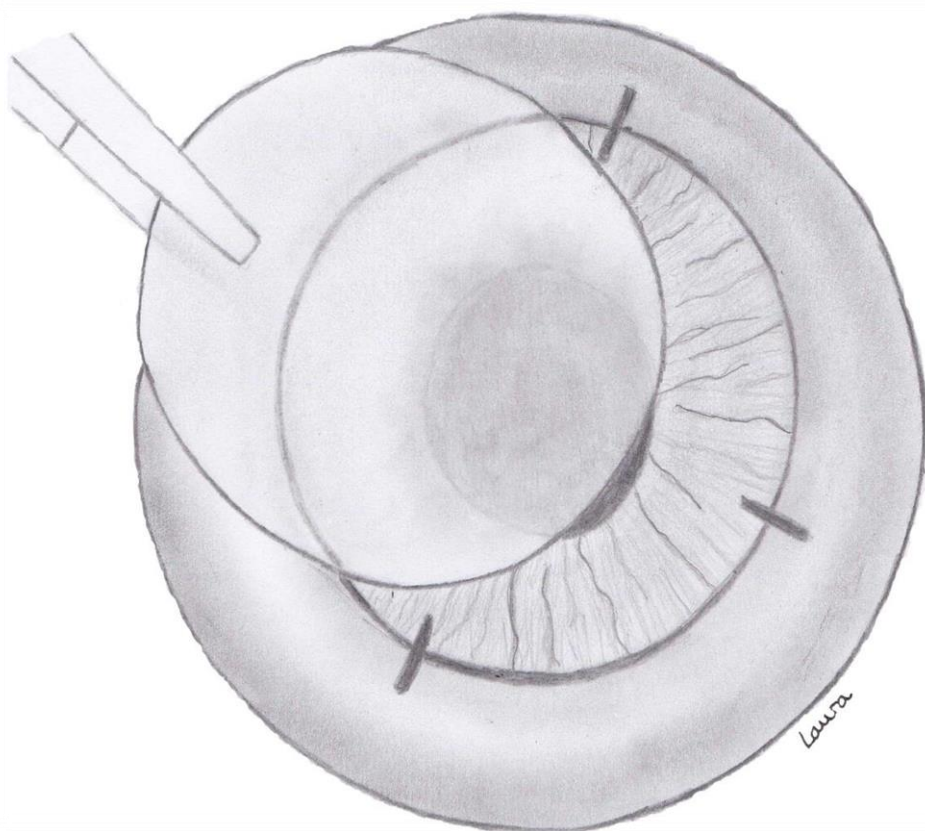
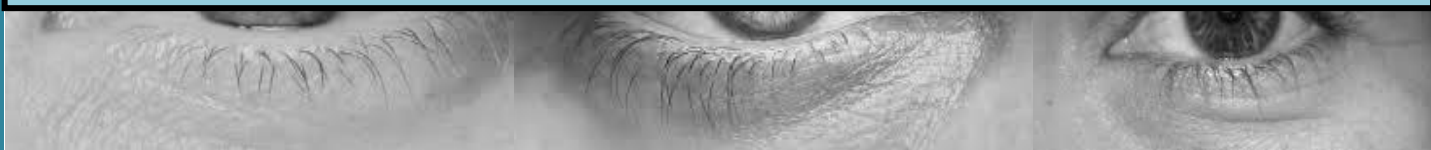




ESTUDI SOBRE EL QUERATOCON



Laura Fernández Hernández
Tutor: Eduard Vives
Escola L'Esperança

Índex

1. Introducció	Pàg. 2
2. Marc teòric	
2.1. L'ull	Pàg. 4
2.1.1. Anatomia general de l'ull	Pàg. 5
2.1.2. Anatomia de la còrnia	Pàg. 11
2.2. Queratocon	Pàg. 13
2.2.1. Història	Pàg. 14
2.2.2. Etiologia	Pàg. 16
2.2.3. Histopatologia	Pàg. 17
2.2.4. Quadre clínic	Pàg. 18
2.2.5. Diagnòstic	Pàg. 19
2.2.5.1. Topografia corneal	Pàg. 20
2.2.6. Prevenció	Pàg. 22
2.2.7. Tractament	Pàg. 23
2.2.7.1. En fase inicial	Pàg. 24
2.2.7.2. En segona fase	Pàg. 24
2.2.7.3. En tercera fase	Pàg. 25
2.2.7.4. Cross-linking	Pàg. 26
2.2.7.5. En fase final	Pàg. 29
3. Marc pràctic	
3.1. Opinions	Pàg. 35
3.1.1. Especialistes	Pàg. 35
3.2. Simulador de visió	Pàg. 45
3.3. Maqueta de l'ull	Pàg. 46
4. Conclusions	Pàg. 51
5. Opinió personal i agraïments	Pàg. 52
6. Bibliografia	Pàg. 54
7. Webgrafia	Pàg. 55
8. Altres fonts d'informació	Pàg. 57
ANNEXOS	Pàg. 58

1. Introducció

El treball que es presenta amb aquesta introducció és relaciona amb un dels sentits més importants de la persona: la vista. No es tracta només de considerar les seves característiques físiques o anatòmiques sinó que es tracta d'un pont entre l'individu i la seva realitat. Gràcies a aquest sentit ens podem relacionar amb el nostre entorn, apreciar estèticament un objecte, relacionar-nos amb els altres i en definitiva tenir un coneixement propi del món.

Als estudis de Filosofia que he tingut l'oportunitat de desenvolupar m'han donat a entendre que durant un llarg període de temps, la manera de conèixer depenia, o bé de la raó (Plató, Descartes) o de l'experiència que formem a través dels sentits (Locke, Hume). Per aquest últim corrent, la vista, és un element fonamental. Tal i com diu Gaarder¹ *"No tenemos ninguna idea innata sobre el mundo. En realidad no sabemos nada de este mundo en que nos han colocado antes de haberlo visto"*.

Si partim d'aquesta idea resulta molt fàcil comprendre que qualsevol malaltia o problema fisiològic afecta, d'una forma determinada la capacitat de l'individu de percebre l'espai en el què es desenvolupa. Un espai no només físic, sinó també, emocional. Pensar que una persona amb problemes visuals pot perdre's, per exemple, els colors del arc de Sant Martí, ens permet comprendre la importància d'aquest sentit.

Entre totes les anomalies oculars que afecten a la visió, m'he centrat en el queratocon doncs, he considerat que es tracta d'un problema de la visió força greu i en canvi molt desconegut per a la població no especialitzada. Afortunadament, he pogut constatar que l'oftalmologia en aquest camp ha avançat força tal i com provo de reflectir en aquest treball.

La metodologia que he fet servir per donar-li contingut parteix de l'estudi de diverses fonts d'informació. En primer terme, he fet servir diverses publicacions especialitzades en l'anatomia de l'ull i les característiques d'aquesta malaltia. En segon lloc, he reunit tota una sèrie de pàgines web dedicades a exposar els trets del queratocon. He completat el meu procés d'obtenció d'informació amb una sèrie d'entrevistes a especialistes en la matèria.

Aquesta recopilació d'informació, la seva discriminació i la seva anàlisi m'ha permès fer aquest treball que té com finalitat descriure l'afecció de l'ull, coneguda com queratocon.

Aquest estudi esta estructurat en tres parts diferenciades. La primera conté un estudi teòric sobre aquest problema. En primer terme ens introduïrem en l'anatomia de l'ull que serveix per fonamentar després què és i com és tractat el queratocon.

¹ Gaarder, Jostein: *El mundo de Sofía. Una novel·la sobre la historia de la filosofia*. Ed. Ediciones Siruela. 1994, p. 340.

En una segona part, s'ha inclòs un marc pràctic amb la idea d'incorporar aspectes com: l'opinió de especialistes mèdics, el simulador de visió i la maqueta de l'ull. L'objectiu és permetre una major comprensió d'aquesta anomalia. Tanco les meves aportacions amb diverses conclusions i afegint les meves apreciacions personals.

2. Marc teòric

El marc teòric del meu treball de recerca consta de diverses parts, unes enllaçades amb les altres, explicant així, la investigació detallada d'informació sobre l'ull i la seva anatomia general. A més, s'ha realitzat un estudi detallat sobre la part de l'ull (còrnia) on es situa la malaltia, el queratocon, explicat per concloure aquest apartat.

2.1. L'ull

L'ull és l'òrgan del sentit de la vista del sistema sensorial² que capta tots els estímuls lumínics. Però no tan sols és capaç de distingir entre la claredat i la foscor, sinó que també pot diferenciar els colors.

És un globus gairebé esfèric protegit per una cavitat òssia recoberta per un teixit adipós³ i conjuntiu⁴. Les parpelles i les pestanyes el protegeixen de l'entrada de cossos estranys i el globus ocular deu la seva mobilitat a sis petits músculs que li permeten girar cap a la direcció que desitgi.

Disposa d'un sistema sensible als canvis de llum capaç de transformar-los en impulsos nerviosos. Existeixen diferents tipus d'òrgans detectors de la llum, segons la seva sensibilitat, que van des dels ulls més simples, que detecten només els contorns d'un cos, fins als més complexos, com els ulls humans, que proporcionen el sentit de la vista.

En la majoria dels éssers vius l'ull funciona com una càmera que projecta les imatges en la retina⁵, on es transforma la llum en impulsos nerviosos gràcies a unes cèl·lules fotoreceptores⁶, i els impulsos són traslladats a través del nervi òptic al cervell.



Figura-1. Ull humana

² Sistema sensorial: Conjunt d'estructures encarregades de la recepció, la transmissió i la integració de les sensacions.

³ Teixit adipós: Teixit encarregat d'emmagatzemar greix i de protegir òrgans.

⁴ Teixit conjuntiu: Teixit encarregat d'unir els diferents òrgans.

⁵ Retina: És un teixit sensible a la llum, que es troba en la part interior de l'ull.

⁶ Cèl·lules fotoreceptores: Són cèl·lules que capten la llum.

2.1.1. Anatomia general de l'ull

En aquest apartat s'explica l'anatomia general i més bàsica de l'ull per situar-nos en les possibles parts que poden quedar afectades amb la malaltia que he estudiat. En aquesta fotografia es troben les diferents parts bàsiques de l'ull:

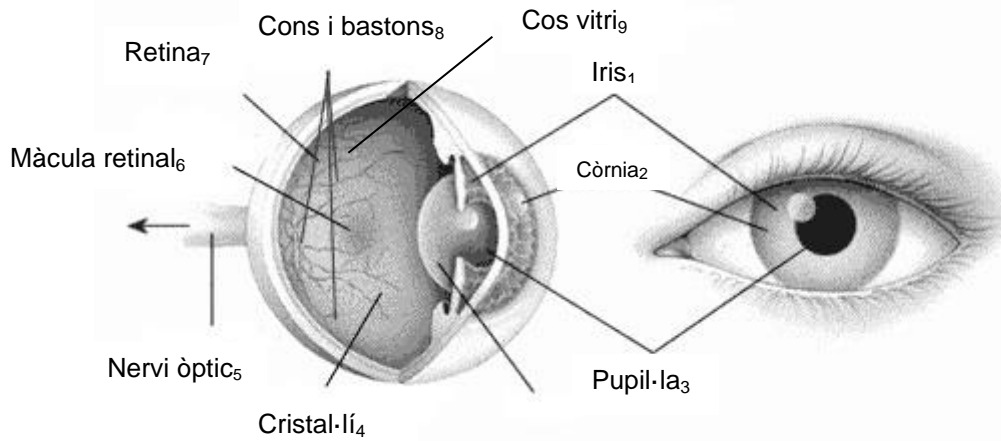


Figura- 2. Anatomia bàsica de l'ull.

- 1. Iris:** L'iris és una membrana circular i pigmentada responsable del color dels ulls i separa la cambra posterior⁷ de la cambra anterior⁸. Té una obertura central, anomenada pupila, que comunica les dues cambres, la funció de la qual s'explicarà més endavant.

L'iris es troba darrera de la còrnia, entre la cambra anterior i el cristal·lí a qui cobreix en major o menor mesura dependent de la seva dilatació.

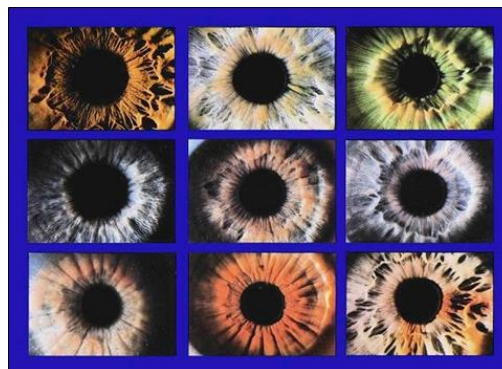


Figura- 3. Tipus de colors de l'iris.

⁷ Cambra posterior: És l'espai situat darrera de l'iris, que comunica a través de la pupila amb la cambra anterior.

⁸ Cambra anterior: És l'espai de l'ull que està limitat per davant de la còrnia i per darrera de l'iris i el cristal·lí.

2. **Còrnia:** És una estructura hemisfèrica transparent localitzada al davant de l'ull. La còrnia permet el pas de la llum i protegeix el cristal·lí i l'iris.

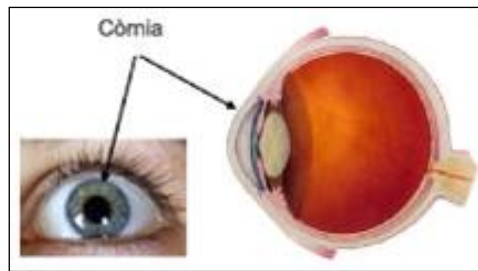


Figura-4. Còrnia.

3. **Pupil·la:** És un orifici en la part central de l'iris que permet el pas de la llum. La pupil·la és una obertura que és pot dilatar i a més és contràctil⁹. És de color negre amb la funció de regular la il·luminació que li arriba a la retina, situada a la part posterior de l'ull.

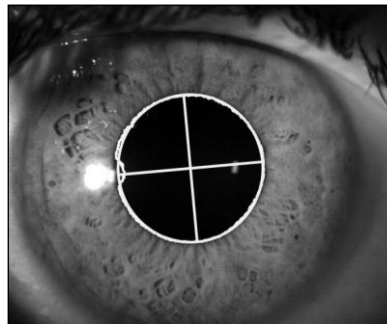


Figura- 5. Pupil·la.

4. **Cristal·lí:** El cristal·lí és una part de l'ull amb forma de lent biconvexa¹⁰ que es troba davant de l'humor vitri¹¹ i darrera de l'iris. La seva funció principal és fer possible l'enfocament d'objectes situats a distàncies diferents. Aquest objectiu s'aconsegueix gràcies a un augment de la seua gruix i de la seua curvatura, procés que s'anomena acomodació. El cristal·lí és caracteritzat per la seva alta concentració en proteïnes que li aporta un índex de refracció¹² més alt que els fluids que l'envolten. Aquesta funció és la que se li atorga a la seva capacitat per refractar la llum amb ajut de la còrnia a formar les imatges sobre la retina.

⁹ Contràctil: Capaç de contreure amb facilitat.

¹⁰ Lent biconvexa: Lent amb dues superfícies convexes oposades.

¹¹ L'humor vitri: És un líquid gelatinós i transparent que hi ha a l'ull i omple l'espai comprès entre la retina i el cristal·lí.

¹² Índex de refracció: L'índex de refracció d'una substància és el quocient entre la velocitat de la llum en el buit i la velocitat de la llum en aquell medi.

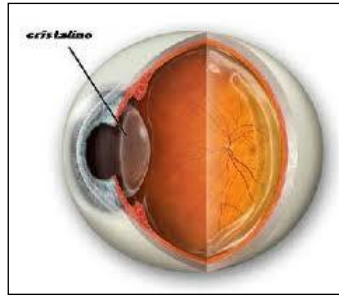


Figura- 6. *Cristal·lí.*

- 5. Nervi òptic:** El nervi òptic està format per axons¹³ de les cèl·lules fotoreceptores situades en la retina, aquestes són capaces de convertir la llum en impulsos nerviosos. Transmet la informació visual des de la retina fins al cervell, aquest realitzarà diverses funcions de reconeixement de les imatges.

El nervi òptic és un nervi sensorial que emergeix del globus ocular. És el nervi que ens permet la visió. Mesura quatre centímetres de longitud aproximadament.

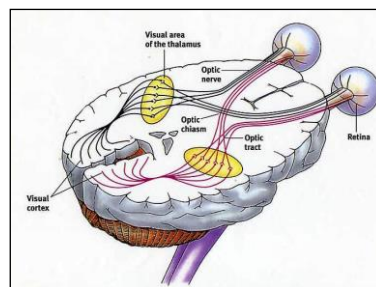


Figura- 7. *Nervi òptic.*

- 6. Màcula retinal:** També anomenada màcula lúcia, és la zona de la retina especialitzada en la visió fina dels detalls. Ens serveix entre altres coses per poder llegir i distingir les cares de les persones.



Figura- 8. *Màcula retinal.*

¹³ Axons: Els axons són prolongacions de les neurones especialitzades en conduir l'impuls nerviós des del cos d'una cèl·lula fins a un altre cèl·lula.

- 7. Retina:** La retina és teixit sensible a la llum situat en la superfície interior de l'ull. És semblant a una tela on són projectades les imatges. La llum que incideix en la retina provoca una sèrie de fenòmens químics i elèctrics que finalment es tradueixen en impulsos nerviosos que són enviats al cervell a través del nervi òptic. La retina és una estructura molt complexa. Està formada per diverses capes de neurones interconnectades mitjançant la sinapsi¹⁴.

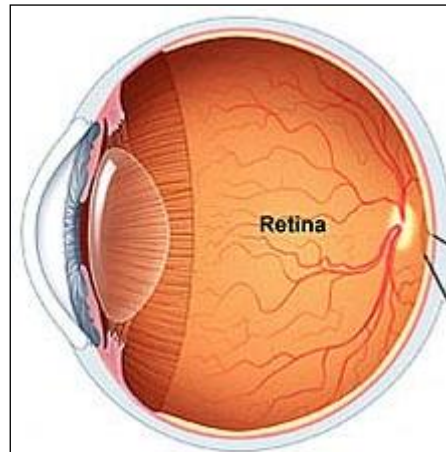


Figura-9. Retina.

- 8. Cons i bastons:** Els cons són cèl·lules sensibles a la llum que es troben situades a la retina i formen l'anomenada capa de cons i bastons. Reben aquest nom per la seva forma conoide¹⁵. Aquestes cèl·lules són les responsables de la visió en colors. Els bastons són cèl·lules fotoreceptores¹⁶ de la retina responsables de la visió amb baixa lluminositat. Presenten una elevada sensibilitat a la llum tot i que es saturen en condicions de molta llum i no detecten els colors.

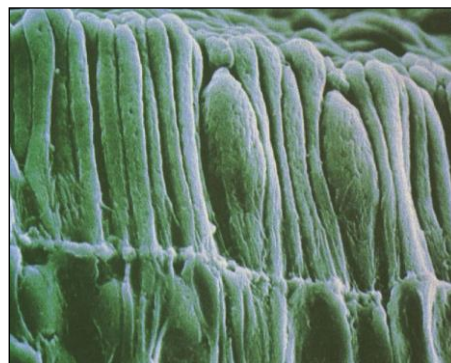


Figura- 10. Bastons (llargs i prims) i cons (arrodonits) d'una retina humana.

¹⁴ Sinapsi: És un tipus d'unió especialitzada mitjançant la qual les neurones s'envien senyals entre elles o a les cèl·lules no neuronals.

¹⁵ Conoide: Sòlid acabat per una superfície corba o en punta.

¹⁶ Fotoreceptores: Un fotoreceptor en el sistema visual humà (SVH) és tota cèl·lula o mecanisme que gràcies al procés de fototransducció permeten captar llum.

9. **Cos vitri:** L'humor vitri o també anomenat cos vitri és un líquid gelatinós i transparent que es troba a l'ull, i que omple l'espai que es troba entre el cristal·lí i la retina. És més dens que l'humor aquós¹⁷ que també es troba entre la còrnia i el cristal·lí. Té com a funció fer d'esmoreïdor davant de possibles impactes.

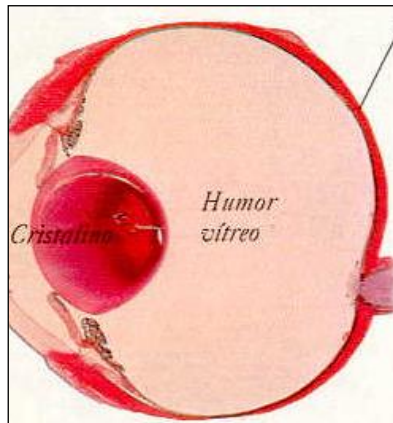


Figura- 11. *Cos vitri.*

2.1.2. Anatomia de la còrnia

La còrnia és la finestra òptica de l'ull que fa possible que els éssers humans vegin, sent així la part frontal de l'ull que cobreix l'iris, la pupil·la i la cambra anterior. Amb 43 diòptries, la còrnia és el mitjà de refracció més important de l'ull juntament amb el cristal·lí i la cambra anterior. Gràcies al fet que la còrnia és transparent, l'oftalmòleg pot distingir les estructures de l'interior de l'ull.

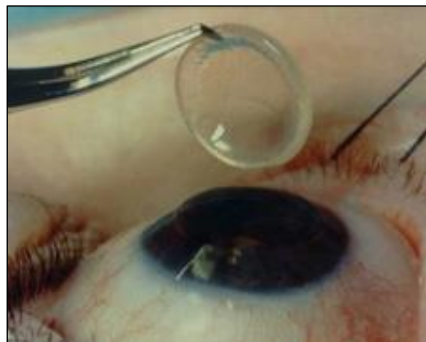


Figura- 12. *Transplantament de còrnia.*

¹⁷ Humor aquós: És un líquid clar que flueix per la cambra anterior i la cambra posterior de l'ull.

La curvatura de la còrnia és més gran que la de l'escleròtica¹⁸. La còrnia encaixa en l'escleròtica com un vidre de rellotge. Un solc poc pronunciat anomenat llimbs de la còrnia¹⁹ marca la unió entre les dues estructures.

La còrnia i l'escleròtica es formen durant el segon mes de desenvolupament embrionari. L'epiteli²⁰ es desenvolupa a partir de l'ectoderma²¹ i les capes cornals més profundes procedeixen del mesènquima²².

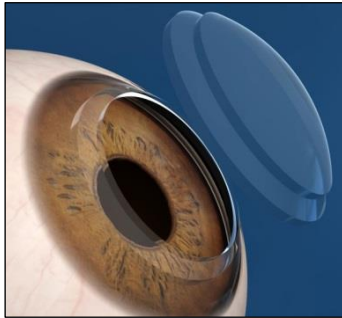


Figura- 13. Còrnia.

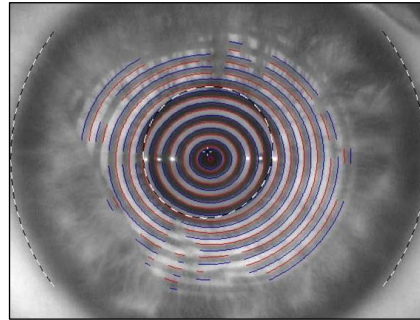


Figura- 14. Superfície corneal en una Topografia corneal.

El teixit corneal consta de cinc capes: la més exterior s'anomena *Epiteli corneal* i amida uns 50 micròmetres de gruix. A més té una gran capacitat regenerativa i té moltes terminacions nervioses que fan a la còrnia sensible al tacte i susceptible de provocar el flux de llàgrimes.

Sota de l'*Epiteli corneal* trobem la *Membrana de Bowman* que és una làmina homogènia d'uns 8 micròmetres de gruix. Proporciona resistència a la còrnia i actua com a barrera contra possibles infeccions. Aquesta làmina no es regenera, si es lesiona queda una cicatriu que pot dificultar la visió.

La tercera capa s'anomena *Estroma*. Està composta per 60 làmines primes i forma el 90% del gruix corneal.

Sota del *Estroma* trobem la *Membrana de Descemet* que és una làmina basal d'uns 10 micròmetres de gruix. El seu gruix augmenta amb l'edat. Aquesta membrana es regenera a diferència de la de Bowman.

¹⁸ Escleròtica: La escleròtica és una membrana de color blanc, gruixuda, resistent i rica en fibres de col·lagen (molècula proteica) que constitueix la capa més externa del globus ocular.

¹⁹ Llimbs de la còrnia: Zona circular corresponent a la vora de la còrnia.

²⁰ Epiteli: És un teixit histològic format per cèl·lules juxtaposades, una a continuació de l'altra sense espai entre elles que recobreixen la superfície, cavitats i òrgans del cos i formen part de les glàndules.

²¹ Ectoderma: És la capa germinativa que es troba a l'exterior dels embrions. Dóna lloc a diverses estructures, com per exemple l'epidermis i el tub neural.

²² Mesènquima: És un tipus de teixit connectiu indiferenciat que deriva majoritàriament del mesoderma (capa germinativa).

Finalment, hi ha l'*Epiteli posterior* que és la capa de cèl·lules aplanades que recobreixen la superfície corneal i l'única que està en contacte amb la càmera anterior. Tots els intercanvis metabòlics de la còrnia es produeixen a través d'aquest epiteli. Això suposa que el seu reticle endoplasmàtic rugós (RER)²³, l'aparell de Golgi²⁴ i el sistema de vesícules de transport²⁵ estiguin molt desenvolupats.

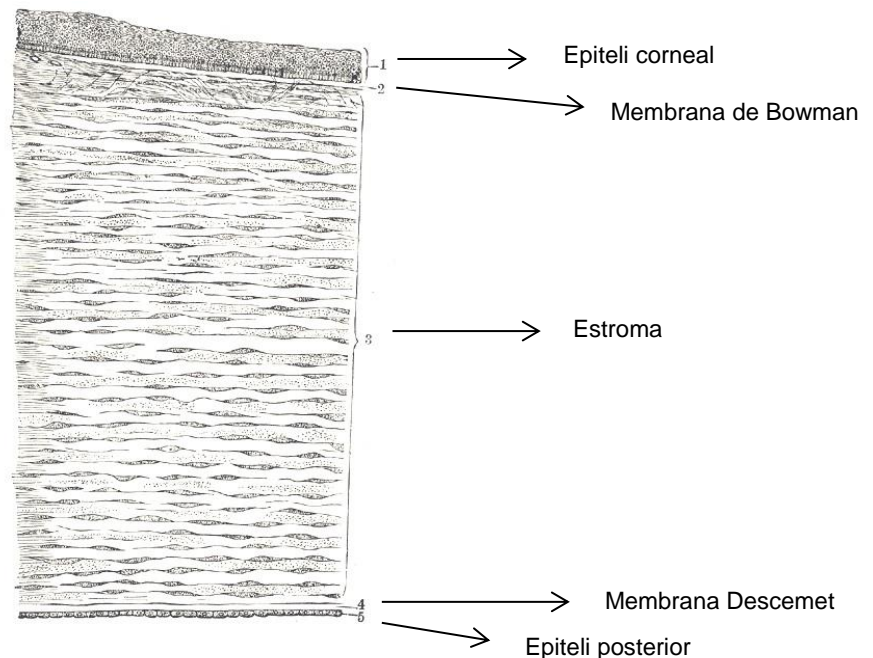


Figura- 15. Preparació histològica de la còrnia humana.

Les cinc capes de la còrnia tenen poques cèl·lules, no tenen estructura i són avasculares, és a dir, no tenen vasos sanguinis.

2.2. Queratocon

El queratocon és una malaltia ocular que afecta a l'estructura de la còrnia, teixit transparent que cobreix la part frontal de l'ull.

La forma de la còrnia canvia lentament de la forma rodona normal a una forma cònica. L'ull sobresurt i aconsegueix empitjorar la visió de l'individu.

La paraula queratocon prové del grec "querato" que vol dir còrnia i "con" que fa referència al cos geomètric del mateix nom. Per tant, queratocon significa literalment còrnia en forma de con.

²³ Reticle Endoplasmàtic rugós (RER): És un orgànul cel·lular que s'encarrega de la síntesi, l'emmagatzematge i el transport de proteïnes.

²⁴ Aparell de Golgi: És un orgànul cel·lular que s'encarrega de la secreció.

²⁵ Vesícules de transport: És un orgànul cel·lular que s'encarrega del transport de substàncies.

En aquest apartat, he realitzat una recerca detallada d'informació sobre el queratocon com a malaltia força comuna a l'actualitat. Tractant així com ha evolucionat fins als nostres dies, etiologia, histopatologia, el quadre clínic, el seu diagnòstic, com es pot prevenir un possible queratocon i finalment els diversos tractaments segons la fase en que es trobi la malaltia.

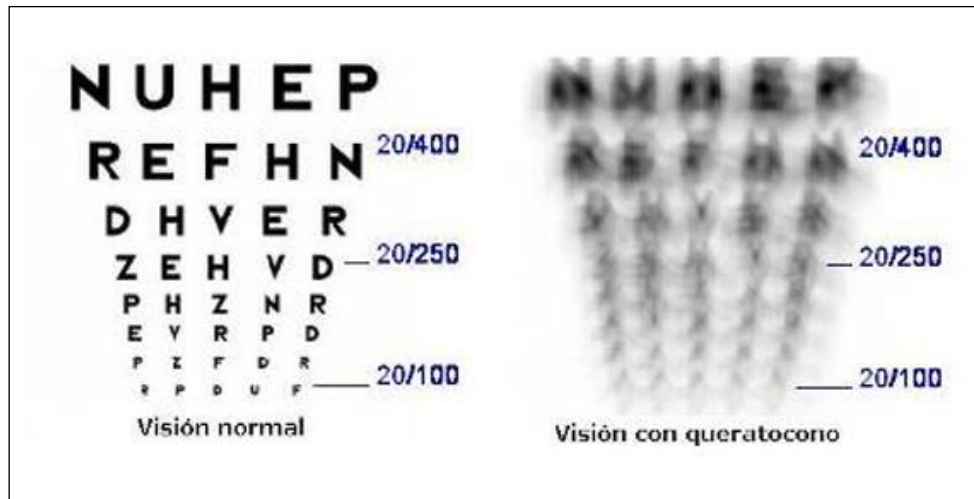


Figura- 16. Una de les maneres de diagnosticar el queratocon. (Gran pèrdua de visió).

2.2.1. Història

Realment no se sap ben bé com es va diagnosticar el queratocon com a anomalia de la còrnia, però en una dissertació doctoral de 1748, un oftalmòleg alemany anomenat Burchard Mauchart va realitzar una descripció primerenca d'un cas de queratocon, al que va denominar *staphyloma diaphanum*.



Figura- 17. Burchard Mauchart.

No obstant això, no va ser fins 1854 quan el metge britànic John Nottingham va descriure amb claredat aquest fenomen i ho va distingir d'altres estasis de la còrnia. Nottingham va reportar els casos de còrnia cònica²⁶ que havia observat, i va descriure diverses de les característiques clàssiques de la malaltia, incloent poliopia²⁷, debilitat de la còrnia, i dificultat per trobar lents correctives apropiades per al pacient.

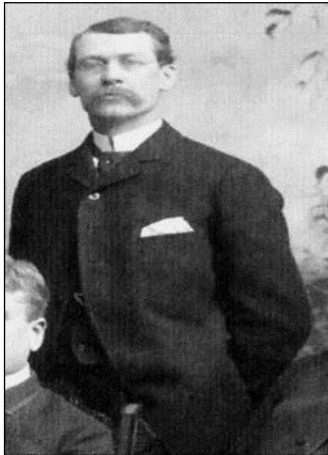


Figura- 18. John Nottingham.

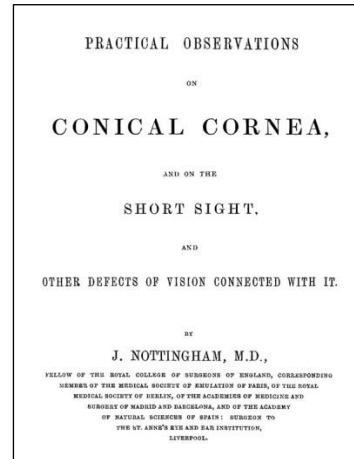


Figura- 19. *Practical observations on conical cornea*: el treball pioner de Nottingham (1854).

El 1859 el cirurgià britànic William Bowman va usar un oftalmoscopi²⁸ per diagnosticar el queratocon i va descriure com graduar l'angle en el mirall de l'instrument per veure de la millor manera la forma cònica de la còrnia.

Bowman també va intentar restaurar la visió tirant de l'iris amb un fi ganxo inserit a través de la còrnia i estirant la pupil·la en una esquerda estenopecica²⁹ vertical.

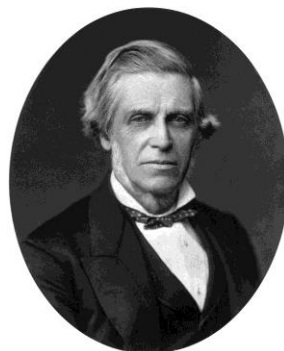


Figura- 20. William Bowman.

²⁶ Còrnia cònica: Sinònim de Queratocon.

²⁷ Poliopia: És una alteració de la visió que consisteix en la percepció múltiple d'un mateix objecte conseqüent a una lesió del sistema nerviós o del sistema visual.

²⁸ Oftalmoscopi: És un instrument per veure ampliat el fons de l'ull d'un pacient, on es troba la retina. Va ser inventat per Hermann von Helmholtz el 1851.

²⁹ Estenopecica: *adj.* Que té una obertura estreta. S'utilitza per confirmar que l'agudesia visual d'un pacient es pot millorar mitjançant la prescripció d'una graduació adequada.

2.2.2. Etiologia

El queratocon, és considera, la deformació de la còrnia més freqüent. La manifestació sol ser familiar, ja que molts experts la consideren hereditària (consideren que un 25% dels casos és malaltia genètica), pot aparèixer en famílies amb diverses vies de transmissió hereditària. A vegades, el queratocon s'associa amb el síndrome de la trisomia 21 (síndrome de Down), així com la dermatitis atòpica i altres infeccions del teixit cognitiu, com per exemple el síndrome de Marfan³⁰. Altres experts asseguren que no es una malaltia hereditària, i indiquen que la probabilitat de queratocon en consanguinitat és d' 1 entre 10 i que aquesta anomalia la pateixen 1 de cada 2.000 persones.



Figura- 21. *Dibuix per ordinador del queratocon.*

El que sí que es coneix són les variacions microscòpiques que es produeixen per a que la còrnia aconseguixi aquesta forma. En el queratocon existeix una carència d'enllaços entre el col·lagen que forma i dóna resistència al teixit corneal, fet que provoca que la còrnia sigui massa laxa. A causa de l'alta pressió a què està sotmesa des de l'interior de l'ull, a poc a poc la còrnia va cedint i produeix la deformació progressiva en forma de con.



Figura- 22. *Deformació corneal avançada en forma de con.*

³⁰ Síndrome de Marfan: La síndrome de Marfan és una malaltia genètica rara del teixit connectiu que afecta principalment el sistema cardiovascular, els ulls i sistema osteomuscular.

A més, el fregament constant de l'ull i les al·lèrgies són factors que empitjoren aquesta malaltia. Per tant els pacients han de ser avisats sobre el risc que corren al estar en contacte amb substàncies de les quals són al·lèrgics o el picor d'ulls. A vegades els especialistes recomanen l'ús de col·liris per evitar aquests problemes i no accelerà la deformació corneal.

2.2.3. Histopatologia

Histopatològicament parlant, hi ha tres signes ben observables que ajuden a diagnosticar un queratocon:

- L'aprimament de l'Estroma.
- Nombrosos trencaments en la Membrana de Bowman.
- Dipòsits de ferro a la capa basal de l'epiteli.

Depenent de la fase en trobem la malaltia, totes les capes poden participar en el procés patològic:

- Les cèl·lules basals de l'epiteli són molt allargades i disposades en forma de espiral. Aquestes, a diferència d'una còrnia sana, degeneren i creixen cap a la membrana de Bowman. Això es pot observar per l'acumulació de ferritina dins i entre les cèl·lules epitelials.
- La capa de Bowman mostra trencaments i anomalies estructurals.
- En l'estroma es produeix una disminució del nombre de làmines de col·lagen. Això provoca el debilitament gradual de la còrnia.
- A més, una altre patologia característica del queratocon és el trencament i el plegament de la membrana de Descemet. Aquest trencament pot estar associat amb factors ambientals com per exemple el fregament constant dels ulls.



Figura- 23. *Trencament de la membrana de Descemet i forma de con de la còrnia.*

2.2.4. Quadre clínic

En la majoria dels casos, els primers símptomes que pateix una persona amb queratocon no solen ser molt diferents del quadre clínic de l'astigmatisme miòpic irregular bilateral³¹. El primer que nota l'individu és una visió lleugerament borrosa i consulta al oftalmòleg o oculista per trobar unes lents correctives.

A mesura que la deformació de la còrnia evoluciona, la visió a qualsevol distància es deteriora, la visió nocturna sol ser més aviat pobre, es produeix fatiga ocular per desviar la mirada i picor als ulls.

La còrnia es va aprimant i deformant ocasionant que l'astigmatisme cada vegada sigui més elevat, tant que, finalment no pot ser tractat mitjançant lents correctives. Aquesta circumstància és un dels punts claus per sospitar un possible queratocon ja molt desenvolupat. Els símptomes de queratocon agut consisteixen en una pèrdua brusca d'agudes visual a qualsevol distància acompanyada d'intens dolor, fotofòbia³² i augment del llagimeig.

El queratocon apareix normalment a una edat jove, entre els 10 i 20 anys i és una malaltia bilateral encara que la còrnia d'un ull es deforma més ràpid que l'altre.



Figura- 24. Simulació de visió amb una còrnia sana.



Figura- 25. Simulació de visió amb un queratocon molt avançat.

2.2.5. Diagnòstic

Com ja he comentat en l'apartat del quadre clínic, el queratocon és diagnosticat quan l'astigmatisme del pacient comença augmentar de manera molt ràpida. També s'ha de vigilar un queratocon quan la visió d'una persona amb miopia i astigmatisme no es nítida quan porta lents de contacte ben graduades.

³¹ Astigmatisme miòpic irregular bilateral: Parlem d'un tipus d'astigmatisme amb un grau de miopia, irregular perquè els meridians principals no es situen en un angle recte respecte l'un de l'altre i la curvatura de la còrnia no és regular i bilateral perquè es produeix en els dos ulls.

³² Fotofòbia: Hipersensibilitat a la llum.

En els casos inicials el diagnòstic del queratocon es realitza en una consulta oftalmològica gràcies a una prova anomenada Topografia corneal.

La Topografia corneal permet detectar els nombrosos canvis que es produeixen a la còrnia a mesura que es deforma de forma progressiva. Per aquest motiu és molt important que el pacient es realitzi topografies corneals periòdicament.



Figura- 26. Topògraf corneal.

2.2.5.1. Topografia corneal

El queratoscopi o topògraf corneal permet una valoració aproximada de la uniformitat de la superfície de la còrnia. Aquest instrument consisteix en un disc rodó amb anells concèntrics (discos de Plàcid) al voltant d'una obertura central. Les imatges dels anells sobre la còrnia del pacient indiquen la presència d'alteracions morfològiques corneals representades en un mapa amb un codi de colors:

- Blau i verd per a les zones planes.
- Taronja i vermell per a les zones amb curvatura.

Com més escarpada sigui la curvatura de la còrnia, major serà la potència corneal i més a prop estaran les reflexions dels anells. Els anells que no són circulars representaran àrees de distorsió òptica de la còrnia.

La topografia és una tècnica que permet avaluar la cara anterior, posterior i el gruix de la còrnia.

La majoria d'estudis suggereixen que les topografies corneals poden ser molt pràctiques per a la detecció del queratocon abans de l'aparició d'altres signes clínics.

La topografia corneal ha demostrat ser molt útil tant en casos de queratocon lleu com de queratocon agut. Mitjançant l'estudi del mapa d'elevació (topografia corneal) de la cara posterior de la còrnia podem diagnosticar el grau de deformació, la forma i la grandària de la còrnia.

El patró típic topogràfic trobat en el queratocon és un augment de la curvatura inferior temporal major de 47,20D (color vermell) i un augment de la curvatura central, una diferència entre les topografies cornials dels dos ulls de més d'1,00D i un eix radial de l'astigmatisme amb una obliqüitat major de 21°.

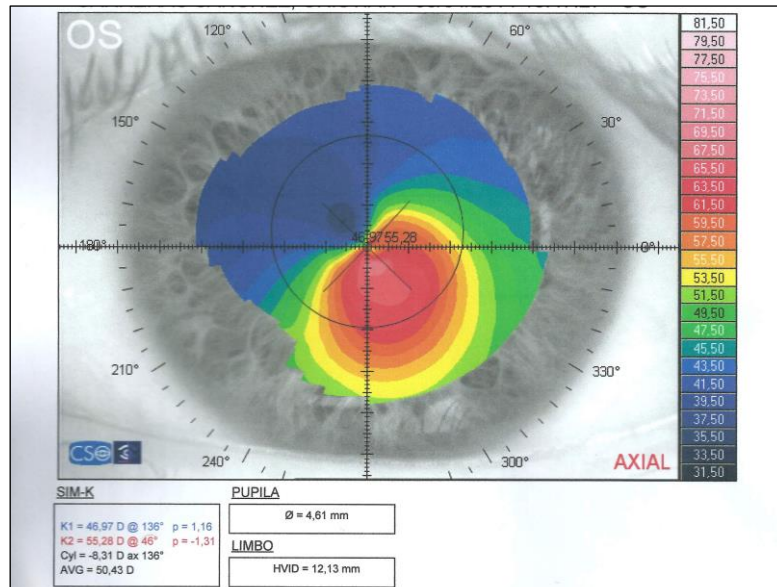


Figura- 27. Diagnòstic d'un queratocon ajust (topografia corneal).

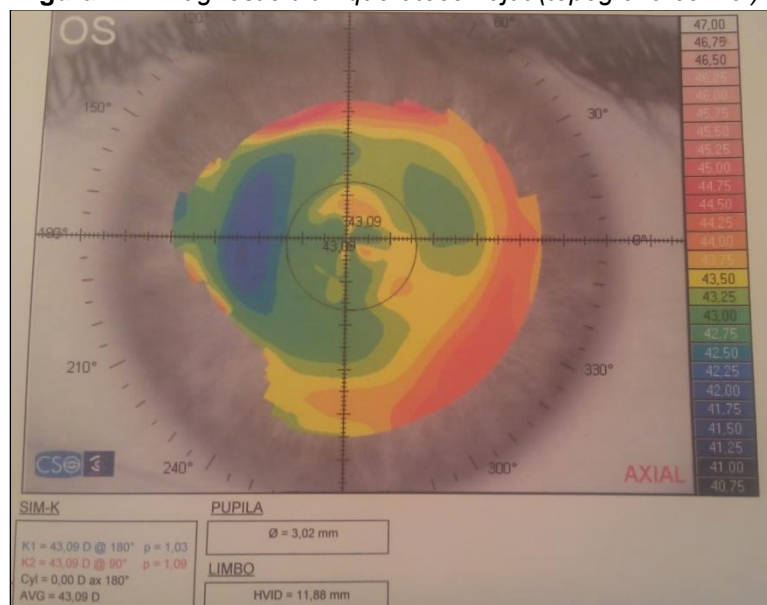


Figura- 28. Còrnia totalment sana.

2.2.6. Prevenció

El queratocon no es pot prevenir però es pot frenar la seva evolució. Detectant precoçment aquesta malaltia es poden evitar casos molt avançats que poden arribar

a requerir un transplantament de còrnia (és la primera causa de transplantament en pacients joves). En casos lleus, es pot aconseguir una bona visió amb ulleres o lents de contacte semirígides i en els que hi ha progressió, el Cross-linking corneal o els anells intracornials ofereixen un gran grau d'èxit, impedit que el queratocon evolucioni i millorant la regularitat de la còrnia.

Cal afegir que alguns especialistes creuen que els pacients amb queratocon s'han de sotmetre a tractaments intensius per a les seves al·lèrgies oculars i se'ls han de donar instruccions de no fregar-se els ulls.

També es recomana que els pacients i els familiars directes procurin anar un cop a l'any a revisar la seva vista.

2.2.7. Tractament

Temps enrere, quan es parlava d'un possible tractament per al queratocon, es parlava sobre un transplantament total de la còrnia d'un donant, però actualment i gràcies als nous avenços en medicina podem considerar altres tractaments menys ofensius pels ulls dels malalts.

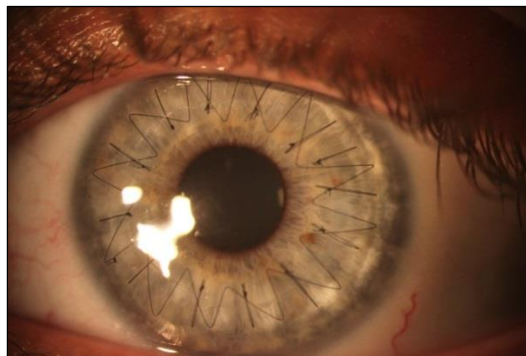


Figura- 29. *Transplantament de corneal.*

Encara que el queratocon no té una cura determinada amb la que es pugui eliminar totalment aquesta anomalia corneal, es poden realitzar diversos tractaments segons la fase de desenvolupament del queratocon per endarrerir la seva deformació i tractaments per frenar totalment la seva evolució sense arribar a un transplantament total de la còrnia.

Els tractaments es divideixen segons les següents fases:

- **FASE INICIAL:** Lents de contacte dures.
- **SEGONA FASE:** Lents de contacte permeables i semirígides.

- **TERCERA FASE:** Anells intracorneals / intraestromals o Cross-linking.
- **FASE FINAL:** Transplantament de còrnia o Queroplàstia.

2.2.7.1. En fase inicial

La fase inicial és quan encara no s'ha diagnosticat el queratocon i només es considera una pèrdua de visió que es pot solucionar amb lents de contacte o només més tard es comença a sospitar d'un possible queratocon.

En aquesta fase l'únic tractament és l'ús d'ulleres o lents de contacte. En el cas de lents de contacte, s'utilitzaran unes lents de contacte dures i permeables. Estan fetes de diversos plàstics i altres materials com la silicona o fluoropolímers³³. Les lents dures encara que permeten l'intercanvi d'oxigen entre la lent i la còrnia, mantenen la seva forma dura i rígida.

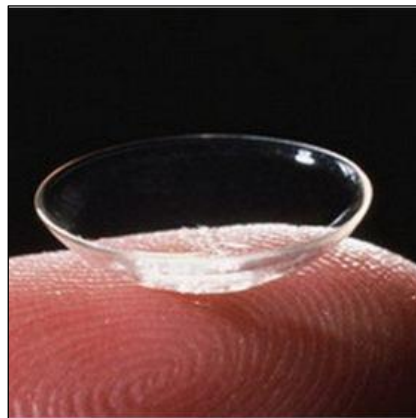


Figura- 30. *Lent de contacte dura.*

2.2.7.2. En segona fase

En la segona fase ja s'ha diagnosticat el queratocon. Per tant, ja s'ha realitzat una topografia corneal que determinarà el estadi de formació de la còrnia. Això indica que l'ús de lents de contacte dures o d'ulleres ja no és recomanable ja que la pèrdua d'agudesesa de visió ha augmentat en molt poc temps.

Si el queratocon no està molt desenvolupat es pot seguir utilitzant unes lents de contacte semirígides i permeables.

Les lents de contacte semirígides i permeables són una mica menys fixes que les dures, encara que la seva curvatura continua sent estable. Són igual de permeables que les dures, ja que permeten l'intercanvi d'oxigen entre la còrnia i la lent.

Estan formades per plàstics tous i silicona i són utilitzades molt sovint per astigmatisme o miopia.

³³ Fluoropolímers: Classe de compost químic dels fluorocarbonis.



Figura- 31. *Lent de contacte semirígida i permeable.*

2.2.7.3. En tercera fase

En la tercera fase, quan ja s'ha realitzat una topografia corneal anteriorment i s'ha vist que amb lents de contacte no es proporciona una bona agudes visual, i a més no es toleren ja que la còrnia esta molt deformada i la curvatura de la lent no s'adapta bé. El tractament és realitza amb uns anells intracornials o intraestromals. També s'utilitzar l'anomenat "Cross-linking".

Anells intracornials o intraestromals:

Els anells intracorneals o intraestromals, també anomenats anells de ferrara, són dos cercles de metacrilat que s'utilitzen a l'oftalmologia com alternativa quirúrgica per tal d'evitar el transplantament de còrnia en el tractament del queratocon. Un cop implantats, tenen com a funció regularitzar aquesta superfície i intentar aturar l'evolució de la deformació de la còrnia. Corregixen en forma parcial o total l'astigmatisme propi del queratocon, millorant l'agudes visual.

El cirurgià col·loca els cercles en forma d'anell a l'interior de la còrnia, a la seva zona perifèrica, aïllats de l'exterior i lluny de la zona centra de l'ull.

La intervenció es realitza en un ull, i en cas de ser necessari en tots dos s'espera aproximadament un interval de 30 dies entre la cirurgia d'un ull i la de l'altre.

El pacient tindrà una ràpida rehabilitació visual, ja que podrà tornar a la seva vida quotidiana en unes 48-72 hores i l'estabilització corneal trigarà unes 12 setmanes.

Encara que aquest tractament s'utilitza des de 1990 a pacients de tot el món, no va ser aprovat per el comitè de la salut d'Estats Units fins al 1999. A més comporta alguns riscos lleus com el desplaçament dels anells o presentar una infecció després de l'operació. Encara que presenta aquestes dues complicacions, els anells es poden treure fàcilment si es necessari i la còrnia tornarà a la seva forma inicial.



Figura- 32. Anells intracornials.

2.2.7.4. Cross-linking

El Cross-linking és una nova tècnica, però de eficàcia ja provada des de l'any 2001, que permet tractar diverses patologies de manera molt segura per evitar la seva evolució cap a una visió clarament pitjor que a més, podria conduir a un transplantament de còrnia.

Les possibles patologies amb les quals es pot utilitzar el Cross-linking són:

- Queratocon progressiu o altres patologies degeneratives cornials.
- Melting corneal (ulcera corneal)
- Post cirurgia

El Cross-linking es basa en crear noves unions o ponts entre les fibres de col·lagen corneal fins que aquests aconseguixin augmentar significativament la rigidesa de la còrnia. D'aquesta manera, la còrnia és resistent a la pressió ocular, no es deforma i per tant es pot parar el deteriorament de la visió de l'individu.

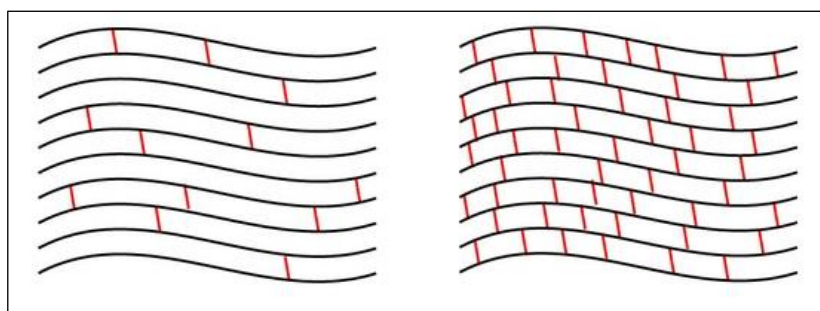


Figura- 33. Entrellaçat del col·lagen abans del Cross-linking.

Figura- 34. Entrellaçat del col·lagen després del Cross-linking.

Descripció del procediment

Aquest tractament, conegut amb el nom de Cross-linking o reforç corneal mitjançant la unió del col·lagen, dura aproximadament una hora i consisteix en:

1. Després d'aplicar unes gotes de col·liri anestèsic local, es realitza l'extirpació mecànica del epitelí de la còrnia.
2. S'instal·len unes gotes de col·liri de vitamina B2, també anomenades *Riboflavina*³⁴, les quals penetren la còrnia per concentrar l'efecte del tractament únicament en les capes més externes.
3. La còrnia impregnada de gotes de vitamina B2, es sotmet a l'exposició d'una llum ultraviolada especial del tipus A (UVA³⁵) amb una energia determinada durant 30 minuts en intervals de 5 minuts.

Gràcies a la acció concretada de la vitamina i la irradiació amb els raigs ultraviolats, s'aconsegueix el "link", és a dir, l'entrellaçat de les fibres de col·lagen, fet així una còrnia molt més resistent i bloquejant així el possible encorbament progressiu característic del queratocon.

Després de l'operació, els 3 o 4 primers dies solen ser els més molestos, i s'utilitzen lents de contacte terapèutiques i analgèsics per a reduir aquestes molèsties.

Encara que augmenta la rigidesa de la còrnia, atura l'evolució del queratocon i pot reduir una mica la curvatura de la còrnia i millorar la visió, és probable que es requereixin retractaments iguals cada 3 o 4 anys, ja que existeix una renovació continua de totes les estructures del cos humà, per tant del col·lagen també.

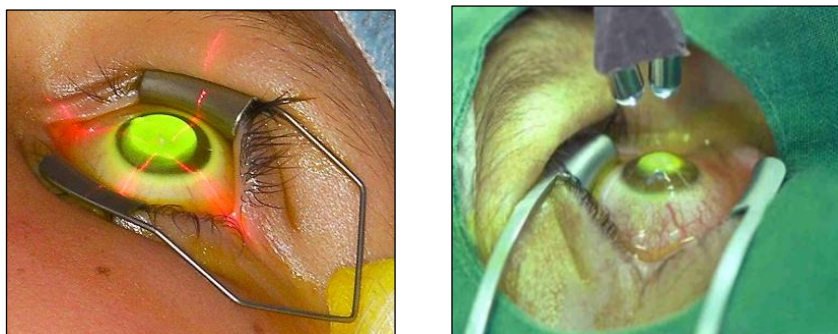


Figura- 35. *Cross-linking (Fase 3 del procediment).*

Anells + Cross-linking

Amb aquesta combinació, el que s'intenta és que, a la vegada que aconseguim la unió de les fibres de col·lagen, també s'aconsegueix canviar la forma de la còrnia i regularitzar la superfície de la mateixa millorant així la tolerància a les lents de contacte.

³⁴ Riboflavina: La riboflavina (vitamina B2) treballa amb altres vitamines del complex B i és important per al creixement corporal i la producció de glòbuls vermells i igualment ajuda en l'alliberament d'energia dels carbohidrats.

³⁵UVA: L'ultraviolat, radiació ultraviolada o llum ultraviolada (UV) és la radiació electromagnètica amb una longitud d'ona menor que la de la llum visible i major que la dels raigs X. Hi ha diversos subtipus, en aquest cas és '*Ultraviolat-A*', també anomenat '*ones llargues o llum negra*'.

2.2.7.5. En fase final

En la fase final, quan el pacient no és capaç de recuperar la seva agudesa visual amb cap dels tractaments nombrats anteriorment, ja que el queratocon és molt avançat i la forma de la còrnia està molt deformada, només hi ha la possibilitat de realitzar un transplantament de còrnia.

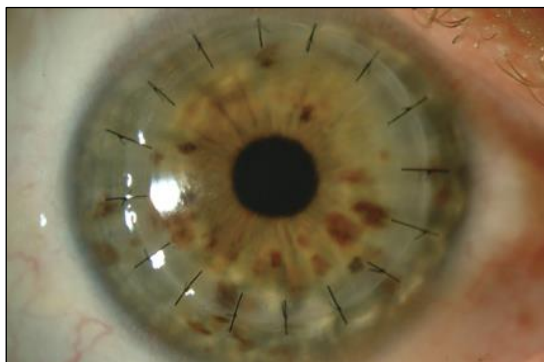


Figura- 36. *Últim tractament possible en el Queratocon: El transplantament de còrnia.*

Transplantament de còrnia

La còrnia és la lent externa i transparent de la part frontal de l'ull. Un transplantament de còrnia és la cirurgia que s'utilitza per reemplaçar una còrnia afectada per una còrnia d'un donant. És un dels transplantaments més comuns que es realitzen.



Figura- 37. *Mostra d'intervenció.*

Història del transplantament de còrnia

El primer transplantament de còrnia va ser realitzat al 1905 per Eduard Zirm, a la Clínica Olomouc, a República Txeca i és qui va indicar les diverses regles a seguir per obtenir l'èxit en un transplantament de còrnia. Algunes d'elles són que el teixit

del donador sigui humà, jove i saludable, i que la cirurgia sigui realitzada amb una anestesia adequada i asèpsia³⁶ estricta.

A Rússia, l'oftalmòleg Vladimir Filatov va realitzar intents en 1912 fins que el 6 maig 1931 va aconseguir tenir èxit en trasplantar a un pacient el teixit de la còrnia d'una persona morta, ja que fins a aquest moment es feien servir teixits de donants vius als que enucleaven³⁷ l'ull per traumes penetrants. Al 1936 va descriure la seva tècnica amb tot detall.

Un altre pioner del trasplantament de còrnia va ser l'espanyol Ramón Castroviejo que l'any 1936 va fer un trasplantament de còrnia per primera vegada en un cas avançat de queratocon, aconseguint una millora significativa en la visió del pacient.

El primer banc d'ulls del món es va fundar als EUA el 1944 dirigit per Townley Paton.

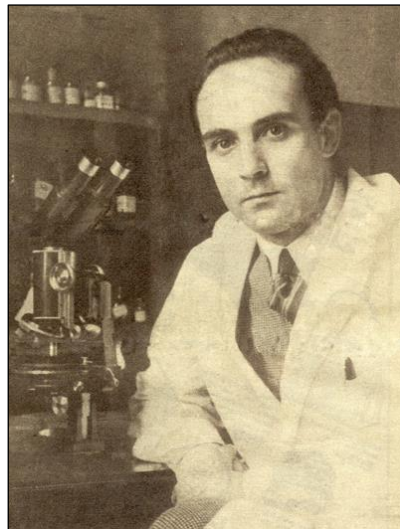


Figura- 37. Ramón Castroviejo.

Amb el pas del temps, els tractaments d'aquest problema visual, han anat millorant fins al punt d'utilitzar el trasplantament de còrnia com a última opció i en casos on el queratocon està en una fase molt avançada. Encara això, en els últims anys les tècniques i les sutures en els trasplantaments de còrnia han millorat molt.

Per exemple, ja no es trasplanta una còrnia completa (trasplantament de còrnia penetrant) si no que normalment es realitzen trasplantaments lamel·lars, on només es trasplanta una part de la còrnia.

A més, els tractaments continuen avançant, l'any 2014 es va realitzar el primer trasplantament de còrnia, però amb una còrnia artificial, produïda en un laboratori a partir de dos tipus de cèl·lules humanes diferents i un biomaterial de base nanotecnològica. En aquest cas, es va realitzar per intentar resoldre un problema

³⁶ L'asèpsia: L'asèpsia és la condició lliure de microorganismes, que puguin produir malalties infeccioses.

³⁷ Enuclear: Extirpar un òrgan globós, com un tumor o el globus ocular.

de fibrosis corneal severa que només permet percebre la llum. La intervenció va tenir èxit, i és molt probable que aquest projecte continuï avançant i s'utilitzi per altres problemes oculars, com per exemple, el queratocon.

Riscos

El major risc d'un transplantament de còrnia és el rebuig de la nova còrnia. Aquest rebuig es presenta en un de cada tres pacients en els primers cinc anys. Sovint és possible controlar el rebuig amb gotes oftalmològiques amb esteroides³⁸.



Figura- 38. Mostra d'una marca de gotes oftalmològiques amb esteroides.

Malgrat això, no només existeix aquest risc. Hi ha d'altres molt menys comuns però possibles:

- Cataractes
- Infecció de l'ull
- Pèrdua de la qualitat de visió
- Inflamació de la còrnia trasplantada
- Sagnat
- Glaucoma
- Cicatrització de l'ull

I els possibles riscos en l'anestèsia de l' intervenció:

- Problemes respiratoris causats per els medicaments.
- Reaccions al·lèrgiques.

³⁸ Esteroides: Un esteroide és un lípid caracteritzat per un nucli tetracíclic de carboni amb quatre anells fusionats.

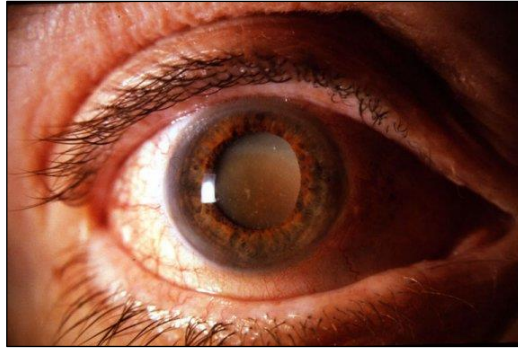


Figura- 39. Cataractes.

Descripció del procediment:

Durant el transplantament, el pacient estarà despert, però se li injectarà al voltant de l'ull una anestèsia local que funcionarà com a bloquejador del dolor i a més impedirà temporalment el moviment dels músculs oculars.

El teixit per al transplantament de còrnia prové d'un donant que ha mort recentment i està d'acord en donar el seu teixit. La còrnia donada es processa i s'analitza en un banc local d'ulls per a verificar que el seu ús és segur en la cirurgia.

El tipus més comú de transplantament de còrnia es denomina "*queratoplàstia penetrant*". En la queratoplàstia penetrant, el cirurgià extirparà un petit tros rodó de la còrnia. Després instal·larà la còrnia nova del donant sobre l'obertura de la còrnia del pacient. Utilitzarà la sutura per aferrar la nova còrnia i que aquesta no es mogui.

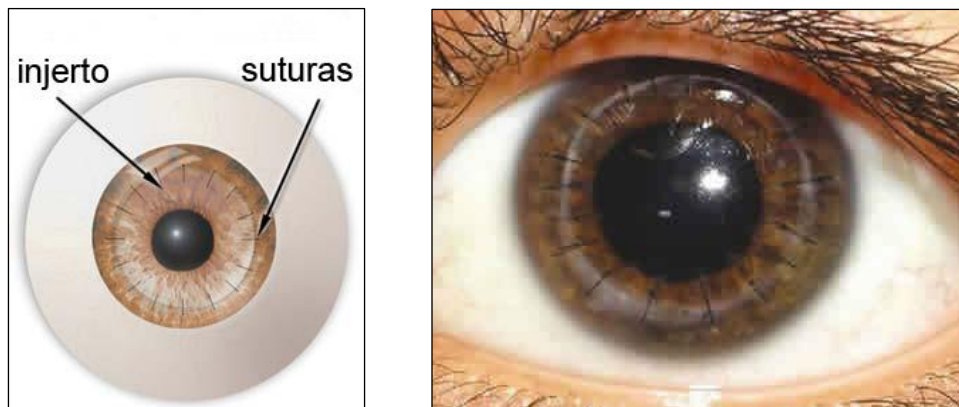


Figura- 40. Queratoplàstia penetrant.

Una nova tècnica coneguda amb el nom de "*queratoplàstia lamel·lar*" es pot utilitzar en alguns pacients. Durant aquest procediment, només es reemplacen les capes més externes i més internes de la còrnia (epiteli corneal i epiteli posterior) en lloc de totes les capes. Aquesta tècnica afavoreix la recuperació i té moltes menys complicacions.



Figura- 41. *Queratoplàstia lamel·lar.*

Després del procediment

El pacient tornarà a casa seva el mateix dia de la intervenció. El cirurgià utilitzarà un pegat que l'utilitzarà durant 4 dies aproximadament. A més s'utilitzarà unes gotes oftalmològiques per ajudar a que l'ull sani, evitant així infeccions o possibles rebuigs. El metge retirarà els punts de sutura en una de les consultes control que s'haurà de realitzar el pacient. A vegades, alguns d'aquests punts no es poden retirar fins un any després, i amb menys freqüència potser que mai es retirin del tot.

Pronòstic

Sol ser una cirurgia amb molt bon pronòstic, encara que la seva principal complicació és el possible rebuig (encara que la còrnia és un teixit avascular) que depèn de la resposta immunològica pròpia de cada pacient davant del transplantament. Tot i això, les noves tècniques quirúrgiques utilitzades, el bon compliment terapèutic del pacient i els tractaments actuals disponibles aconseguixen un bon control i tractament d'aquest possible rebuig.

La recuperació completa de la visió pot durar fins i tot un any. Això és provocat pel fet que la inflamació de l'ull baixa molt lentament. Però la majoria de pacients que es sotmeten a transplantaments de còrnia resulten exitosos, i gaudiran d'una bona visió per molts anys. Per contra, si el pacient té més problemes oculars, aquests problemes poden reduir la vista.

És probable que el pacient necessiti ulleres o lents de contacte per millorar la seva visió, encara que també es una opció, si el pacient té miopia, hipermetropia o astigmatisme, la correcció de la visió amb làser.



Figura- 42. Comparació de la visió normal d'un ull, amb la visió amb queratocon i després d'un transplantament de còrnia (velocímetre d'un cotxe).

3. Marc pràctic

El marc pràctic del meu treball de recerca consta de diverses parts, unes entrevistes i els procediments que he utilitzat per muntar un simulador de visió i una maqueta.

3.1. Opinions

3.1.1. Especialistes

L'objectiu de les entrevistes realitzades al llarg d'aquest treball ha estat l'ampliació d'informació detallada sobre el queratocon per oftalmòlegs i optometristes que veuen en el seu dia a dia aquesta deformació ocular i que l'han estudiada amb molta profunditat.

Les seves paraules han estat força aclaridores a l'hora de redactar el marc teòric d'aquest treball.

La primera entrevista es va realitzar el 3 de Juliol del 2014 a ICOftalmologia, a la Doctora Magela Garat, especialista situada en la Unitat de còrnia i superfície ocular del propi centre.

Entrevista a la Doctora Magela Garat:

- **¿Usted ha tenido algún paciente con este tipo de alteración?**

Sí, diversos.

- **Si es así, ¿qué tratamiento utilizó?**

Claro, depende del estadio en que se encuentre el queratocono. El queratocono es una enfermedad degenerativa de la córnea, en que la córnea pierde su configuración normal. En lugar de ser esférica, va adquiriendo por una alteración en la elasticidad una forma de cono. Por eso se llama queratocono. Y hace una deformación que hace que aparezca un astigmatismo irregular. Entonces, hay varios estadios del queratocono, y según la fase o el estadio del queratocono, haremos un tratamiento, o haremos otro. Entonces, los principales tratamientos se tratan en función del estadio. Cuando llega un queratocono muy incipiente, lo primero que hacemos es controlar en el tiempo si existe una progresión o no, es decir, si el queratocono está siempre estable o progresa.

En el caso de que sea un paciente joven, en el que el queratocono progresa, el tratamiento que aplicaremos es un tratamiento que se llama Cross-linking, que consiste en realizar una irradiación sobre la córnea, para fortificar esa córnea, para que esa córnea sea más rígida, y de esa forma, frenar la deformación que está sufriendo hacia el queratocono. Independientemente de la evolución, según el grado de deformación, también podemos aplicar diferentes tratamientos, hay queratoconos en fase inicial, que simplemente con las gafas, ven bien, y no hay que hacer nada más. Otros queratoconos más avanzados, se les puede poner unas lentes de contacto rígidas, ya que regulan la deformación de la córnea. La tercera fase, cuando no toleran las lentes de contacto rígidas, se usarían los anillos corneales, se colocan en la periferia de la córnea, y lo que hacen es levantar el cono para que quede más centrado y lo aplanan un poco. Y la última fase, cuando es un queratocono muy avanzado, y los anillos no funcionan, ya nos vamos al trasplante de córnea. En este caso haríamos un trasplante de córnea lamelar anterior, es decir, no del todo su grosor, si no de la parte más anterior, que es la que se encuentra más afectada por el queratocono, por lo tanto es un trasplante parcial.

- **¿Ha llegado usted a trasplantar una córnea?**

Sí.

- **Si es así, ¿mejoró totalmente el paciente?**

Hay de todo. Lo bueno es que la córnea es un tejido avascular. Avascular significa que no tiene vasos sanguíneos. Existe rechazo, pero es muy bajo. Pero hay otras complicaciones, como que exista un astigmatismo residual. A partir del año aproximadamente, empiezas a sacar las suturas.

- **¿Ocurre mayoritariamente en pacientes jóvenes?**

Ocurre en pacientes jóvenes, en la adolescencia y la edad adulta joven es cuando más evoluciona. Parece ser que a partir de los 40 años no evoluciona tanto porque se produce una rigidez en la córnea fisiológica natural.

- **¿Se considera de carácter hereditario?**

Si hay factor hereditario, y también hay una teoría que dice que en pacientes con tendencia a tener muchas conjuntivitis de tipo alérgico, que dan mucho picor, y son frotadores constantes del ojo, puede favorecer la aparición del queratocono.

- **¿Cómo se diagnostica?**

Revisiones periódicas, y sobre todo se utiliza una máquina llamada topógrafo. Esta máquina te hace un mapa de la córnea, en el que se ve las zonas más elevadas y más hundidas y los grosores de la córnea.

- **¿Qué molestias padecen?**

Los pacientes acuden por disminución de visión.

- **¿Se podría volver a producir esta alteración ocular después del trasplante?**

No, en principio no.

- El 25 de febrero de 2014, es decir, hace muy poco, salió una noticia relacionada con los trasplantes de córnea. En este caso fue la primera vez que se implantó una córnea artificial elaborada a partir de células cultivadas en un laboratorio.

¿Sabe usted en qué consiste este nuevo tipo de trasplante? ¿Cómo se realiza?

No, ya que está en fase experimental y no se usa en la vida diaria.



Figura- 43. Doctora Magela Garat. ICOftalmologia. Unitat de còrnia i superfície ocular.

La següent entrevista va ser realitzada el dia 18 de juliol del 2014 en L'Institut Català de la retina, al doctor Jordi Gatell, oftalmòleg especialista en còrnia i superfície ocular.

Entrevista a Jordi Gatell

Preguntes personals:

- **Vostè ha tingut algun pacient amb queratocon?**

Sí, molts.

- **Si és així, quin tractament va utilitzar?**

En principi, depèn una miqueta de l'època. Abans només es podia fer un transplantament de còrnia. Més tard van introduir-se tractaments com els anells intracornials que són uns anells que es col·loquen a dins de la còrnia, que el que fan es endurir la còrnia. Com que el queratocon és una patologia que provoca l'embombament de la còrnia, el que fan aquests anells és fixar-la, evitant aquest bombament. Tenen complicacions, poden ser expulsats per la pròpia còrnia. També té complicacions intraoperatòries, amb l'anell podries perforar la còrnia, però actualment aquests anells es col·loquen amb un làser. I després, encara més recentment ha sortit una altra tècnica que ara, actualment, jo l'estic fent servir molt, que és el Cross-linking. És molt més senzill, molt menys agressiu, i consisteix en posar una vitamina i després s'aplica una llum ultraviolada i això el que fa es endurir la pròpia còrnia i evitar aquest abombament. En principi, ara mateix, si vols que et digui la veritat, la tècnica que més faig servir és Cross-linking, perquè els transplantaments avui en dia per un queratocon només s'utilitzen per casos molt avançats, actualment s'hi troben pocs.

També es poden utilitzar les lents de contacte, o ulleres si el queratocon no és progressiu.

- **Ha realitzat algun transplantament de còrnia?**

Sí, i tant, però cada vegada menys.

- **Normalment la pateixen pacients joves?**

Sí, normalment són adolescents o pacients molt joves. Té a veure amb l'etapa per la que passen, que és la del creixement. A partir dels 40 anys hi ha molt poca progressió del queratocon.

- **Es pot considerar hereditària?**

Sí, en una mateixa família pot haver diversos afectats. I no es pot prevenir.

- **Com es diagnostica el queratocon? (Màquines que s'utilitzen, tècniques, revisions periòdiques, etc).**

La topografia és bàsicament el que s'utilitza. És com el mapa de les muntanyes, amb colors.

Hi ha una altre prova, que no s'utilitza molt, i s'anomena ORA (Ocular Response Analyzer), i calcula la rigidesa de la còrnia.

- **Quines molèsties pateix la persona?**

Mala visió. Imatges més borroses i llums molt estrellades.

- **En què consisteix el transplantament de còrnia? Quins riscos té? Quin pronòstic té?**

El transplantament de còrnia, actualment hi ha varis tipus. Al principi es trasplantava tot el gruix de la còrnia, però això, té més riscos intraoperatoris, perquè clar, pensa que l'ull queda descobert totalment. Ja fa uns anys han sortit les queratoplàsties lamel·lars, no es trasplanta tot el gruix de la còrnia, si no que es trasplanten algunes capes, es trasplanta o la capa de sota o la capa de dalt, majoritàriament. Amb el cas del queratocon, sol ser de la capa de dalt, és la capa que està malalta. Fas una queratoplàstia lamel·lar anterior profunda que és diu. Les sigles en anglès són DALK.

La còrnia té un rebuig inferior que qualsevol altre transplantament, ja que no té venes, però encara això té algun número de rebuig.

- **Es pot tornar a repetir aquesta alteració ocular després del transplantament?**

Està demostrat que sí. Hi ha articles. El cos adapta la nova còrnia.

- **En 25 de febrer de 2014, es a dir, fa ben poc, va sortir una notícia relacionada amb els transplantaments de còrnia, però en aquest cas va ser la primera vegada que es va realitzar un transplantament d'una còrnia elaborada artificialment en un laboratori.**

Sap vostè en què consisteix aquest nou tipus de transplantament? Com es realitza?

Hi ha dues coses diferents. Hi ha còrnies artificials, còrnies de plàstic, o d'un teixit totalment sintètic. Aquestes còrnies normalment no es posen, ja que el cos les rebutja. Tenen molts riscos d'infeccions.

Això és una cosa, però la notícia que va sortir, de moment no és una còrnia artificial, l'únic que van fer, (això és per enginyeria tissular), és agafar unes cèl·lules i fan com una espècie d'esquelet de col·lagen i llavors en aquest esquelet hi creixen les cèl·lules del pacient. Un cop ha crescut es trasplanta al pacient. Però això, de moment, l'únic que es va fer, va ser trasplantar com unes làmines, només això, no és una còrnia sencera. De moment serveix per determinades patologies de l'ull, però esperem que en un futur s'utilitzi per a totes les patologies cornials. Penso que és una investigació acabada de començar.

- **Té els mateixos riscos que un trasplantament d'una còrnia provinent d'un donant, o hi ha més?** No, perquè són cèl·lules del seu propi cos, encara que en el cas del queratocon potser pot tornar a sortir.
- **Si és una còrnia artificial, la possibilitat de rebuig és més baixa?** Si, seria menor.



Figura- 44. *Jordi Gatell oftalmòleg especialista en còrnia i superfície ocular en l'Institut Català de la retina.*

La tercera entrevista va ser a una oftalmòloga i una optometrista a l'Hospital Infantil Sant Joan de Déu el dia 29 d'agost del 2014.

Entrevista

- **Vostè ha tingut algun pacient amb queratocon?**
- Sí, algun hem tingut, ja que treballem amb nens i adolescents fins als 18 anys, i sobretot adolescents de 16-17 anys. Com bé sabràs, és una anomalia que sobretot es desenvolupa en edat molt joves, ja que és una etapa de creixement.
- **Si és així, quin tractament va utilitzar?**
- De moment només hem aplicat tractaments com les lents de contacte, ja que ajuden a millorar la visió en un queratocon no molt desenvolupat i que no té pronòstic de que evolucioni.

També hem realitzat dos Cross-linking, que consisteix en posar una vitamina i després s'aplica una llum ultraviolada.

- **Ha realitzat algun transplantament de còrnia?**
- No, encara no ja que hem sortit de la Universitat.
- **Es pot considerar hereditària?**
- Sí, té un factor hereditari, a més d'altres.
- **Com es diagnostica el queratocon? (Màquines que s'utilitzen, tècniques, revisions periòdiques, etc).**
- S'han de fer revisions periòdiques, i depenent del estadi en que es trobi el queratocon, s'haurà de fer una a l'any, o cada 6 mesos, o cada 3. Depenent de la fase del queratocon. També s'utilitzen les topografies cornials, que et donen un mapa de la còrnia, i només amb això ets capaç de veure si el gruix i la forma de la còrnia.
- **Quines molèsties pateix la persona?**
- Mala visió provocada per un astigmatisme i a vegades picor d'ulls.
- **Quins són els possibles tractaments?**
- Doncs, les lents de contacte o ulleres quan no hi ha un grau molt desenvolupat de queratocon. Més tard es pot realitzar un Cross-linking, o uns anells, i finalment si el queratocon està molt desenvolupat es pot realitzar un transplantament de còrnia lamel·lar.
- **En que consisteix el transplantament de còrnia? Quins riscos té? Quin pronòstic té?**
- S'utilitza una còrnia d'un donant, i ha d'estar en perfecte estat. Es trasplantarà al pacient substituint la del pacient. Actualment només s'implanta una part de la còrnia, no sencera.
- **En 25 de febrer de 2014, és a dir, fa ben poc, va sortir una notícia relacionada amb els transplantaments de còrnia, però en aquest cas va ser la primera vegada que es va realitzar un transplantament d'una còrnia elaborada artificialment en un laboratori.**
Sap vostè en que consisteix aquest nou tipus de transplantament? Com es realitza?
- (Oftalmòloga): Vaig parlar-ho a la universitat, però encara no s'havia realitzat la primera operació. No, no sé exactament en que consisteix. Només parlàvem que seria possible substituir les còrnies dels donants per còrnies elaborades amb cèl·lules del propi pacient en un laboratori i després implantar la còrnia.



Figura- 45. Oftalmòloga i optometrista de l'Hospital Sant Joan de Déu.

I la última entrevista, realizada el día 1 d'octubre del 2014 a la responsable de l' unitat de còrnia de la Clínica Baviera, la doctora Patricia Pérez.

Entrevista a la doctora Patricia Pérez

- **¿Usted ha tenido algún paciente con este tipo de alteración?**
- Muchos.
- **Si es así, ¿qué tratamiento utilizó?**
- Depende del estadio en el que pilles el queratocono. Antiguamente para el queratocono no había tratamiento, solo se le trasplantaba la córnea cuando estaba muy mal.
- **¿Ha llegado usted a trasplantar una córnea?**
- Sí, muchos.
- **Si es así, ¿mejoró totalmente el paciente?**
- Sí.
- **¿Tuvo algún efecto secundario?**
- A veces queda un poco de astigmatismo.
- **¿Ocurre mayoritariamente en pacientes jóvenes?**
- Naces con él.
- **¿Se considera de carácter hereditario?**
- Sí, en un 50%.
- **¿Cómo se diagnostica?**
- Con una topografía corneal.
- **¿Qué tratamientos se utilizan?**
- En fases primeras, el Cross-linking y en fases muy avanzadas los anillos intraestromales.
- **¿En qué consiste el Cross-linking?**
- Es una técnica que lo que hace es reforzar la córnea. Se usa luz ultravioleta para fortalecer la córnea.
- **¿En qué consiste el trasplante de córnea?**
- Se cambia una córnea por la de un donante, la córnea entera.
- **El 25 de febrero de 2014, es decir, hace muy poco, salió una noticia relacionada con los trasplantes de córnea, en este caso fue la primera vez que se implantó una córnea artificial elaborada a partir de células cultivadas en un laboratorio.**
- **¿Sabe usted en qué consiste este nuevo tipo de trasplante?**
- Sí.
- **¿Cómo se realiza?** No se ha vuelto a hacer porque no tiene sentido. Teniendo muchos donantes de córneas no considero que sea necesario hacer córneas artificiales. Yo pido una córnea en el banco de ojos y en una semana o 15 días ya tengo unas córneas.



Figura- 46. *Doctora Patricia Pérez. Clínica Baviera.*

3.2. Simulador de visió

Material utilitzat:

- Càmera digital
- Programa per realitzar muntatges de vídeos
- Efectes òptics d'astigmatisme

Procediment de muntatge:

Per començar s'ha de gravar un vídeo d'interior, com per exemple, el recorregut d'una casa, o d'exterior, com per exemple, un carrer.

Després, passant els vídeos a l'ordinador, s'utilitza un programa per realitzar muntatges de vídeos. En el meu cas he utilitzat el Sony Vegas Pro 13.

Amb una plantilla de pantalla partida duplicant així el mateix vídeo, un el deixaràs tal qual, ja que l'objectiu de la càmera és molt semblant al d'una còrnia sana. En l'altre vídeo s'utilitzarà un efecte òptic molt semblant al astigmatisme produït per el queratocon, simulant així la mala visió que es provocada per la deformació de la còrnia.

Objectiu:

L'objectiu d'aquesta pràctica és simular la visió d'un pacient. D'una banda, la visió d'un pacient té la còrnia totalment sana i per tant la seva visió serà més nítida. D'altra, la visió d'un pacient que té una deformació corneal com és el queratocon. Així farem una comparació ben clara de les dues possibles visions.

Les persones poden tenir algunes dificultats en el seu dia a dia provocades per la seva mala visió, com per exemple, no poder conduir o llegir correctament, o fins i tot, si és un queratocon molt desenvolupat no veure les cares de les persones.

3.3. Maqueta de l'ull

Material utilitzat:

- Paper de cuina
- Cola blanca
- Pinzells i brotxes
- Pintures: blanca, negra, blau i vermella
- 3 boles de porexpan
- Retolador negre
- Fullola
- 3 suports
- 3 plàstics transparents
- Tisores



Figura- 47. Part del material utilitzat.

Procediment:

Per començar utilitzarem tres boles de porexpan, que les farem més dures amb paper de cuina i cola blanca. Anem posant trossos petits i quadriculats de paper de cuina a les boles i el mullem amb la cola blanca amb ajut d'un pinzell gruixut.

Fem dues capes.

Com podem observar en les fotografies quedaran petits plecs o deformacions del paper que utilitzarem més endavant per simular els capil·lars sanguinis del globus ocular.



Figura- 48. Primer pas: Reforçament de les boles.

A continuació, pintem les tres boles de color blanc, simulant així el que serà el globus ocular.



Figura-

49. Segon pas: Pintar de blanc les boles.

Després, amb paper de cuina i cola blanca també fem tres cercles amb un forat en mig, que simularan els iris, un per a cada globus ocular.



Figura- 50. Tercer pas: Fer els iris.

Les pintem de blau simulant el color d'ulls que tindran, i finalment les enganxem amb una mica de pegament a les tres boles.

El cercle que ha quedat sense pintar de blau, s'ha de pintar amb pintura negra, simulant així les pupil·les dels diferents globus oculars.



Figura- 52. Cinquè pas: Pintar de negre els cercles, simulant les pupil·les.

Finalment, utilitzarem un pinzell molt fi i amb pintura vermella pintarem els capil·lars sanguinis pels diferents plecs de les boles.



Figura- 53. Sisè pas: Simular els capil·lars.

D'altra banda, utilitzarem plàstics modelables per fer les còrnies, una d'elles tindrà forma de con. Per tant tallarem un cercle, el qual enganxarem pels costats. I els altres dos, simulant una còrnia sana i el transplantament de còrnia, seran làmines transparents totalment planes fent la forma de la pròpia bola.

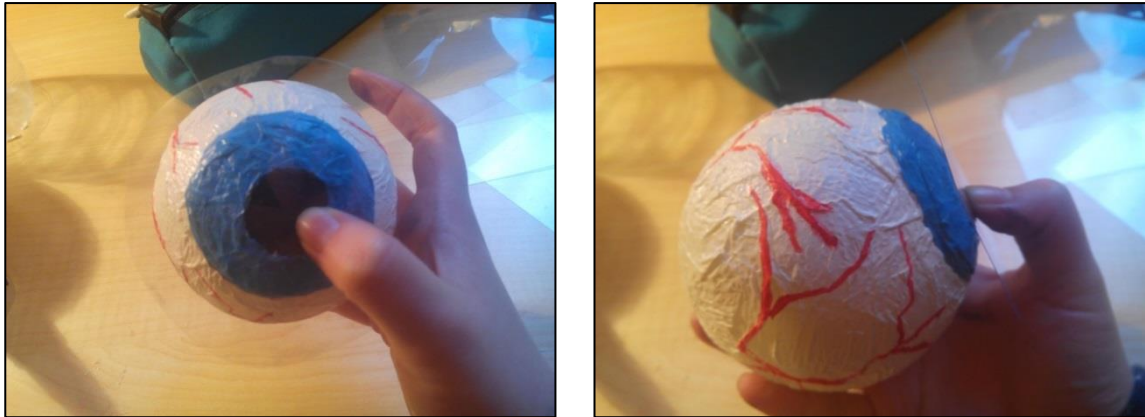


Figura- 54. Fer els diferents tipus de còrnies.

Per acabar totalment, al globus ocular que simula un transplantament de còrnia, se li haurà de col·locar una mica de fil gruixut negre, simulant la sutura amb la qual es sosté la nova còrnia.

Objectiu:

L'objectiu d'aquesta maqueta és poder realitzar una comparació visual d'una còrnia totalment sana amb una curvatura adequada amb un globus ocular on la seva còrnia té la deformació típica del queratocon.

Com que aquesta anomalia corneal és sobretot visual, una de les maneres per a diagnosticar un queratocon molt pronunciat és mirar la curvatura i la forma de la seva còrnia.

A més realitzant un altre globus ocular de com quedaria l'ull d'un individu que ha patit un transplantament de còrnia, podem visualitzar la forma d'aquesta nova còrnia, i com estan situades les sutures que la mantenen en el seu lloc (sobretot durant el primer any després del transplantament).

Aquesta forma serà molt similar a la de la còrnia sana, ja que es considera que la còrnia del donant és apta per aquest transplantament, i per tant no tindrà aquesta ni cap altre anomalia corneal.

4. Conclusions

Al contrari del que jo vaig pensar en començar aquest estudi, el queratocon és una anomalia més habitual del que podríem imaginar. Com hem vist, consisteix en la deformació progressiva de la còrnia que provoca una mala visió en el pacient. Hi ha un debat entre alguns experts, ja que no és coneix exactament si té o no caràcter hereditari.

Per al dia a dia d'una persona que pateix aquest defecte, és complicat no tenir una bona visió. Afecta a les seves capacitats de relació amb el seu entorn. Es tracta d'un problema visual que no sempre es pot solucionar amb mètodes tradicionals com poden ser les ulleres o lents de contacte.

Afortunadament, hem pogut constatar que s'ha fet una activitat de recerca mèdica que ha donat lloc a nous i millors mètodes de tractament. En un principi, únicament existia el transplantament de còrnia. En canvi, a l'actualitat, el desenvolupament de la anomalia s'ha pogut dividir en diferents fases i per a cada una d'elles s'ha pogut desenvolupar un tractament. Per exemple, a la fase tercera on el queratocon està força avançat, s'utilitzen uns tractaments anomenats "Anells intracornials" o el "Cross-linking".

La seva facilitat per ser diagnosticada i tractada ens fa ser optimistes de cara al futur. Amb les tractaments presents i les noves investigacions podrà ser un defecte no preocupant pels pacients. L'Oftalmologia ens permetrà tractaments efectius que garanteixin la recuperació d'una capacitat visual òptima per les persones afectades.

5. Opinió personal i agraïments

En la meua opinió, realitzar aquest treball de recerca, ha estat una gran ajuda per acabar de descobrir el que realment m'agradaria estudiar en un futur: potser seria medicina, però amb l'especialitat de oftalmologia, o òptica i optometria.

Un dels motius pels quals valoro positivament la realització d'aquest treball és que, m'ha resultat força gratificant i no s'ha fet gens pesat posar-me a treballar o buscar informació tant a Internet com a biblioteques. També m'ha impressionat aquesta manera d'aprendre, ja que és una manera totalment diferent a seure en una cadira a classe i escoltar a un professor donar una assignatura determinada. En aquest cas, t'has d'organitzar el temps, saber escollir bé la informació, però finalment et tornes una experta en la teua "matèria" i més encara si t'agrada el que fas.

Un altre aspecte a comentar, el qual considero tant positiu com negatiu, ha estat realitzar entrevistes a especialistes en el tema. En un inici, em va resultar molt complicat trobar un oftalmòleg o oftalmòloga que accedís ha respondre les qüestions d'una estudiant de Batxillerat. Però, insistint i enviant correus, vaig aconseguir diversos especialistes mèdics. Molts d'ells han estat molt amables amb mi, i m'han ajudat a realitzar aquest treball, ja que la seva informació ha estat molt important a l'hora de redactar el marc teòric. Per tant dono les gràcies personalment, a la doctora Magela Garat, al doctor Jordi Gatell, a l'oftalmòloga i optometristes que treballen a Sant Joan de Déu i a la doctora Patricia Pérez.

Encara això, he de dir que en algunes entrevistes, no he rebut el respecte que com a persona em mereixo, i això ha dificultat l'entrevista i per tant la informació a l'hora de redactar el marc teòric.

Des de la meua opinió, un aspecte difícil en el meu treball ha estat el marc pràctic ja que la maqueta de les còrnies i el vídeo de simulació han estat molt complicats de fer ja que no tinc extraordinàries habilitats en la plàstica i l'edició de vídeos.

Un altre element complicat ha estat seleccionar la informació especialitzada del tema, analitzar-la i exposar-la correctament.

Com es deriva de la introducció d' aquest treball, la vista és una de les eines que tenim per relacionar-nos amb el nostre entorn: el que veiem i com ho veiem sempre ens condiciona com individus.

Finalment, m'agradaria donar les gràcies per la seva ajuda a Tomás Romero, el meu ex-tutor de 1r de Batxillerat; a Joan Torre, el meu actual tutor de 2n de Batxillerat i a Jesús Abenza, professor de Biologia; als meus pares; i sobretot a Eduard Vives, el meu tutor de recerca, ja que m'ha guiat durant tot el treball pel camí correcte, i ha resolt totes les meves incògnites en l'elaboració d'aquest treball.

6. Bibliografía

- Adrián Pró, Eduardo: *Anatomía clínica*, Ed. Médica Panamericana.
- Gaarder, Jostein: *El mundo de Sofía. Una novela sobre la historia de la filosofía*. Ed. Ediciones Siruela. 1994
- K. Lang, Gerhard: *Oftalmología Texto y atlas en color*, 2ª edición, Ed. Masson.
- L. Moore, Keith: *Anatomía con orientación clínica*, Wolters Kluwers.
- Sánchez Ocaña, Ramón: *El libro de los ojos*, Ed. Alba Editorial.

7. Webgrafia

- <http://www.cornea.es/>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3rnea>
- <https://www.youtube.com/watch?v=2PyvJ5Ns78I>
- <http://www.definicion-de.es/estenopeico/>
- <http://ca.wikipedia.org/wiki/Oftalmoscopi>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Poliopia>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Queratocono>
- <http://www.tengoqueratocono.com.ar/>
- <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/001013.htm>
- <http://ca.wikipedia.org/wiki/Ves%C3%ADcula>
- http://ca.wikipedia.org/wiki/Reticulo_endoplasm%C3%A0tic_rug%C3%B3s
- <http://ca.wikipedia.org/wiki/Mesoderma>
- <http://ca.wikipedia.org/wiki/Ectoderma>
- http://ca.wikipedia.org/wiki/Teixit_epitelial
- <http://ca.wikipedia.org/wiki/Prote%C3%AFna>
- <http://ca.wikipedia.org/wiki/Mes%C3%A8nquima>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Limbo_esclerocorneal
- http://oftalmologia.esacademic.com/3456/limbo_corneal
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Col%C3%A1geno>
- <http://ca.wikipedia.org/wiki/Escler%C3%B2tica>
- <http://www.fom.es/es/audiovisual-corp/639/enfermedades-de-la-cornea-queratocono-y-pterigion>
- <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/13835/1/TFM.pdf>
- <http://www.proyecto-salud.com.ar/shop/detallenot.asp?notid=10354>
- <http://www.clinicabaviera.com/cornea-queratocono>
- http://www.imo.es/patologia/queratocono/?gclid=CjwKEAjw2MOhBRCq-Nr87_j-IDASJAAI4FNhX9opDq8wL0qeIRIPWGXqgpCP8nAGJT1NeScoQLbYtBoCDYLw_wcB
- <http://www.sao.org.ar/index.php/informacion-para-pacientes/patologias-y-afecciones/queratocono>
- <http://www.lavanguardia.com/salud/oftalmologia/20140228/54402661331/nuevos-tratamientos-para-queratocono.html>
- <http://www.barraquer.com/es/unidades-especializadas/118-unidad-12-cornea.html>
- <http://www.queratocono.es/tratamiento.htm>
- http://www.lentesdecontactohammersley.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=64&Itemid=76
- http://es.wikipedia.org/wiki/Anillos_intracorneales#Riesgos

- <http://www.ofthalmologiacastillo.com/enfermedades/queratocono-anillos-intracorneales/>
- <http://www.laservision.es/anillos-intracorneales-preguntas-respuestas.asp>
- <http://www.rahhal.com/cirugia/queratocono>
- <http://www.barraquer.com/patologias-oculares-y-tratamientos/442-transplante-cornea.html>
- <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/003008.htm>
- <http://www.proyecto-salud.com.ar/shop/detallenot.asp?notid=10354>
- <http://www.lavanguardia.com/salud/ofthalmologia/20120216/54353612896/salud-medicina-ofthalmologia-queratocono.html>

8. Altres fonts d'informació

- Entrevistes:
 - Clínica Baviera (Institut Oftalmologic Europeu). Barcelona. Doctora Patricia Pérez, directora d'Unitat de Còrnia (Transplantament de còrnia i tractament del queratocon).
 - ICOftalmologia. Barcelona. Doctora Magela Garat. Unitat de Còrnia i superfície ocular.
 - Institut Català de la Retina. Doctor Jordi Gatell. Departament de Còrnia.
 - Sant Joan de Déu. Oftalmòloga i optometrista.
- Vídeos:
 - Queratocono – Cross-linking. You Tube.
 - Cross-linking. You Tube.
 - Corneal Transplant. You Tube

ANNEXOS

Plantilla d'entrevista:

La plantilla de preguntes és la següent:

- El queratocon és una anomalia de la còrnia. En què consisteix aquesta alteració ocular?
- Normalment la pateixen pacients joves?
- Es pot considerar hereditària?
- Com es diagnostica el queratocon? (Màquines que s'utilitzen, tècniques, revisions periòdiques, etc).
- Quines molèsties pateix la persona?
- Com es desenvolupa aquesta alteració? Quant por durar el desenvolupament?
- Quin és el procediment que es seguiria actualment si es detecta un cas però no està molt avançat? I si està molt avançat?
- Què és la queratometria?
- Quins són els possibles tractaments?
- Què és el Cross-linking?
- En què consisteix el transplantament de còrnia? Quins riscos té? Quin pronòstic té?
- Es pot tornar a repetir aquesta alteració ocular després del transplantament?
- Està vostè al corrent dels nous avenços sobre els transplantaments de còrnia?
- En 25 de febrer de 2014, és a dir, fa ben poc, va sortir una notícia relacionada amb els transplantaments de còrnia, però en aquest cas va ser la primera vegada que es va realitzar un transplantament d'una còrnia elaborada artificialment en un laboratori.
Sap vostè en que consisteix aquest nou tipus de transplantament? Com es realitza?
- Sap vostè si s'ha realitzant més d'un cop?
- Té els mateixos riscos que un transplantament d'una còrnia provinent d'un donant, o hi ha més?
- Si és una còrnia artificial, la possibilitat de rebuig és més baixa?

Preguntes personals:

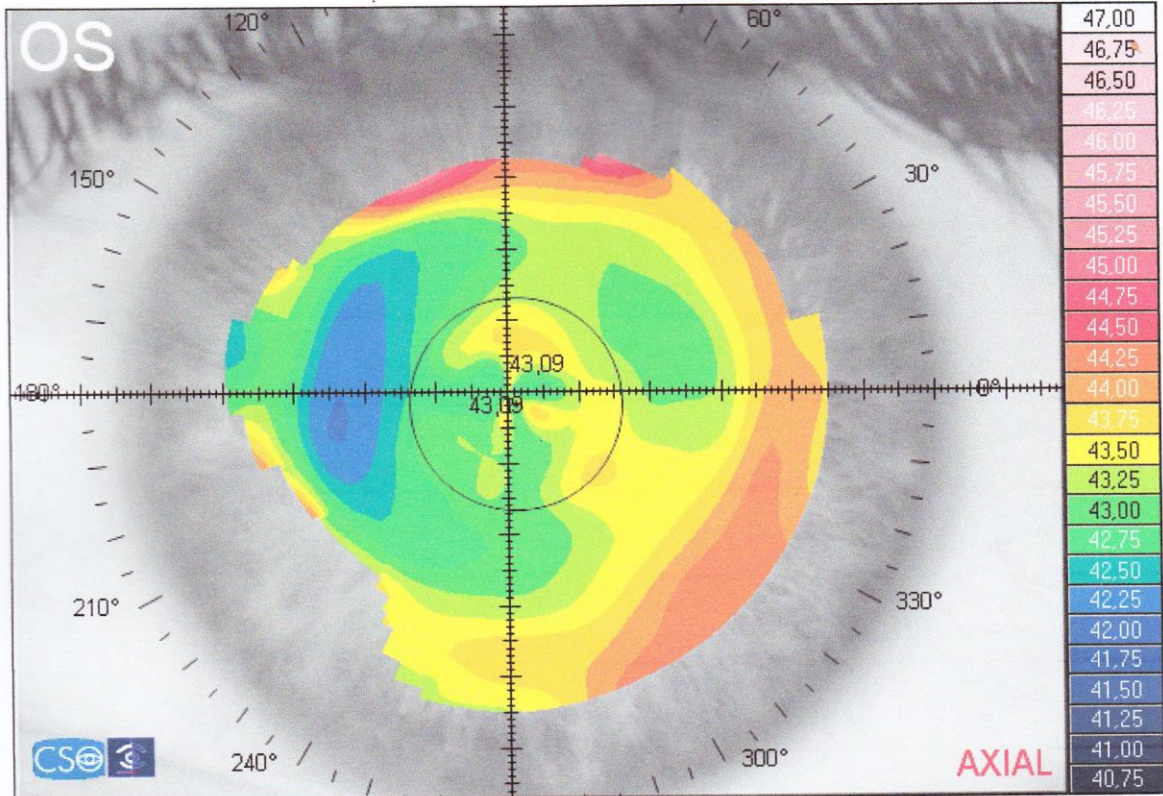
- Vostè ha tingut algun pacient amb queratocon?
- Si és així, quin tractament va utilitzar?
- Ha realitzat algun transplantament de còrnia?
- Va millorar aquest pacient?
- Va patir algun efecte secundari després de qualsevol tractament?

Moltes gràcies per la seva atenció i el seu temps.

Les següents pàgines són les proves que em van deixar a l'entrevista de la doctora Magela Garat i el dibuix de la portada d'aquest treball.

ICO [CORNIES SANES]

- 14/09/2010 11:33:30 - OS



SIM-K

K1 = 43,09 D @ 180° p = 1,03
 K2 = 43,09 D @ 90° p = 1,09
 Cyl = 0,00 D ax 180°
 AVG = 43,09 D

PUPILA

∅ = 3,02 mm

LIMBO

HVID = 11,88 mm

SEMIMERIDIANOS

3 mm	5 mm	7 mm
K1 = 42,69 D @ 180°	K1 = 42,52 D @ 180°	K1 = 42,57 D @ 181°
K2 = 43,56 D @ 79°	K2 = 43,54 D @ 325°	K2 = 43,58 D @ 323°
K1 = 43,02 D @ 290°	K1 = 43,04 D @ 284°	K1 = 43,12 D @ 281°
K2 = 43,50 D @ 326°	K2 = 43,43 D @ 75°	K2 = 43,57 D @ 72°

MERIDIANOS

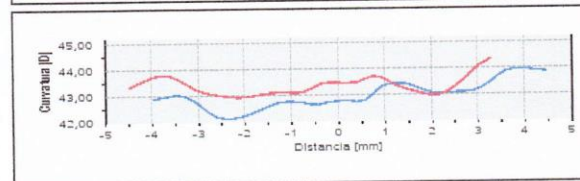
3 mm	5 mm	7 mm
K1 = 42,93 D @ 176°	K1 = 42,85 D @ 176°	K1 = 42,88 D @ 179°
K2 = 43,39 D @ 86°	K2 = 43,26 D @ 86°	K2 = 43,32 D @ 89°
AVG = 43,15 D	AVG = 43,06 D	AVG = 43,13 D
Cyl = -0,46 D ax 176°	Cyl = -0,41 D ax 176°	Cyl = -0,44 D ax 179°

ASF. CORN.

4.5 mm	8 mm
R0 = 42,82 D @ 180° p = 0,61	R0 = 42,56 D @ 180° p = 1,03
R0 = 43,53 D @ 90° p = 0,64	R0 = 43,24 D @ 90° p = 1,09
R0 = 43,17 D p = 0,62	R0 = 42,89 D p = 1,06

ÍNDICES QUERATORREFRACTIVOS

Astigmatismo	Asimetría
Cyl 3mm = -0,46D ax 176°	42,92 D ax 203 p = 0,93
Cyl 5mm = -0,41D ax 176°	43,30 D ax 23 LSA = 0,95 D
Pot. Pup 43,21 D	SAI = 0,38 D SD = 0,39 D

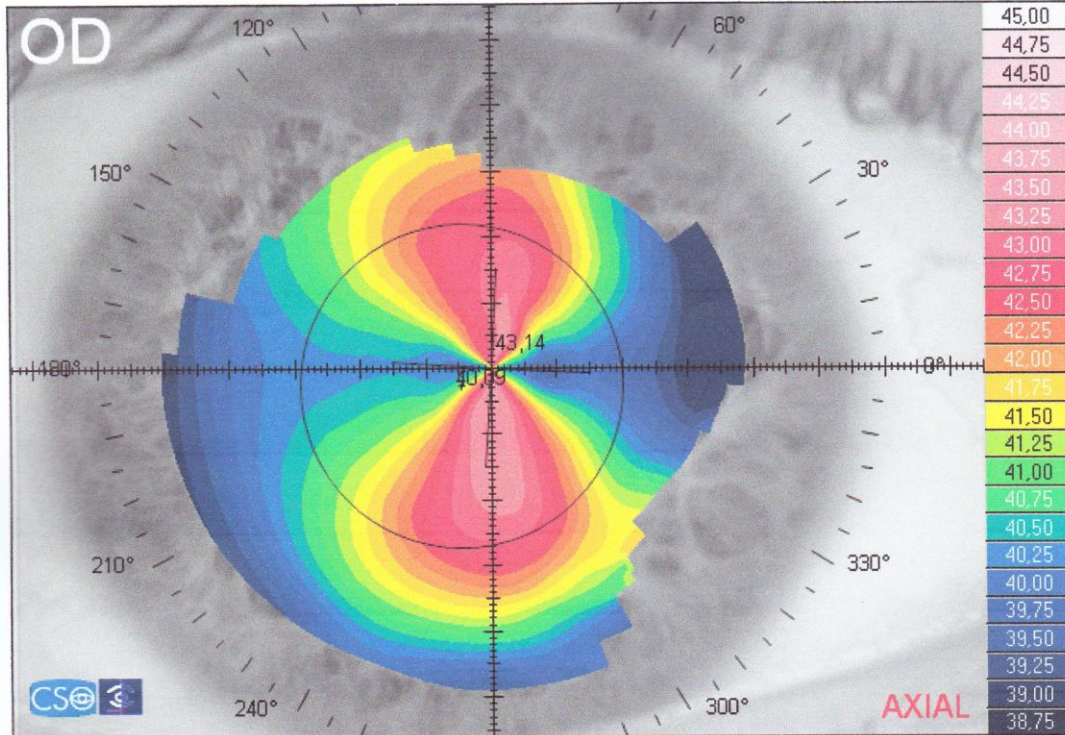


EXPLORACIÓN DEL QUERATOCONO

AK = 52,97D AGC = 2,87 D SI = -0,37 D KPI = 41%
 Resumen no compatible de queratocono

ICO [ASTIGNATISME]

15/02/2012 9:41:46 - OD



SIM-K

K1 = 40,09 D @ 177° p = 0,96
K2 = 43,14 D @ 87° p = 0,69
Cyl = -3,05 D ax 177°
AVG = 41,68 D

PUPILA

∅ = 4,97 mm

LIMBO

HVID = 12,03 mm

SEMIMERIDIANOS

3 mm	5 mm	7 mm
K1 = 39,86 D @ 357°	K1 = 39,78 D @ 359°	K1 = 39,51 D @ 0°
K2 = 43,33 D @ 271°	K2 = 43,28 D @ 273°	K2 = 43,09 D @ 271°
K1 = 40,20 D @ 177°	K1 = 40,26 D @ 179°	K1 = 40,26 D @ 179°
K2 = 43,18 D @ 76°	K2 = 43,03 D @ 79°	K2 = 42,89 D @ 80°

MERIDIANOS

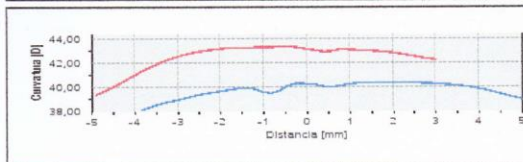
3 mm	5 mm	7 mm
K1 = 40,03 D @ 176°	K1 = 40,02 D @ 177°	K1 = 39,88 D @ 179°
K2 = 43,19 D @ 86°	K2 = 43,11 D @ 87°	K2 = 42,96 D @ 89°
AVG = 41,82 D	AVG = 41,70 D	AVG = 41,53 D
Cyl = -3,16 D ax 176°	Cyl = -3,09 D ax 177°	Cyl = -3,08 D ax 179°

ASF. CORN.

4.5 mm	8 mm
R0 = 40,14 D @ 177° p = 1,22	R0 = 40,29 D @ 177° p = 0,96
R0 = 43,22 D @ 87° p = 0,86	R0 = 43,34 D @ 87° p = 0,69
R0 = 41,62 D p = 1,04	R0 = 41,76 D p = 0,82

ÍNDICES QUERATORREFRACTIVOS

Astigmatismo	Asimetría
Cyl 3mm = -3,16D ax 176°	41,16 D ax 161 p = 0,69
Cyl 5mm = -3,09D ax 177°	42,13 D ax 341 LSA = 0,41 D
Pot. Pup	SAI = 0,99 D SD = 0,51 D
41,74 D	



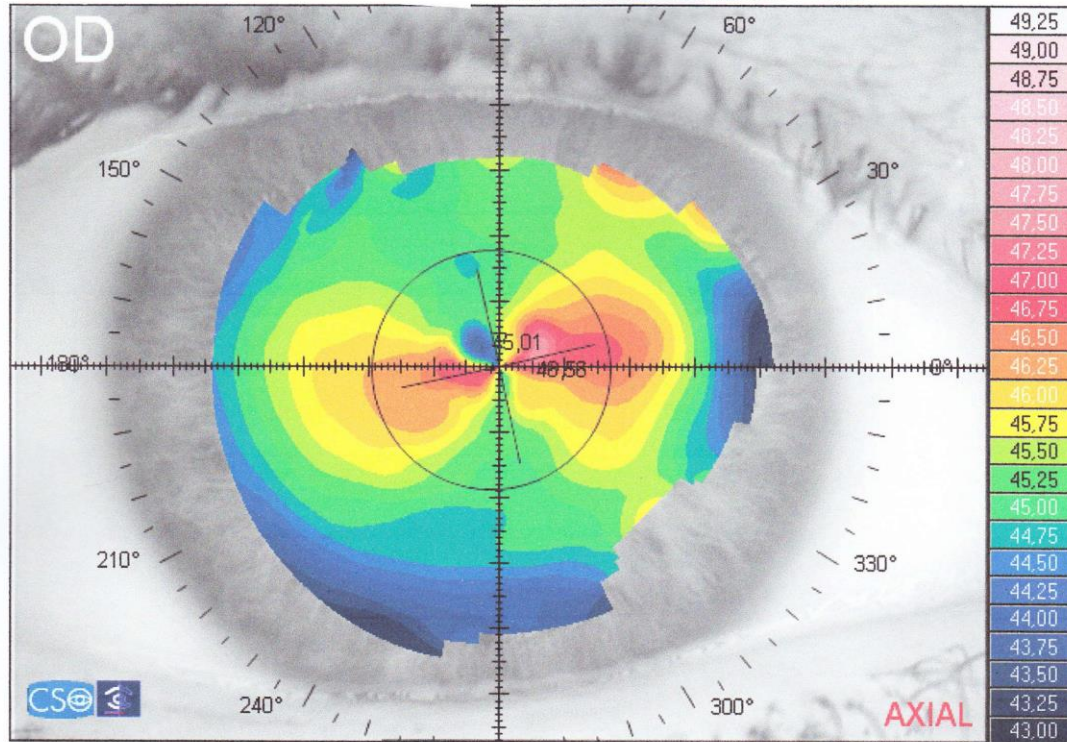
EXPLORACIÓN DEL QUERATOCONO

AK = 43,00D AGC = 0,00 D SI = 0,33 D KPI = 0%

Resumen no compatible de queratocono

ICO [ASTIGMATISME]

- 05/12/2012 18:46:37 - OD



SIM-K

K1 = 45,01 D @ 103° p = 1,06
 K2 = 46,56 D @ 13° p = 0,60
 Cyl = -1,55 D ax 103°
 AVG = 45,74 D

PUPILA

∅ = 3,68 mm

LIMBO

HVID = 11,37 mm

SEMIMERIDIANOS

3 mm	5 mm	7 mm
K1 = 44,52 D @ 127°	K1 = 44,72 D @ 122°	K1 = 44,78 D @ 115°
K2 = 47,06 D @ 17°	K2 = 46,83 D @ 14°	K2 = 46,46 D @ 13°
K1 = 45,20 D @ 277°	K1 = 45,09 D @ 274°	K1 = 44,97 D @ 273°
K2 = 46,58 D @ 193°	K2 = 46,41 D @ 193°	K2 = 46,20 D @ 190°

MERIDIANOS

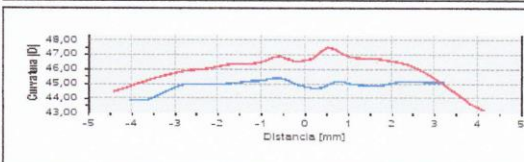
3 mm	5 mm	7 mm
K1 = 45,02 D @ 110°	K1 = 45,03 D @ 105°	K1 = 44,99 D @ 105°
K2 = 46,80 D @ 20°	K2 = 46,62 D @ 15°	K2 = 46,36 D @ 15°
AVG = 45,81 D	AVG = 45,73 D	AVG = 45,60 D
Cyl = -1,78 D ax 110°	Cyl = -1,59 D ax 105°	Cyl = -1,37 D ax 105°

ASF. CORN.

4.5 mm	8 mm
R0 = 44,90 D @ 103° p = 1,06	R0 = 44,91 D @ 103° p = 1,06
R0 = 46,93 D @ 13° p = 0,67	R0 = 47,02 D @ 13° p = 0,60
R0 = 45,89 D p = 0,86	R0 = 45,94 D p = 0,83

ÍNDICES QUERATORREFRACTIVOS

Astigmatismo	Asimetría
Cyl 3mm = -1,78D ax 110°	45,61 D ax 150 p = 0,85
Cyl 5mm = -1,59D ax 105°	45,85 D ax 330 LSA = 0,93 D
Pot. Pup 45,81 D	SAI = 0,27 D SD = 0,43 D

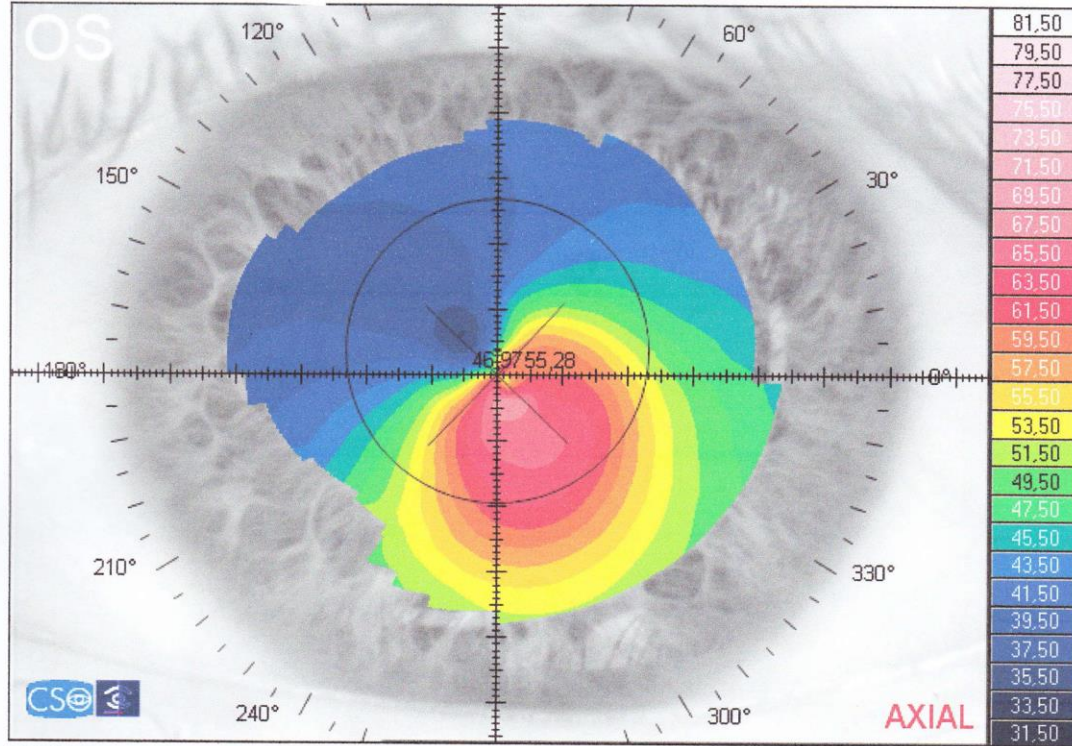


EXPLORACIÓN DEL QUERATOCONO

AK = 46,85D AGC = 1,14 D SI = -0,51 D KPI = 11%
 Resumen no compatible de queratocono

ICO [QUERATOCON]

30/04/2014 15:47:27 - OS



SIM-K

K1 = 46,97 D @ 136° p = 1,16
 K2 = 55,28 D @ 46° p = -1,31
 Cyl = -8,31 D ax 136°
 AVG = 50,43 D

PUPILA

∅ = 4,61 mm

LIMBO

HVID = 12,13 mm

SEMIMERIDIANOS

3 mm	5 mm	7 mm
K1 = 37,70 D @ 135°	K1 = 37,51 D @ 135°	K1 = 37,65 D @ 136°
K2 = 65,45 D @ 271°	K2 = 64,43 D @ 285°	K2 = 62,50 D @ 285°
K1 = 56,85 D @ 45°	K1 = 52,65 D @ 45°	K1 = 50,03 D @ 44°
K2 = 59,65 D @ 3°	K2 = 56,44 D @ 17°	K2 = 54,00 D @ 17°

MERIDIANOS

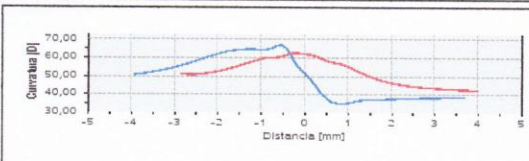
3 mm	5 mm	7 mm
K1 = 50,32 D @ 148°	K1 = 49,20 D @ 145°	K1 = 47,94 D @ 142°
K2 = 58,77 D @ 58°	K2 = 55,28 D @ 55°	K2 = 52,96 D @ 52°
AVG = 54,42 D	AVG = 52,11 D	AVG = 50,27 D
Cyl = -8,45 D ax 148°	Cyl = -6,09 D ax 145°	Cyl = -5,01 D ax 142°

ASF. CORN.

4.5 mm		8 mm	
R0 = 38,37 D @ 136°	p = -1,43	R0 = 37,43 D @ 136°	p = 1,16
R0 = 60,91 D @ 46°	p = -3,37	R0 = 58,14 D @ 46°	p = -1,31
R0 = 47,08 D	p = -2,40	R0 = 45,54 D	p = -0,07

ÍNDICES QUERATORREFRACTIVOS

Astigmatismo	Asimetría	
Cyl 3mm = -8,45D ax 148°	40,85 D ax 130	p = -4,29
Cyl 5mm = -6,09D ax 145°	57,70 D ax 310	LSA = -15,65 D
Pot. Pup 50,28 D	SAI = 16,98 D	SD = 2,80 D



EXPLORACIÓN DEL QUERATOCONO

AK = 66,71D AGC = 14,37 D SI = 12,57 D KPI = 100%
 Resumen compatible con queratocono
 Área (A) = 7,52 mm² Centro = (1,03 mm, 283°)
 Ápice = (0,64 mm, 307°) Diámetro (D) = 3,09 mm
 Circularidad (RND) = 1,62

