de 8
A	0.47357	14	2-De 6 a 8
A	0.46944	18	1-Menor de 6

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 41

----- SEXO=F -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: ASTIGREF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	8.5245575	4.2622787	1.54	0.2287
Error	36	99.7863400	2.7718428		
Corrected Total	38	108.3108974			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ASTIGREF Mean
0.078705	-25972.21	1.664885	-0.006410

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	8.52455747	4.26227874	1.54	0.2287

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	8.52455747	4.26227874	1.54	0.2287

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 42

----- SEXO=F -----

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for ASTIGREF

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 36  
 Error Mean Square 2.771843  
 Harmonic Mean of Cell Sizes 12.672

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means 2 3  
 Critical Range 1.341 1.410

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	EDAD
A	0.6136	11	2-De 6 a 8
A	0.0156	16	1-Menor de 6
A	-0.6042	12	3-Mayor de 8

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 43

----- SEXO=F -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: ANGULO\_O

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	128.42932	64.21466	0.03	0.9684
Error	37	73836.67068	1995.58569		
Corrected Total	39	73965.10000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ANGULO_O Mean
0.001736	55.94487	44.67198	79.85000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	128.4293226	64.2146613	0.03	0.9684

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	128.4293226	64.2146613	0.03	0.9684

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 44

----- SEXO=F -----

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for ANGULO\_O

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 37  
 Error Mean Square 1995.586  
 Harmonic Mean of Cell Sizes 12.87189

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means 2 3  
 Critical Range 35.68 37.51

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	EDAD
A	82.58	12	2-De 6 a 8
A	78.82	11	3-Mayor de 8
A	78.59	17	1-Menor de 6

----- SEXO=M -----

## The GLM Procedure

## Class Level Information

Class	Levels	Values
EDAD	3	1-Menor de 6 2-De 6 a 8 3-Mayor de 8

## Data for Analysis of ASTIGTOP

Number of Observations Read	52
Number of Observations Used	51

## Data for Analysis of ASTIGREF

Number of Observations Read	52
Number of Observations Used	48

## Data for Analysis of ANGULO\_O

Number of Observations Read	52
Number of Observations Used	45

Data for Analysis of SIMK1  
ANGULO SIMK2 SRI SAI

Number of Observations Read	52
Number of Observations Used	52

NOTE: Variables in each group are consistent with respect to the presence or absence of missing values.

----- SEXO=M -----

## The GLM Procedure

Dependent Variable: ASTIGTOP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	1.28801582	0.64400791	0.85	0.4334
Error	48	36.33034889	0.75688227		
Corrected Total	50	37.61836471			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ASTIGTOP Mean
0.034239	75.41982	0.869990	1.153529

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	1.28801582	0.64400791	0.85	0.4334

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	1.28801582	0.64400791	0.85	0.4334

----- SEXO=M -----

## The GLM Procedure

## Duncan's Multiple Range Test for ASTIGTOP

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	48
Error Mean Square	0.756882
Harmonic Mean of Cell Sizes	16.875

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	.6022	.6333

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	EDAD
A	1.2561	18	2-De 6 a 8
A	1.2561	18	1-Menor de 6
A	0.9073	15	3-Mayor de 8

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 48

----- SEXO=M -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: ASTIGREF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	1.03967014	0.51983507	0.36	0.6995
Error	45	64.92777778	1.44283951		
Corrected Total	47	65.96744792			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ASTIGREF Mean
0.015760	658.9344	1.201183	0.182292

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	1.03967014	0.51983507	0.36	0.6995

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	1.03967014	0.51983507	0.36	0.6995

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 49

----- SEXO=M -----

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for ASTIGREF

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	45
Error Mean Square	1.44284
Harmonic Mean of Cell Sizes	15.88235

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	.8585	.9028

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	EDAD
A	0.3833	15	3-Mayor de 8
A	0.1667	15	1-Menor de 6
A	0.0278	18	2-De 6 a 8

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 50

----- SEXO=M -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: ANGULO\_0



----- SEXO=M -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: ANGULO

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	12296.06197	6148.03098	5.47	0.0072
Error	49	55043.86111	1123.34410		
Corrected Total	51	67339.92308			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ANGULO Mean
0.182597	35.29463	33.51633	94.96154

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	12296.06197	6148.03098	5.47	0.0072

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	12296.06197	6148.03098	5.47	0.0072

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 54

----- SEXO=M -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: SIMK2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.3024449	0.1512225	0.07	0.9340
Error	49	108.3890993	2.2120224		
Corrected Total	51	108.6915442			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	SIMK2 Mean
0.002783	3.459348	1.487287	42.99327

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	0.30244493	0.15122246	0.07	0.9340

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	0.30244493	0.15122246	0.07	0.9340

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 55

----- SEXO=M -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: SRI

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.00020155	0.00010077	0.00	0.9978
Error	49	2.28082153	0.04654738		
Corrected Total	51	2.28102308			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	SRI Mean
0.000088	51.04148	0.215748	0.422692

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	2	0.00020155	0.00010077	0.00	0.9978

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
--------	----	-------------	-------------	---------	--------



Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	EDAD
A	109.50	18	2-De 6 a 8
A	100.28	18	1-Menor de 6
B	72.63	16	3-Mayor de 8

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 59

----- SEXO=M -----

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for SIMK2

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	49
Error Mean Square	2.212022
Harmonic Mean of Cell Sizes	17.28

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	1.017	1.069

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	EDAD
A	43.0761	18	1-Menor de 6
A	43.0039	18	2-De 6 a 8
A	42.8881	16	3-Mayor de 8

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 60

----- SEXO=M -----

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for SRI

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	49
Error Mean Square	0.046547
Harmonic Mean of Cell Sizes	17.28

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	.1475	.1551

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	EDAD
A	0.42563	16	3-Mayor de 8
A	0.42167	18	1-Menor de 6
A	0.42111	18	2-De 6 a 8

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO 61

----- SEXO=M -----

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for SAI

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

rate.

Alpha		0.05
Error Degrees of Freedom		49
Error Mean Square	0.042938	
Harmonic Mean of Cell Sizes	17.28	

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	.1417	.1490

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	EDAD
A	0.46444	18	1-Menor de 6
A			
A	0.44944	18	2-De 6 a 8
A			
A	0.42813	16	3-Mayor de 8

MATRIZ DE CORRELACIONES (TOTAL)

1

The CORR Procedure

8 Variables: ASTIGTOP ASTIGREF ANGULO\_O SIMK1 ANGULO SIMK2 SRI SAI

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
ASTIGTOP	95	1.24474	0.90920	118.25000	0	3.70000
ASTIGREF	87	0.09770	1.42668	8.50000	-4.00000	3.50000
ANGULO_O	85	88.44706	45.85316	7518	2.00000	178.00000
SIMK1	96	44.49073	1.67654	4271	40.35000	48.77000
ANGULO	96	96.39583	31.22262	9254	0	179.00000
SIMK2	96	43.26490	1.64409	4153	39.71000	47.43000
SRI	96	0.42750	0.19370	41.04000	0.03000	1.02000
SAI	96	0.45927	0.20228	44.09000	0.16000	1.21000

Pearson Correlation Coefficients  
 Prob > |r| under H0: Rho=0  
 Number of Observations

	ASTIGTOP	ASTIGREF	ANGULO_O	SIMK1	ANGULO	SIMK2	SRI	SAI
ASTIGTOP	1.00000	0.06967	-0.26170	0.30915	0.08655	-0.23634	0.33592	0.28988
	95	84	83	95	95	95	95	95
ASTIGREF	0.06967	1.00000	0.39155	-0.07720	-0.07236	-0.12386	0.19731	0.05540
	84	87	80	85	85	85	85	85
ANGULO_O	-0.26170	0.39155	1.00000	-0.12724	-0.16783	0.02523	0.16804	-0.00477
	83	80	85	84	84	84	84	84
SIMK1	0.30915	-0.07720	-0.12724	1.00000	0.06229	0.84715	0.35239	0.13781
	95	85	84	96	96	96	96	96
ANGULO	0.08655	-0.07236	-0.16783	0.06229	1.00000	-0.01644	-0.11913	-0.08787
	95	85	84	96	96	96	96	96
SIMK2	-0.23634	-0.12386	0.02523	0.84715	-0.01644	1.00000	0.17384	-0.00935
	95	85	84	96	96	96	96	96
SRI	0.33592	0.19731	0.16804	0.35239	-0.11913	0.17384	1.00000	0.45120
	95	85	84	96	96	96	96	96
SAI	0.28988	0.05540	-0.00477	0.13781	-0.08787	-0.00935	0.45120	1.00000
	95	85	84	96	96	96	96	96

MATRIZ DE CORRELACIONES POR SEXO

2

----- SEXO=F -----

The CORR Procedure

8 Variables: ASTIGTOP ASTIGREF ANGULO\_O SIMK1 ANGULO SIMK2 SRI SAI

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
ASTIGTOP	44	1.35045	0.95443	59.42000	0.20000	3.70000
ASTIGREF	39	-0.00641	1.68828	-0.25000	-4.00000	3.50000
ANGULO_O	40	79.85000	43.54929	3194	6.00000	170.00000
SIMK1	44	44.94705	1.72903	1978	40.78000	48.77000
ANGULO	44	98.09091	24.13028	4316	11.00000	155.00000
SIMK2	44	43.58591	1.80262	1918	39.71000	47.43000
SRI	44	0.43318	0.17258	19.06000	0.11000	0.88000
SAI	44	0.47250	0.20219	20.79000	0.18000	1.07000

Pearson Correlation Coefficients  
 Prob > |r| under H0: Rho=0  
 Number of Observations

	ASTIGTOP	ASTIGREF	ANGULO_O	SIMK1	ANGULO	SIMK2	SRI	SAI
ASTIGTOP	1.00000	-0.03224	-0.39306	0.18145	0.05252	-0.35203	0.29347	0.24035
	44	37	39	44	44	44	44	44

ASTIGREF	-0.03224 0.8498 37	1.00000 39	0.52540 0.0010 36	-0.09682 0.5686 37	-0.04059 0.8115 37	-0.08047 0.6359 37	0.05131 0.7630 37	-0.07596 0.6550 37
ANGULO_O	-0.39306 0.0133 39	0.52540 0.0010 36	1.00000 40	-0.09338 0.5718 39	0.05554 0.7370 39	0.12427 0.4510 39	0.14025 0.3944 39	-0.03646 0.8256 39
SIMK1	0.18145 0.2385 44	-0.09682 0.5686 37	-0.09338 0.5718 39	1.00000 44	-0.20182 0.1889 44	0.85448 <.0001 44	0.51068 0.0004 44	0.08004 0.6055 44
ANGULO	0.05252 0.7349 44	-0.04059 0.8115 37	0.05554 0.7370 39	-0.20182 0.1889 44	1.00000 44	-0.22832 0.1360 44	-0.10299 0.5059 44	-0.13065 0.3979 44
SIMK2	-0.35203 0.0191 44	-0.08047 0.6359 37	0.12427 0.4510 39	0.85448 <.0001 44	-0.22832 0.1360 44	1.00000 44	0.33056 0.0284 44	-0.04621 0.7658 44
SRI	0.29347 0.0532 44	0.05131 0.7630 37	0.14025 0.3944 39	0.51068 0.0004 44	-0.10299 0.5059 44	0.33056 0.0284 44	1.00000 44	0.39198 0.0085 44

MATRIZ DE CORRELACIONES POR SEXO

3

----- SEXO=F -----

The CORR Procedure

Pearson Correlation Coefficients  
 Prob > |r| under H0: Rho=0  
 Number of Observations

	ASTIGTOP	ASTIGREF	ANGULO_O	SIMK1	ANGULO	SIMK2	SRI	SAI
SAI	0.24035 0.1161 44	-0.07596 0.6550 37	-0.03646 0.8256 39	0.08004 0.6055 44	-0.13065 0.3979 44	-0.04621 0.7658 44	0.39198 0.0085 44	1.00000 44

MATRIZ DE CORRELACIONES POR SEXO

4

----- SEXO=M -----

The CORR Procedure

8 Variables: ASTIGTOP ASTIGREF ANGULO\_O SIMK1 ANGULO SIMK2 SRI SAI

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
ASTIGTOP	51	1.15353	0.86739	58.83000	0	3.57000
ASTIGREF	48	0.18229	1.18472	8.75000	-2.75000	3.50000
ANGULO_O	45	96.08889	46.96750	4324	2.00000	178.00000
SIMK1	52	44.10462	1.54386	2293	40.35000	47.35000
ANGULO	52	94.96154	36.33718	4938	0	179.00000
SIMK2	52	42.99327	1.45987	2236	40.07000	45.99000
SRI	52	0.42269	0.21149	21.98000	0.03000	1.02000
SAI	52	0.44808	0.20365	23.30000	0.16000	1.21000

Pearson Correlation Coefficients  
 Prob > |r| under H0: Rho=0  
 Number of Observations

	ASTIGTOP	ASTIGREF	ANGULO_O	SIMK1	ANGULO	SIMK2	SRI	SAI
ASTIGTOP	1.00000 51	0.22170 0.1342 47	-0.12810 0.4073 44	0.41018 0.0028 51	0.10966 0.4437 51	-0.16097 0.2591 51	0.37484 0.0067 51	0.32672 0.0193 51
ASTIGREF	0.22170 0.1342 47	1.00000 48	0.25675 0.0925 44	-0.03088 0.8350 48	-0.10125 0.4935 48	-0.17298 0.2397 48	0.35112 0.0144 48	0.23229 0.1121 48
ANGULO_O	-0.12810 0.4073 44	0.25675 0.0925 44	1.00000 45	-0.09139 0.5505 45	-0.28511 0.0576 45	-0.01224 0.9364 45	0.19574 0.1975 45	0.02095 0.8914 45
SIMK1	0.41018 0.0028 51	-0.03088 0.8350 48	-0.09139 0.5505 45	1.00000 52	0.21286 0.1297 52	0.83007 <.0001 52	0.24672 0.0779 52	0.17127 0.2247 52
ANGULO	0.10966 0.4437 51	-0.10125 0.4935 48	-0.28511 0.0576 45	0.21286 0.1297 52	1.00000 52	0.11187 0.4298 52	-0.12958 0.3599 52	-0.07189 0.6125 52
SIMK2	-0.16097 0.2591	-0.17298 0.2397	-0.01224 0.9364	0.83007 <.0001	0.11187 0.4298	1.00000	0.04377 0.7580	0.00553 0.9690

	51	48	45	52	52	52	52	52
SRI	0.37484	0.35112	0.19574	0.24672	-0.12958	0.04377	1.00000	0.49408
	0.0067	0.0144	0.1975	0.0779	0.3599	0.7580		0.0002
	51	48	45	52	52	52	52	52

MATRIZ DE CORRELACIONES POR SEXO

5

----- SEXO=M -----

The CORR Procedure

Pearson Correlation Coefficients  
 Prob > |r| under H0: Rho=0  
 Number of Observations

	ASTIGTOP	ASTIGREF	ANGULO_O	SIMK1	ANGULO	SIMK2	SRI	SAI
SAI	0.32672	0.23229	0.02095	0.17127	-0.07189	0.00553	0.49408	1.00000
	0.0193	0.1121	0.8914	0.2247	0.6125	0.9690	0.0002	
	51	48	45	52	52	52	52	52

MATRIZ DE CORRELACIONES POR EDAD

6

----- EDAD=1-Menor de 6 -----

The CORR Procedure

8 Variables: ASTIGTOP ASTIGREF ANGULO\_O SIMK1 ANGULO SIMK2 SRI SAI

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
ASTIGTOP	36	1.38083	0.93891	49.71000	0.22000	3.42000
ASTIGREF	31	0.08871	1.48961	2.75000	-4.00000	3.25000
ANGULO_O	32	89.84375	48.26279	2875	7.00000	176.00000
SIMK1	36	44.41750	1.55286	1599	40.78000	48.77000
ANGULO	36	102.72222	21.48702	3698	46.00000	142.00000
SIMK2	36	43.05722	1.43682	1550	39.71000	46.34000
SRI	36	0.43111	0.21866	15.52000	0.03000	0.91000
SAI	36	0.46694	0.23435	16.81000	0.16000	1.21000

Pearson Correlation Coefficients  
 Prob > |r| under H0: Rho=0  
 Number of Observations

	ASTIGTOP	ASTIGREF	ANGULO_O	SIMK1	ANGULO	SIMK2	SRI	SAI
ASTIGTOP	1.00000	-0.15167	-0.36515	0.42012	0.04610	-0.20395	0.21205	0.04995
		0.4154	0.0399	0.0107	0.7895	0.2328	0.2144	0.7723
	36	31	32	36	36	36	36	36
ASTIGREF	-0.15167	1.00000	0.49538	-0.21043	0.05388	-0.13761	-0.01773	0.08636
	0.4154		0.0063	0.2559	0.7734	0.4604	0.9246	0.6441
	31	31	29	31	31	31	31	31
ANGULO_O	-0.36515	0.49538	1.00000	-0.15348	-0.18279	0.08662	0.10585	-0.15786
	0.0399	0.0063		0.4017	0.3167	0.6374	0.5642	0.3882
	32	29	32	32	32	32	32	32
SIMK1	0.42012	-0.21043	-0.15348	1.00000	-0.11282	0.79877	0.29790	0.03127
	0.0107	0.2559	0.4017		0.5124	<.0001	0.0776	0.8564
	36	31	32	36	36	36	36	36
ANGULO	0.04610	0.05388	-0.18279	-0.11282	1.00000	-0.19083	-0.44192	-0.15059
	0.7895	0.7734	0.3167	0.5124		0.2649	0.0070	0.3807
	36	31	32	36	36	36	36	36
SIMK2	-0.20395	-0.13761	0.08662	0.79877	-0.19083	1.00000	0.20402	-0.00574
	0.2328	0.4604	0.6374	<.0001	0.2649		0.2327	0.9735
	36	31	32	36	36	36	36	36
SRI	0.21205	-0.01773	0.10585	0.29790	-0.44192	0.20402	1.00000	0.40688
	0.2144	0.9246	0.5642	0.0776	0.0070	0.2327		0.0138
	36	31	32	36	36	36	36	36

MATRIZ DE CORRELACIONES POR EDAD

7

----- EDAD=1-Menor de 6 -----

The CORR Procedure

Pearson Correlation Coefficients  
 Prob > |r| under H0: Rho=0  
 Number of Observations

	ASTIGTOP	ASTIGREF	ANGULO_O	SIMK1	ANGULO	SIMK2	SRI	SAI
SAI	0.04995	0.08636	-0.15786	0.03127	-0.15059	-0.00574	0.40688	1.00000

0.7723 0.6441 0.3882 0.8564 0.3807 0.9735 0.0138  
 36 31 32 36 36 36 36 36

MATRIZ DE CORRELACIONES POR EDAD

8

----- EDAD=2-De 6 a 8 -----

The CORR Procedure

8 Variables: ASTIGTOP ASTIGREF ANGULO\_O SIMK1 ANGULO SIMK2 SRI SAI

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
ASTIGTOP	32	1.29188	0.88715	41.34000	0.20000	3.58000
ASTIGREF	29	0.25000	1.44234	7.25000	-2.75000	3.50000
ANGULO_O	29	89.13793	46.60068	2585	2.00000	178.00000
SIMK1	32	44.51813	1.65519	1425	41.81000	48.18000
ANGULO	32	104.50000	25.25100	3344	42.00000	179.00000
SIMK2	32	43.23156	1.70404	1383	40.07000	46.35000
SRI	32	0.42469	0.18052	13.59000	0.08000	1.02000
SAI	32	0.46000	0.18318	14.72000	0.23000	0.98000

Pearson Correlation Coefficients  
 Prob > |r| under H0: Rho=0  
 Number of Observations

	ASTIGTOP	ASTIGREF	ANGULO_O	SIMK1	ANGULO	SIMK2	SRI	SAI
ASTIGTOP	1.00000	0.41896	-0.17825	0.20586	-0.12355	-0.32234	0.30255	0.39273
		0.0265	0.3641	0.2583	0.5005	0.0720	0.0924	0.0262
	32	28	28	32	32	32	32	32
ASTIGREF	0.41896	1.00000	0.27219	0.03694	-0.35957	-0.19407	0.33782	0.28511
	0.0265		0.1696	0.8520	0.0602	0.3224	0.0787	0.1414
	28	29	27	28	28	28	28	28
ANGULO_O	-0.17825	0.27219	1.00000	-0.22774	-0.23750	-0.12843	0.17955	0.21078
	0.3641	0.1696		0.2438	0.2236	0.5148	0.3606	0.2816
	28	27	29	28	28	28	28	28
SIMK1	0.20586	0.03694	-0.22774	1.00000	0.22170	0.85786	0.40009	0.14336
	0.2583	0.8520	0.2438		0.2227	<.0001	0.0233	0.4338
	32	28	28	32	32	32	32	32
ANGULO	-0.12355	-0.35957	-0.23750	0.22170	1.00000	0.26061	-0.04674	-0.19904
	0.5005	0.0602	0.2236	0.2227		0.1497	0.7995	0.2748
	32	28	28	32	32	32	32	32
SIMK2	-0.32234	-0.19407	-0.12843	0.85786	0.26061	1.00000	0.21837	-0.05414
	0.0720	0.3224	0.5148	<.0001	0.1497		0.2299	0.7685
	32	28	28	32	32	32	32	32
SRI	0.30255	0.33782	0.17955	0.40009	-0.04674	0.21837	1.00000	0.52181
	0.0924	0.0787	0.3606	0.0233	0.7995	0.2299		0.0022
	32	28	28	32	32	32	32	32

MATRIZ DE CORRELACIONES POR EDAD

9

----- EDAD=2-De 6 a 8 -----

The CORR Procedure

Pearson Correlation Coefficients  
 Prob > |r| under H0: Rho=0  
 Number of Observations

	ASTIGTOP	ASTIGREF	ANGULO_O	SIMK1	ANGULO	SIMK2	SRI	SAI
SAI	0.39273	0.28511	0.21078	0.14336	-0.19904	-0.05414	0.52181	1.00000
	0.0262	0.1414	0.2816	0.4338	0.2748	0.7685	0.0022	
	32	28	28	32	32	32	32	32

MATRIZ DE CORRELACIONES POR EDAD

10

----- EDAD=3-Mayor de 8 -----

The CORR Procedure

8 Variables: ASTIGTOP ASTIGREF ANGULO\_O SIMK1 ANGULO SIMK2 SRI SAI

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
ASTIGTOP	27	1.00741	0.88129	27.20000	0	3.70000
ASTIGREF	27	-0.05556	1.37165	-1.50000	-4.00000	3.50000
ANGULO_O	24	85.75000	43.41233	2058	13.00000	175.00000

SIMK1	28	44.55357	1.89901	1248	40.35000	47.90000
ANGULO	28	79.00000	40.67486	2212	0	155.00000
SIMK2	28	43.57000	1.82900	1220	40.35000	47.43000
SRI	28	0.42607	0.18054	11.93000	0.07000	0.86000
SAI	28	0.44857	0.18455	12.56000	0.20000	1.07000

Pearson Correlation Coefficients  
 Prob > |r| under H0: Rho=0  
 Number of Observations

	ASTIGTOP	ASTIGREF	ANGULO_O	SIMK1	ANGULO	SIMK2	SRI	SAI
ASTIGTOP	1.00000	-0.05210	-0.24524	0.32171	0.15644	-0.13724	0.61186	0.59429
		0.8046	0.2594	0.1018	0.4358	0.4949	0.0007	0.0011
		25	23	27	27	27	27	27
ASTIGREF	-0.05210	1.00000	0.36822	-0.03199	-0.04927	-0.01415	0.32236	-0.24756
	0.8046		0.0767	0.8767	0.8111	0.9453	0.1083	0.2227
	25	27	24	26	26	26	26	26
ANGULO_O	-0.24524	0.36822	1.00000	0.02597	-0.21199	0.16129	0.26314	0.01084
	0.2594	0.0767		0.9041	0.3200	0.4515	0.2141	0.9599
	23	24	24	24	24	24	24	24
SIMK1	0.32171	-0.03199	0.02597	1.00000	0.09325	0.88923	0.39322	0.28878
	0.1018	0.8767	0.9041		0.6369	<.0001	0.0384	0.1361
	27	26	24	28	28	28	28	28
ANGULO	0.15644	-0.04927	-0.21199	0.09325	1.00000	-0.00849	0.05064	-0.02363
	0.4358	0.8111	0.3200	0.6369		0.9658	0.7980	0.9050
	27	26	24	28	28	28	28	28
SIMK2	-0.13724	-0.01415	0.16129	0.88923	-0.00849	1.00000	0.10876	0.04889
	0.4949	0.9453	0.4515	<.0001	0.9658		0.5817	0.8048
	27	26	24	28	28	28	28	28
SRI	0.61186	0.32236	0.26314	0.39322	0.05064	0.10876	1.00000	0.45970
	0.0007	0.1083	0.2141	0.0384	0.7980	0.5817		0.0138
	27	26	24	28	28	28	28	28

MATRIZ DE CORRELACIONES POR EDAD

11

----- EDAD=3-Mayor de 8 -----

The CORR Procedure

Pearson Correlation Coefficients  
 Prob > |r| under H0: Rho=0  
 Number of Observations

	ASTIGTOP	ASTIGREF	ANGULO_O	SIMK1	ANGULO	SIMK2	SRI	SAI
SAI	0.59429	-0.24756	0.01084	0.28878	-0.02363	0.04889	0.45970	1.00000
	0.0011	0.2227	0.9599	0.1361	0.9050	0.8048	0.0138	
	27	26	24	28	28	28	28	28

ESTADISTICA DESCRIPTIVA (TOTAL)

1

The MEANS Procedure

Analysis Variable : EQESF

N	Mean	Std Dev	Min	Max
91	1.16	2.35	-4.88	6.88

ESTADISTICA DESCRIPTIVA (SEXO)

2

The MEANS Procedure

Analysis Variable : EQESF

SEXO	N Obs	N	Mean	Std Dev	Min	Max
F	48	42	0.72	2.37	-4.88	6.00
M	52	49	1.53	2.28	-4.13	6.88

ESTADISTICA DESCRIPTIVA (EDAD)

3

The MEANS Procedure

Analysis Variable : EQESF

edad	N Obs	N	Mean	Std Dev	Min	Max
1-Menor de 6	37	34	1.38	2.21	-3.50	6.88
2-De 6 a 8	34	31	1.57	2.49	-4.13	6.38
3-Mayor de 8	29	26	0.38	2.26	-4.88	4.00

ESTADISTICA DESCRIPTIVA (SEXO X EDAD)

4

The MEANS Procedure

Analysis Variable : EQESF

SEXO	edad	N Obs	N	Mean	Std Dev	Min	Max
F	1-Menor de 6	19	18	0.74	2.07	-3.50	3.00
	2-De 6 a 8	16	13	1.97	2.14	-0.83	6.00
	3-Mayor de 8	13	11	-0.78	2.41	-4.88	1.50
M	1-Menor de 6	18	16	2.09	2.20	-1.38	6.88
	2-De 6 a 8	18	18	1.28	2.73	-4.13	6.38
	3-Mayor de 8	16	15	1.24	1.76	-2.75	4.00

ANOVA BIFACTORIAL SEXOxEDAD CON MEDIDAS REPETIDAS EN EDAD (VAR=&VAR)

5

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
SEXO	2	F M
edad	3	1-Menor de 6 2-De 6 a 8 3-Mayor de 8

Number of Observations Read 100  
 Number of Observations Used 91

ANOVA BIFACTORIAL SEXOxEDAD CON MEDIDAS REPETIDAS EN EDAD (VAR=&VAR)

6

The GLM Procedure

Dependent Variable: EQESF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value
Model	5	67.4356844	13.4871369	2.68
Error	85	428.2333404	5.0380393	
Corrected Total	90	495.6690247		

R-Square 0.136050  
 Coeff Var 193.7441  
 Root MSE 2.244558  
 EQESF Mean 1.158516

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value
SEXO	1	14.90157575	14.90157575	2.96
edad	2	23.79186971	11.89593485	2.36
SEXO*edad	2	28.74223890	14.37111945	2.85

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value
SEXO	1	17.71554086	17.71554086	3.52
edad	2	30.69775535	15.34887767	3.05
SEXO*edad	2	28.74223890	14.37111945	2.85

ANOVA BIFACTORIAL SEXOxEDAD CON MEDIDAS REPETIDAS EN EDAD (VAR=&VAR)

7

The GLM Procedure  
 Least Squares Means

edad	EQESF LSMEAN	LSMEAN Number
1-Menor de 6	1.41840278	1
2-De 6 a 8	1.62158120	2
3-Mayor de 8	0.22878788	3

Least Squares Means for effect edad  
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: EQESF

i/j	1	2	3
1		0.7185	0.0466
2	0.7185		0.0236
3	0.0466	0.0236	

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

SEXO	EQESF LSMEAN	H0:LSMean1=LSMean2 Pr >  t
F	0.64144975	0.0642
M	1.53773148	

T-TEST:COMPARACION ENTRE SEXOS POR EDAD

8

----- edad=1-Menor de 6 -----  
-----

The TTEST Procedure

Statistics

CL	Variable	SEXO	N	Lower CL Mean	Upper CL Mean	Lower CL Std Dev	Upper Std Dev	Std
EQESF	F		18	-0.284	0.7431	1.5505	2.0662	
3.0976		0.487						
EQESF	M		16	0.9214	2.0938	1.6253	2.2001	
3.4051		0.55						
EQESF	Diff (1-2)			-2.841	-1.351	0.1401	1.713	2.13
2.8174		0.7319						

T-Tests

Variable	Method	Variances	DF	t Value	Pr >  t
EQESF	Pooled	Equal	32	-1.85	0.0742
EQESF	Satterthwaite	Unequal	31	-1.84	0.0756

Equality of Variances

Variable	Method	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
EQESF	Folded F	15	17	1.13	0.7967

T-TEST:COMPARACION ENTRE SEXOS POR EDAD

9

----- edad=2-De 6 a 8 -----  
-----

The TTEST Procedure

Statistics

CL	Variable	SEXO	N	Lower CL	Upper CL	Lower CL	Upper
Dev	Std	Err		Mean	Mean	Std Dev	Std
EQESF	F		13	0.6723	1.9654	1.5345	2.1399
3.5324	0.5935						
EQESF	M		18	-0.081	1.2778	2.0501	2.7321
4.0958	0.644						
EQESF	Diff (1-2)			-1.176	0.6876	1.9943	2.5041
3.3663	0.9114						

T-Tests

Variable	Method	Variances	DF	t Value	Pr >  t
EQESF	Pooled	Equal	29	0.75	0.4567
EQESF	Satterthwaite	Unequal	28.8	0.79	0.4388

Equality of Variances

Variable	Method	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
EQESF	Folded F	17	12	1.63	0.3935

T-TEST:COMPARACION ENTRE SEXOS POR EDAD

10

----- edad=3-Mayor de 8 -----  
-----

The TTEST Procedure

Statistics

CL	Variable	SEXO	N	Lower CL	Upper CL	Lower CL	Upper
Dev	Std	Err		Mean	Mean	Std Dev	Std
EQESF	F		11	-2.401	-0.784	1.6814	2.4064
4.2231	0.7256						
EQESF	M		15	0.2678	1.2417	1.2875	1.7586
2.7734	0.4541						
EQESF	Diff (1-2)			-3.708	-2.026	1.6034	2.0535
2.8567	0.8152						

T-Tests

Variable	Method	Variances	DF	t Value	Pr >  t
EQESF	Pooled	Equal	24	-2.49	0.0203
EQESF	Satterthwaite	Unequal	17.5	-2.37	0.0297

Equality of Variances

Variable	Method	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
EQESF	Folded F	10	14	1.87	0.2749

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO

11

----- SEXO=F -----  
-----

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
edad	3	1-Menor de 6 2-De 6 a 8 3-Mayor de 8

Number of Observations Read	48
Number of Observations Used	42

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO

12

----- SEXO=F -----  
-----

The GLM Procedure

Dependent Variable: EQESF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value
Pr > F				
Model	2	45.0574434	22.5287217	4.74
0.0144				
Error	39	185.4357709	4.7547634	
Corrected Total	41	230.4932143		

R-Square	Coeff Var	Root MSE	EQESF Mean
0.195483	302.2533	2.180542	0.721429

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value
Pr > F				
edad	2	45.05744336	22.52872168	4.74
0.0144				

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value
Pr > F				
edad	2	45.05744336	22.52872168	4.74
0.0144				

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO

13

----- SEXO=F -----  
-----

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for EQESF

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error

rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	39
Error Mean Square	4.754763
Harmonic Mean of Cell Sizes	13.42957

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	1.702	1.790

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	edad
A	1.9654	13	2-De 6 a 8
B A	0.7431	18	1-Menor de 6
B	-0.7841	11	3-Mayor de 8

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO

14

----- SEXO=M -----  
-----

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
edad	3	1-Menor de 6 2-De 6 a 8 3-Mayor de 8

Number of Observations Read	52
Number of Observations Used	49

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO

15

----- SEXO=M -----  
-----

The GLM Procedure

Dependent Variable: EQESF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value
Model	2	7.4766652	3.7383326	0.71
Error	46	242.7975694	5.2782080	
Corrected Total	48	250.2742347		

R-Square	Coeff Var	Root MSE	EQESF Mean
0.029874	149.8493	2.297435	1.533163

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value
edad	2	7.47666525	3.73833262	0.71

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value
edad	2	7.47666525	3.73833262	0.71

edad 2 7.47666525 3.73833262 0.71  
 0.4978

ANOVA: COMPARACION ENTRE EDADES POR SEXO

16

----- SEXO=M -----  
 -----

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for EQESF

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the  
 experimentwise error

rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 46  
 Error Mean Square 5.278208  
 Harmonic Mean of Cell Sizes 16.2406

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means 2 3  
 Critical Range 1.623 1.707

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	edad
A	2.0938	16	1-Menor de 6
A	1.2778	18	2-De 6 a 8
A	1.2417	15	3-Mayor de 8